



HAL
open science

**Montagnes métallifères de Gaule méditerranéenne.
Approche archéologique et historique de la production
des métaux en Languedoc occidental entre le milieu de
l'âge du Fer et la fin de la période romaine (IVe s. av. n.
è. - Ve s. de n. è.).**

Julien Maintenant

► **To cite this version:**

Julien Maintenant. Montagnes métallifères de Gaule méditerranéenne. Approche archéologique et historique de la production des métaux en Languedoc occidental entre le milieu de l'âge du Fer et la fin de la période romaine (IVe s. av. n. è. - Ve s. de n. è.). Archéologie et Préhistoire. Université Toulouse II - Le Mirail, 2014. Français. NNT: . tel-04221743

HAL Id: tel-04221743

<https://hal.science/tel-04221743v1>

Submitted on 2 Oct 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



THÈSE

En vue de l'obtention du

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par l'Université Toulouse 2 - Le Mirail

Présentée et soutenue par

Julien MANTENANT

Le 4 avril 2014

**Montagnes métallifères de Gaule méditerranéenne.
Approche archéologique et historique de la production des métaux
en Languedoc occidental du début du second âge du Fer à la fin de la période romaine
(IV^{ème} s. av. n. è. - V^{ème} s. de n. è.).**

volume I : texte

École doctorale et discipline ou spécialité
ED TESC - Sciences de l'Antiquité (archéologie)

Unité de recherche
UMR 5608 TRACES

Co-directeurs de Thèse
M. Laurent BRICAULT (PR - UTM)
M^{me} Marguerite MUNOZ (CR HDR - CNRS)

Rapporteurs
M^{me} Nadine DIEUDONNÉ-GLAD (MCF HDR - Université de Poitiers)
M. Stéphane MAUNÉ (DR - CNRS)

Autres membres du jury
M^{me} Béatrice CAUJET (CR - CNRS)
M^{me} María-Paz GARCÍA-BELLIDO (chercheur - CSIC, Espagne)

Centrée sur l'étude des activités visant à produire du métal (extraction et traitement des minerais), cette thèse cherche à mieux caractériser l'évolution de la production de métal (cuivre, plomb, argent, fer) entre le IV^{ème} s. av. n. è. et le V^{ème} s. de n. è. en Languedoc occidental (Aude, Hérault, Sud de l'Aveyron). Il s'agit en particulier de s'interroger sur la situation de l'économie minière au second âge du Fer et l'impact technique et socio-économique de la conquête romaine sur cette activité à partir de la fin du II^{ème} s. av. n. è. Cette thèse comprend trois volets. Dans un premier temps, une lecture critique des données recueillies depuis les années 1960-1970 par l'archéologie du métal apporte un nouvel éclairage sur les nombreux décalages engendrés par une documentation de qualité inégale. Elle montre la nécessité d'une nouvelle étude archéologique englobant deux des principales régions minières du Languedoc occidental, le versant sud de la Montagne Noire et les Corbières (Aude). Présentée dans un second volet, cette étude combine une approche extensive, reposant sur un large travail prospectif, et une analyse détaillée de plusieurs sites de production, faisant appel à l'archéométrie. Elle précise la chronologie et l'organisation des activités minières et métallurgiques, les modalités techniques d'exploitation des gisements et la nature des métaux produits. Dans un troisième volet, la mise en perspective de l'ensemble des résultats obtenus avec l'évolution économique et socio-politique du Languedoc occidental entre le IV^{ème} s. av. n. è. et le V^{ème} s. de n. è. permet de proposer un scénario global de l'histoire de l'économie minière dans l'espace considéré. Cette synthèse apporte en particulier des arguments décisifs en faveur de l'hypothèse d'un mouvement d'exploitation important des gisements de cuivre, plomb et argent aux IV^{ème}-II^{ème} s. av. n. è. Celui-ci serait impulsé par la dynamique que connaît le Languedoc occidental et plus largement la Méditerranée nord-occidentale à cette époque. En conclusion, ce travail ouvre de nouveaux horizons à l'archéologie du métal et plus généralement à l'histoire économique de la Méditerranée nord-occidentale au second âge du Fer et à l'époque romaine.

Mots-clefs

archéologie du métal, économie, extraction et traitement des minerais, fer, cuivre, plomb, argent, second âge du Fer, période romaine, Languedoc occidental, Corbières, Montagne Noire.

*« Vos van parlar d'un país
Que vòl viure
Vos van parlar d'un país
Que moris »*

Claudi Martí, « *Un país que vòl viure* », 1969.

AVANT-PROPOS

Arrivé au terme d'une recherche démarrée à la fin de l'année 2008, je souhaite avant tout exprimer ma gratitude à mes deux co-directeurs, L. Bricault (EA 4601 PLH) et M. Munoz (UMR 5563 GET), qui m'ont accordé leur soutien tout au long de ces cinq années. C. Rico (UMR 5608 TRACES) doit leur être associé, qui n'a pas hésité à donner beaucoup de son temps et de sa patience au suivi de ce travail. Je tiens en outre à exprimer mes plus vifs remerciements aux deux rapporteurs, N. Dieudonné-Glad (EA 3811 HERMA) et S. Mauné (UMR 5140 de Lattes), et aux deux autres membres du jury, B. Cauuet (UMR 5608 TRACES) et M.-P. García-Bellido (CSIC Madrid), qui ont bien voulu consacrer du temps à la lecture et à l'examen de cette thèse.

La démarche suivie durant cette recherche m'a mené vers des horizons bien différents, des mines des Corbières et de la Montagne Noire aux locaux du laboratoire TRACES (UMR 5608) en passant par la salle de microanalyses du laboratoire GET (UMR 5563). Ce travail doit donc beaucoup à de nombreuses personnes venant d'horizons très divers, que je ne peux pas toutes nommer ici.

Ma gratitude va tout d'abord aux membres du pôle « métal » du laboratoire TRACES, pour leur aide, leurs conseils et leurs remarques, ainsi qu'à P. Moret, P. Miroux, C. Le Chauve, F. Bon et V. Salles (TRACES) pour leur soutien dans mes diverses démarches administratives et pédagogiques. Mes remerciements s'adressent aussi à P. de Parseval, T. Aigouy et S. Gouy, pour leur aide lors des sessions de micronanalyses au sein du laboratoire GET, à M. Llubes (GET) pour son intervention « géophysique » aux Barrencs et sur le site du Camp del Oliu, ainsi qu'au personnel du Service Régional de l'Archéologie du Languedoc-Roussillon, tout particulièrement P.-A. de Labriffe, P. Galant et H. Marchesi pour leurs conseils et leur compréhension.

Je tiens en outre à remercier tout ceux qui ont participé à l'étude de la mine des Barrencs entre 2009 et 2012 : A. Beyrie, J.-M. Fabre, E. Kammenthaler, N. Morell i Cortès, G. Munteanu, C. Rico, M. Llubes, L. Gonin, S. Mader et L. Arboledas, tout particulièrement Eric et Gaby pour le gros travail réalisé. Il est clair que sans cette opération et ses à-côtés, cette thèse aurait eu un tout autre aspect. Mes recherches ont en outre bénéficié des conseils et des informations fournies en particulier par M.-C. Bailly-Maître, M. Barbaza, M. Bourrieau, L. Guiraud, B. Léchelon, T. Le Dreff, P. Marsac, A. Mayans, M. Passelac, C. Pla, P. Térés et surtout G. Rancoule et G. Langlois. Qu'ils en soient remerciés, tout comme les personnes qui ont accepté de me prêter main forte lors des prospections pédestres ou des sondages entre 2009 et 2012 : A. Corrochano, N. et M. Delsol, M.-C. Di Palma, T. Fournié, D. Malan, N. Mias, E. Meunier, T. Minet, N. Morell i Cortès, S. Plutniak et O. Soulat. En outre, il me faut saluer les relecteurs pour leurs remarques pertinentes et leur indulgence face à la piètre qualité des pages données en relecture : C. Rico, M. Maintenant, Y. Gimenez, N. Benatar, M.-T. Quesada, S. Baron, C.

Robion-Brunner, M.-M. Colle-Quesada et J. Jimenez Exposito. Enfin, je rends grâce à N. Guinaudeau pour son coup de main durant les derniers jours de travail.

Avec le temps, les mauvais souvenirs tendent à s'estomper : le travail de terrain réalisé dans les Corbières et la Montagne Noire apparaît alors comme une belle aventure. J'ai pu découvrir pendant ces cinq années de beaux espaces largement dépeuplés que des femmes et des hommes dynamiques et volontaires tentent de faire vivre. Je ne peux citer tous ceux qui m'ont fourni de précieuses informations, un coup de main, ou tout simplement se sont trouvés sur mon chemin les jours où l'isolement, le mauvais temps ou les difficultés matérielles rendaient mes recherches plus difficiles. Parmi toutes les personnes rencontrées, plusieurs doivent ici être citées pour leur aide et leurs encouragements : S. Picard (Padern), M. Larregola (Montgaillard), B. Peyre (Villeneuve-les-Corbières), P. Stevens (Albas), M. Brail, J.-L. Teissié (Lastours), A. Rieussec (Fournes-Cabardès), J.-C. Capéra (Limousis), C. Truc (Labastide-Esparbayrenque), J. Gaillard (Massac) et les membres de l'association *Mines en Corbières*. Un remerciement doublé d'un salut amical doit être adressé plus particulièrement à D. Andrieu, de Villeroque-Termenès qui m'a ouvert sa porte et prêter un toit à partir de l'automne 2010 lorsque les températures devenaient beaucoup trop basses, et à M. Rzepecki (Palairac), ardent défenseur des *Mines en Corbières*. Toutes ces personnes ont toujours manifesté un vif intérêt pour ces recherches parce qu'elles touchent à ce qui leur est cher, leur territoire et son histoire. Cet intérêt a été l'un des principaux moteurs de mon engagement.

Enfin, ma reconnaissance s'adresse à mes parents, ma sœur, Marie et mes tantes, *los de qui cam*, pour leur soutien constant et leur grande patience. Arrivé au bout du chemin, je crois enfin que les choix faits en valaient la peine.

AVERTISSEMENTS

Pour faciliter la lecture, cette thèse est divisée en trois volumes.

Le texte est présenté dans le volume I. Il est accompagné d'une série de figures (tableaux, schémas explicatifs, cartes significatives) destinées à remplacer de long paragraphes de description et à permettre une meilleure compréhension de l'argumentation. A la fin de ce volume sont regroupées les sources et la bibliographie. Les références sont classées en quatre grandes catégories : sources non publiées (documents d'archives), sources publiées, sources épigraphiques et bibliographie (publications, rapports d'opérations archéologiques et travaux universitaires). Elles sont présentées par ordre alphabétique, excepté les références de la première catégorie. Celles-ci sont classées par lieu de dépôt, puis par série et enfin par date (ordre croissant). Un glossaire est proposé après la bibliographie. Y figure la définition des mots du texte suivis d'un astérisque (*). Certaines de ces définitions reprennent les propositions figurant dans Domergue, Leroy 2000 ; Foucault, Raoult 2001, Mangin 2004 et Rodier 2011.

Le volume II regroupe le reste des illustrations. Le plan de ce volume correspond à celui de la thèse. Les illustrations sont regroupées par partie et chapitre.

Le volume III est constitué de huit annexes, dont la liste des sites inventoriés (annexe I), les fiches de synthèse des observations archéométriques (annexes IV et V) et les données analytiques (annexes VI et VII). Dans chaque annexe, un classement spécifique a été mis en place. Il est présenté en introduction des annexes correspondantes. Pour aider le lecteur, nous avons inséré dans ce volume une table des divisions stratigraphiques des temps géologiques (annexe IX) sur laquelle figurent toutes les périodes géologiques mentionnées dans le texte. En outre, une liste des principaux minéraux signalés dans l'argumentation est proposée. Le nom de chaque minéral est accompagné de sa formule chimique et de sa densité.

Conventions :

Sauf mention contraire, les photos sont de l'auteur.

Un renvoi de type (fig. I-64) désigne les figures du volume I.

Un renvoi de type (fig. 64) désigne les figures du volume II.

Un renvoi de type (annexe V) désigne les annexes du volume III.

Les sources non publiées sont mentionnées uniquement dans les notes de bas de page. Le renvoi correspondant est composé du lieu de conservation du document, de la série ou du numéro du dossier, du nom de l'auteur si celui-ci est connu, et de la date.

Les sources publiées, les sources épigraphiques et la bibliographie sont signalées dans le corps du texte. Le renvoi correspondant comprend le nom de l'auteur, l'année et la/les pages utilisée(s), le tout entre parenthèse.

Le renvoi [CDOX-X...] désigne la fiche de synthèse archéométrique correspondante (volume III).

Le numéro associé à un nom de site dans le texte (Bernadieu 1, **n°1**) est le numéro du site figurant dans la première colonne du tableau de l'annexe I. Il est utilisé seul pour désigner le site en question sur certaines cartes. Les noms de commune, de région naturelle ou d'entité administrative sont généralement accompagnés du numéro du département correspondant (11 : Aude ; 12 : Aveyron, 34 : Hérault ; 66 : Pyrénées-Orientales, 81 : Tarn...).

Nous avons utilisé dans la mesure du possible les normes établies dans le Lattara 6 pour la désignation des formes céramiques.

Les éléments chimiques et par extension les métaux et métalloïdes mentionnés dans le texte sont régulièrement désignés par leur symbole figurant dans la classification périodique de D. Mendeleïev (Ag : argent ; As : arsenic ; Au : or ; Bi : bismuth ; Cu : cuivre ; Fe : fer ; Mn : manganèse ; Pb : plomb ; Sb : antimoine ; Sn : étain ; Zn : zinc).

Principaux sigles et abréviations utilisés

A.D. : Archives Départementales.

BP : *Before Present*.

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

BSR : Bilan Scientifique Régional.

DFS : Document Final de Synthèse.

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement.

IGN : Institut Géographique National.

MEB-EDS : Microscope Électronique à Balayage – *Energy Dispersive Spectrometry*

MSE : Microsonde Électronique.

SRA : Service Régional de l'Archéologie.

US : Unité Stratigraphique.

cf : *confer*

Datation ¹⁴C : datation par mesure de l'activité radiologique du carbone 14 (¹⁴C).

%_{mass} : pourcentage massique.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	3
AVERTISSEMENTS	5
SOMMAIRE	7
INTRODUCTION	9
PARTIE I	
L'ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION DES MÉTAUX EN LANGUEDOC OCCIDENTAL	
ENTRE LE IV^{ÈME} S. AV. N. È. ET LE V^{ÈME} S. DE N. È. ÉTAT DE LA QUESTION	21
1. LES FONDEMENTS DE L'ANALYSE : POTENTIEL MINIER ET ÉCONOMIE DU	
LANGUEDOC OCCIDENTAL (IV^{ÈME} AV. N. E. - V^{ÈME} S. DE N. E.)	22
1.1. Le cadre naturel de l'étude	22
1.2. Éléments d'une problématique : l'évolution socio-économique du Languedoc occidental	
au second âge du Fer et à l'époque romaine	37
Bilan intermédiaire.....	51
2. LA PRODUCTION DES MÉTAUX AU SECOND ÂGE DU FER ET À L'ÉPOQUE	
ROMAINE EN LANGUEDOC OCCIDENTAL : BILAN CRITIQUE DE CINQUANTE ANS	
DE RECHERCHES ARCHÉOLOGIQUES	53
2.1. Du minerai au métal : notions techniques préliminaires	53
2.2. Les lieux et les rythmes de la production des métaux en Languedoc occidental	71
2.3. Les modalités techniques et socio-économiques de l'activité en Languedoc occidental	84
2.4. Pour une nouvelle lecture de la production des métaux entre le début du second âge du	
Fer et la fin de la période romaine	107
Bilan intermédiaire.....	116
CONCLUSION DE LA PARTIE II	118
PARTIE II	
LA PRODUCTION DES MÉTAUX EN LANGUEDOC OCCIDENTAL AU SECOND ÂGE DU	
FER ET À L'ÉPOQUE ROMAINE. NOUVELLES DONNÉES	121
1. MÉTHODOLOGIE ET OUTILS DE L'ENQUÊTE.....	122
1.1. Les lieux et les objets de la recherche.....	122
1.2. La démarche : de l'étude ponctuelle à l'approche extensive, et inversement	126
1.3. Les données de la recherche : méthode d'étude et outils de traitement.....	131
Bilan intermédiaire.....	142
2. L'EXPLOITATION DES GISEMENTS DE CUIVRE, ARGENT ET PLOMB DU VERSANT	
SUD DE LA MONTAGNE NOIRE.....	143
2.1. La mine des Barrency (Lastours, Fournes-Cabardès)	143
2.2. Le paysage minier du versant sud de la Montagne Noire	175

Bilan intermédiaire.....	180
3. L'EXPLOITATION DES GISEMENTS DE CUIVRE, ARGENT ET PLOMB DES CORBIÈRES	182
3.1. Un secteur minier de premier ordre : le Sarrat de Germa (Montgaillard, Padern).....	182
3.2. Un phénomène minier régional.....	210
3.3. Le traitement des minerais Cu-Ag-Pb : le site du Camp del Oliu (Corbières méridionales)	225
Bilan intermédiaire.....	247
4. L'EXPLOITATION DES GISEMENTS DE FER DES CORBIÈRES	249
4.1. L'extraction des minerais.....	249
4.2. Le paysage sidérurgique des Corbières.....	265
4.3. La production de fer : chronologie, ampleur, techniques et organisation de l'activité	275
Bilan intermédiaire.....	291
CONCLUSION DE LA PARTIE II.....	293
 PARTIE III	
JALONS D'UNE HISTOIRE DE LA PRODUCTION DES MÉTAUX EN LANGUEDOC OCCIDENTAL DU DÉBUT DU SECOND ÂGE DU FER A LA FIN DE LA PÉRIODE ROMAINE.....	295
1. UN ESSOR DE LA PRODUCTION DES MÉTAUX ANTÉRIEUR A LA CONQUÊTE ROMAINE (III^{ÈME}-II^{ÈME} S. AV. N. E.).....	296
1.1. De l'absence à l'invisibilité : la sidérurgie protohistorique.....	296
1.2. Le développement d'un marché des métaux non-ferreux en Languedoc occidental aux III ^{ÈME} -II ^{ÈME} s. av. n. è.	301
1.3. L'activité minière, témoin de l'évolution politique et économique du Languedoc occidental.....	314
Bilan intermédiaire.....	318
2. UN ESPACE DE PRODUCTION NARBONNAIS EN PLEINE ACTIVITÉ (FIN DU II^{ÈME} S. AV. N. È. - DÉBUT DU I^{ER} S. DE N. È.)	320
2.1. Un mouvement exploratoire généralisé des ressources minières du Languedoc occidental	320
2.2. Une double dynamique italienne et indigène.....	328
Bilan intermédiaire.....	350
3. LA PRODUCTION DES MÉTAUX AU HAUT-EMPIRE, UNE SITUATION CONTRASTÉE (I^{ER}-III^{ÈME} S.).....	353
3.1. Un arrêt de l'exploitation des gisements non-ferreux au I ^{er} s. de n. è. ?	353
3.2. L'exploitation des gisements de fer : vers une complexification des schémas de production	357
Bilan intermédiaire.....	365
4. LE BAS-EMPIRE, TEMPS DE RECOMPOSITIONS (IV^{ÈME}-V^{ÈME} S.).....	367
4.1. La fin de la production concentrée	367
4.2. Les facteurs de causalité : analyse critique de quelques hypothèses.....	367
Bilan intermédiaire.....	373
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	375
SOURCES.....	383
BIBLIOGRAPHIE.....	390
GLOSSAIRE	464
TABLE DES MATIÈRES.....	471
TABLE DES ILLUSTRATIONS DU VOLUME I	477

INTRODUCTION

Cette thèse est centrée sur la première grande phase de la chaîne opératoire ancienne des métaux, celle qui, de l'extraction* du minerai à son traitement minéralurgique et métallurgique, vise à produire du métal. Fondée sur l'exploitation de réalités naturelles transformées en ressources par l'homme, au premier rang desquels les gisements où sont extraits les minerais et les forêts nécessaires pour la fabrication du combustible utilisé dans leurs traitements, cette activité se caractérise par un fort ancrage territorial. Destinée à produire un matériau utilisé pour la fabrication d'objets aussi divers que des armes, de la monnaie, des outils agricoles ou des éléments de parure, elle ne relève pas seulement de mécanismes strictement techniques et économiques, mais possède aussi une dimension socio-politique particulièrement prégnante, en particulier lorsque les métaux intègrent des processus de thésaurisation. Enfin, faisant appel à des savoir-faire techniques spécifiques, elle est avant tout un phénomène socio-culturel. De fait, aborder la production des métaux, c'est s'atteler à un sujet polymorphe.

Notre travail intègre une problématique générale liée à l'évolution de cette activité – considérée sous ses aspects chronologiques, techniques et socio-économiques – en Gaule méditerranéenne du début du second âge du Fer et à la fin de la période romaine, entre le moment où les échanges avec le monde méditerranéen gagnent en intensité et la période de recompositions politiques et socio-économiques que constitue la fin de l'Antiquité. Sa définition a pour origine les conclusions d'un mémoire de Master 2, dont l'objectif était de réaliser un état des connaissances à l'échelle de l'ensemble de la Gaule méditerranéenne sur la question de la production des métaux au second âge du Fer et à l'époque romaine (Mantenant 2007). Les perspectives de recherche déterminées au terme de cette approche exclusivement bibliographique impliquaient le recentrage du sujet de thèse sur un espace plus réduit. Cet espace, le Languedoc occidental, englobe les plaines du Biterrois, de la vallée de l'Aude et du Lauragais audois, et les massifs montagneux de la bordure sud-orientale du Massif central, de la Montagne Noire et des Corbières (fig. I-1). Inscrit dans sa quasi-totalité dans les bassins de l'Aude et de l'Orb, il est limité au nord-est par la vallée de l'Hérault, à l'ouest par le seuil de Naurouze, au sud par la dépression du Fenouillèdes et à l'est par la côte méditerranéenne. Il couvre une partie des départements de l'Aude (11), de l'Aveyron (12) et de l'Hérault (34).

Deux raisons principales expliquent le choix du Languedoc occidental comme zone d'étude. La première est d'ordre géologique. Cette région abrite en effet l'une des principales concentrations de gisements miniers du Sud de la France (Aubague *et al.* 1977 ; BRGM 1979a). Ces ressources sont dominées en premier lieu par les gisements* de fer et les gisements de cuivre, argent et plomb. Ces trois dernières substances sont souvent associées au sein des mêmes minéralisations* et sont susceptibles d'intégrer une même chaîne opératoire, comme

nous le verrons dans la suite de ce travail. L'or est quant à lui un cas à part. Au XX^{ème} s., ce métal a été au cœur de l'activité d'une importante zone minière centrée sur la région de Salsigne, sur le versant sud de la Montagne Noire (11). Mais aucun élément ne prouve que le principal minerai aurifère exploité alors était connu des mineurs de l'Antiquité (Domergue 2002 : 90). En outre, les gisements alluviaux aurifères languedociens doivent être mieux caractérisés. Dans ces conditions, la question de l'exploitation de l'or en Languedoc occidental durant l'Antiquité, très rarement abordée par la recherche archéologique moderne, nécessiterait à elle seule la réalisation d'une thèse impliquant une longue enquête géoarchéologique. Il était donc peu raisonnable d'élargir notre sujet à un aspect aussi problématique. Nous avons préféré écarter ce métal, mais aussi l'étain, sixième et dernier des principaux métaux produits durant l'Antiquité, peu présent en Languedoc. De fait, seuls sont pris en considération ici les gisements de cuivre, argent et plomb d'une part, de fer d'autre part.

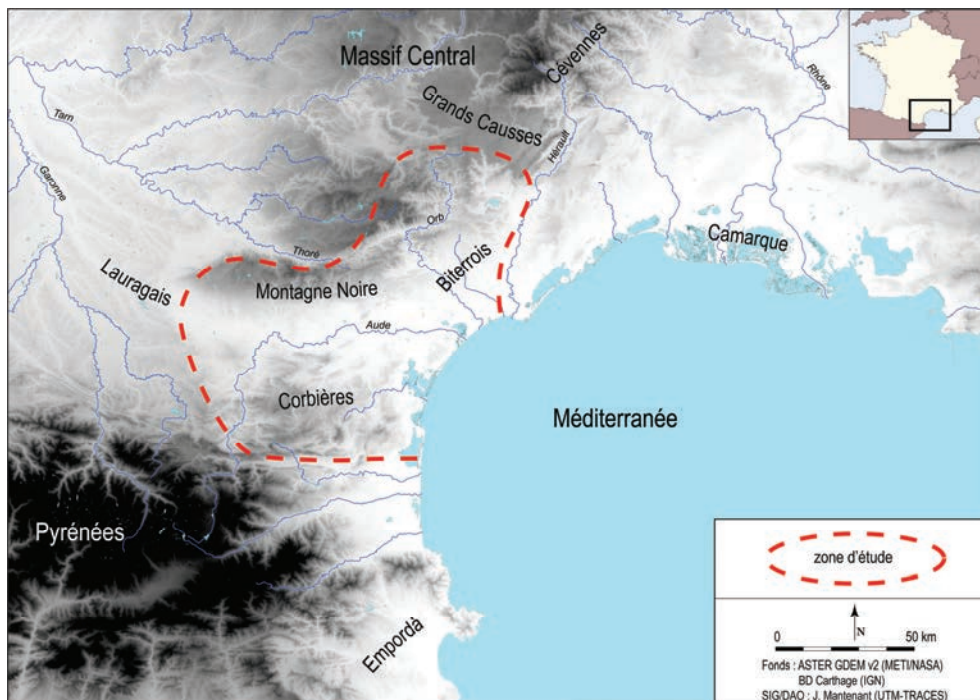


Fig. I-1 : localisation de la zone d'étude.

La seconde motivation est d'ordre scientifique. L'archéologie du métal a connu un essor important depuis une quarantaine d'années en Languedoc occidental, porté en particulier par le Centre de Recherche Archéologique de l'Université de Toulouse - Le Mirail, devenu l'Unité Toulousaine d'Archéologie et d'Histoire (UMR 5608 UTAH) en 1994, puis le laboratoire TRACES « Travaux et Recherches Archéologiques sur les Cultures, les Espaces et les Sociétés » en 2007. Parallèlement, l'archéologie et l'histoire économique régionales ont bénéficié des nombreux travaux réalisés par les chercheurs de l'UMR 5140 de Lattes « Archéologie des sociétés méditerranéennes ». Cette évolution, particulièrement prégnante au cours des deux dernières décennies, a permis un important renouvellement des problématiques liées à l'économie protohistorique et antique du Languedoc, plus particulièrement à la production du métal.

Dans ce domaine, l'attitude des hommes de sciences et des techniciens du monde de la mine vis-à-vis des vestiges miniers et métallurgiques anciens a largement évolué entre les premières descriptions des ressources minières languedociennes, publiées à partir du XVII^{ème} s. (Catel 1633 ; Arçons 1779 [1667] ; Genssane 1776-1779) et les premières enquêtes archéologiques du début du XX^{ème} s. Abordés dans le cadre de réflexions purement économiques jusqu'à la première moitié du XIX^{ème} s., les vieux travaux et amas de scories anciens marquant de leur empreinte les paysages languedociens n'ont été réellement considérés comme des éléments dotés d'un véritable intérêt historique qu'à partir du milieu de ce siècle. Cette dynamique s'inscrit dans un mouvement plus profond couvrant la seconde moitié du XIX^{ème} s. Celle-ci constitue une période fondamentale dans l'espace francophone, marquée par la publication de plusieurs études traduisant une réelle prise de conscience de l'intérêt historique des vestiges miniers et métallurgiques anciens (Quiquerez 1866 ; Daubrée 1868 ; 1881). Ce mouvement est bien décrit par une formule de Simonin, qui essaie « *d'introduire dans la science une branche nouvelle, et que l'on pourrait appeler l'archéologie minérale* » (Simonin 1858 : 558).

Néanmoins, malgré les progrès importants réalisés durant la seconde moitié du XIX^{ème} s. dans la prise en compte de ces vestiges par les historiens, les assertions sont encore légions pendant ce demi-siècle, qui font des Romains les principaux acteurs, de l'exploitation des ressources minières de la Gaule. Ce discours s'explique avant tout par la place prépondérante accordée aux rares textes antiques dans l'analyse historique du phénomène minier en Gaule. On le retrouve chez tous les observateurs qui se sont intéressés aux mines anciennes du Languedoc, généralement des hommes de l'art, tels qu'A. Boisse, directeur des mines de Carmaux, M. Esparseil, l'un des principaux exploitants miniers audois, ou A. Caillaux, ingénieur des mines (Boisse 1858 ; Caillaux 1875 ; Esparseil 1892 ; 1893 ; 1894). La première moitié du XX^{ème} s. marque un net progrès dans l'approche historique de ces vestiges, qu'illustrent les premières interventions archéologiques réalisées sur plusieurs sites liés à l'exploitation des gisements languedociens, en particulier la mine de Bouco-Payrol (Fayet, 12) et le site de Lascours (Ceilhes-et-Rocozels, 34) (Vasseur 1911 ; Balsan 1932 ; Lafitte 1935 ; Bonnet, Blanchet 1946 ; Astre 1947, 1948). Paradoxalement intervient un renversement du discours historique, accordant désormais le beau rôle aux Gaulois dans la mise en valeur des ressources régionales. Ainsi, voyant dans les amas de scories de la Montagne Noire le résultat de l'activité minière gauloise, L. Lafitte estime que les Gaulois étaient nettement supérieurs en matière de mines et de métallurgies aux Romains. Ces derniers, à ses yeux, « *ingénieurs des Ponts et Chaussées de premier ordre, étaient tout à fait ignorants dans l'industrie du fer* » (Lafitte 1935 : 133). Cette évolution s'inscrit dans la lignée des réflexions de l'historien C. Jullian, selon lequel « *les temps celtiques ont coïncidé, pour la Gaule, avec l'apogée de sa puissance métallique* » (Jullian 1920 : II, 302-304).

Cette courte digression historiographique permet de mesurer les changements intervenant au milieu du XX^{ème} s. Ceux-ci sont illustrés en terres languedociennes par l'activité de M. Labrousse. Cet historien met notamment en garde dans un article paru en 1958 contre l'attribution trop systématique des travaux anciens languedociens aux Gaulois ou aux Romains sur la base de théories générales, sans analyses détaillées et objectives de faits archéologiques clairement contextualisés (Labrousse 1958 : 91-92). Cet article, par l'objectivité vers laquelle tend son auteur, s'inscrit dans une période (années 1950-1960) au cours de laquelle sont mis en place les premiers outils d'une recherche spécifiquement orientée vers l'étude des mines et métallurgies anciennes (création de la Revue d'Histoire des Mines et de la Métallurgie,

constitution du Laboratoire d'Archéologie des Métaux, à Nancy). Parallèlement intervient la publication de contributions fondatrices dans l'espace francophone pour cette discipline en devenir, avec notamment les études de R. de Tryon-Montalembert sur la métallurgie du fer en Gaule et celle de P.-L. Pelet sur la sidérurgie du Jura Vaudois (Tryon-Montalembert 1955, 1956 ; Pelet 1960).

Cette activité annonce l'évolution qui touche les études historiques sur le métal dans l'Hexagone à partir des années 1970. Cette décennie est en effet celle où se constitue en France l'archéologie des mines et des métallurgies en tant que spécialité. Ce mouvement repose notamment sur l'activité des chercheurs lorrains, et des historiens et archéologues du Sud de la France, réunis autour de C. Domergue, J.-M. Pailler et P. Sillières. Ces derniers sont à l'origine de la constitution du pôle toulousain de recherche sur les mines et métallurgies anciennes.

L'acte fondateur de ce pôle est le démarrage en 1972 de l'étude du vaste ferrier* du domaine des Forges (Les Martyrs, 11), alors en cours d'exploitation pour les besoins de l'industrie sidérurgique. Etant donné les spécificités intrinsèques des matériaux étudiés par les archéologues, la nécessité s'impose dès la première phase de fouille du site (1972-1978) d'associer l'archéologie, la géologie, la minéralogie et la chimie dans le dessein de caractériser la nature des minerais traités et les technologies mises en œuvre par les métallurgistes antiques (Domergue *et al.* 1975 ; Domergue, Tollon 1975 ; Pailler *et al.* 1977). En outre, la volonté de l'équipe de déterminer le cadre économique dans lequel s'est développé l'établissement se traduit par la réalisation d'un premier inventaire archéologique, visant à éclairer les modalités d'occupation du sol sur le versant sud de la Montagne Noire (Guilbaut, Landes 1975 ; 1977).

Parallèlement, des reconnaissances sont réalisées par B. Léchelon, R. Gourdiolle, A. Vernhet et E. Hédan à partir du tournant des années 1960 et 1970 dans le bassin supérieur du Dourdou et la haute vallée de l'Orb, aux confins de l'Aveyron et de l'Hérault (Léchelon 1974 ; Hédan, Vernhet 1975 ; Gourdiolle 1977). La caractérisation de la chronologie de l'exploitation des nombreux gisements de cuivre, argent et plomb présents dans ces secteurs, en particulier celui de Bouco-Payrol, et l'évaluation de l'ampleur spatiale de l'activité sont alors au centre des enjeux. Les compléments apportés par la fouille du carreau minier* de Mange-Homme et la reprise de l'étude du site de Lascours dans les années 1970 confirment l'existence d'une activité minière vraisemblablement importante aux époques tardo-républicaine et augustéenne sur cette partie de la bordure sud-occidentale du Massif central. La découverte d'une trentaine de tessères portant plusieurs légendes faisant référence à une société minière italienne, documents originaux et rarissimes en Gaule, apportent en outre un premier éclairage sur l'organisation socio-économique de l'activité, dans laquelle il apparaît peu à peu que l'habitat groupé de Lascours a joué un rôle de premier plan (Barruol, Gourdiolle 1982 : 81-90). Le bassin supérieur du Dourdou et la haute vallée de l'Orb concentrent alors avec la Montagne Noire l'essentiel des interventions archéologiques menées spécifiquement sur le thème de la mise en valeur des gisements miniers languedociens durant l'Antiquité. Néanmoins, durant cette décennie, G. Rancoule et Y. Solier intègrent cet aspect dans les recherches qu'ils mènent sur les modalités de peuplement du massif des Corbières durant l'âge du Fer. Ces reconnaissances archéologiques, fondées sur une série de prospections assez localisées complétées par un sondage de sauvetage (site de réduction* de Ferrières, Montjoi), conduisent à la découverte de plusieurs sites antiques d'extraction et de traitement des minerais de fer et de cuivre, argent et plomb. Elles permettent

d'identifier dans les Corbières une quatrième zone d'exploitation antique des ressources minières languedociennes (Rancoule 1975 ; Rancoule, Solier 1977).

C'est toutefois pendant la décennie 1980 que le mouvement scientifique initié durant la décennie précédente prend une grande ampleur. Ce phénomène s'inscrit dans une évolution générale de l'archéologie minière et métallurgique, mieux structurée, qui connaît une augmentation du nombre de publications et de rencontres scientifiques (Domergue 1982 ; Mangin 1994a : 9-10 ; Domergue, Leroy 2000 : 3-4).

La Montagne Noire occupe encore une fois le devant de la scène, grâce à la fouille réalisée sur un second grand centre sidérurgique antique entre 1978 et 1985 (Co d'Espérou, à Saint-Denis, 11 ; Sablayrolles 1989a). Mais cette décennie est aussi et surtout celle des grands inventaires archéologiques spécifiquement orientés vers le recensement des sites miniers et métallurgiques et destinés à préciser l'ampleur de la production. Le développement de ce type d'enquêtes en France, que F. Braemer appelait de ses vœux en 1983 à l'occasion du colloque international sur *les ressources minérales et l'histoire de leur exploitation* (Braemer 1986), s'inscrit dans une nouvelle approche archéologique ayant pour problématique centrale ce que P. Leveau nomme « *la question du territoire* » (Leveau 1984). Ce mouvement est en grande partie impulsé dans le Sud-Ouest par le laboratoire d'archéologie de l'Université du Mirail, à Toulouse. Bien que la plupart des enquêtes soient centrées sur l'Antiquité, toutes affichent un caractère diachronique marqué, qui s'impose comme une nécessité eu égard à la nature des vestiges recherchés. Ces opérations impliquent la mise en œuvre d'une méthode de travail adaptée à la fois aux vestiges en question et au milieu naturel spécifique qu'est celui des massifs méditerranéens (Rebiscoul 1981 ; Sablayrolles 1982 ; 1989a). Dans la Montagne Noire, aux premières reconnaissances de la décennie précédente succède un inventaire plus systématique centré sur le bassin de l'Alzeau, autour du site du Co d'Espérou. Le phénomène concerne aussi les Corbières, la partie orientale de la Montagne Noire, les vallées du Jaur et de l'Orb, le sud de l'Aveyron, le Lodévois et les monts de Cabrières¹. Dès lors, c'est une grande partie de l'espace minier languedocien qui est explorée, notamment de nouvelles zones d'étude jusque-là peu abordées, telles que les monts de Cabrières. Des efforts de regroupement des enquêtes archéologiques sont alors tentés (*Inventaire et étude des mines antiques des Pyrénées, Cévennes et Limousin*, action de la Direction Générale de la Recherche Scientifique et Technique, dir. C. Domergue ; colloque *Mines et métallurgies antiques et médiévales de la France méridionale* : Domergue 1989 ; Cambon 1982).

Ce phénomène conduit inévitablement à une augmentation significative du nombre global de sites de production recensés en Languedoc occidental. Néanmoins, les recherches demeurent inégales d'un secteur à l'autre. Ainsi, le travail universitaire réalisé par R. De Filippo *et al.*, limité à une série de prospections pédestres, reste sans suite. La thèse démarrée sur la production antique des métaux dans les Corbières (C. Cambon, UTM) n'aboutit pas. En revanche, au même moment, une nouvelle campagne de fouille est initiée sur le site de Lascours et un sondage est ouvert sur le carreau du site minier antique de Maynes (1978-1983), tandis que les monts de Cabrières font l'objet de recherches importantes : plusieurs sites miniers sont alors

¹ Dejean *et al.* 1985 ; Marsac 1987, 1988 ; Cambon 1989 ; Langlois 1989 ; De Filippo *et al.* 1982 ; Barge *et al.* 1983 ; Ambert *et al.* 1984 ; 1985 ; Lopez 1989 ; Gourdiolle 1989 ; Landes 1989a, 1989b.

explorés et fouillés parallèlement à la réalisation d'une prospection systématique diachronique de l'ensemble de la zone minéralisée (Bailly-Maître *et al.* 1984).

Les décennies 1990 et 2000 sont marquées par un certain essoufflement de la recherche archéologique en Languedoc occidental. Cette évolution est liée notamment au fait que le vaste mouvement exploratoire de la décennie 1980 reposait en grande partie sur des travaux universitaires qui n'ont pu être prolongés par des programmes de recherche inscrits dans la durée. Globalement, ce sont désormais des interventions très ponctuelles qui sont menées dans les zones minéralisées des Corbières et de la bordure sud-orientale du Massif central (Léchelon 1997, 2011 ; Gourdiolle, Landes 1998a, 1998b ; Pauc, Pauc 1998). Les monts de Cabrières sont un cas à part, dans la mesure où la recherche archéologique reste ici assez active. Néanmoins, bien que l'équipe travaillant dans cette zone ait toujours eu le souci d'aborder la production métallique dans la diachronie, l'exploitation des gisements de cuivre au Chalcolithique et à l'âge du Bronze est désormais au centre des problématiques (Ambert 1996 ; Bouquet *et al.* 2006 ; Ambert *et al.* 2009).

La Montagne Noire connaît quant à elle un regain d'activité avec le démarrage de la seconde phase d'étude du site du domaine des Forges (1989-1995 ; Domergue 1993). Celle-ci est marquée par un renforcement du caractère interdisciplinaire des investigations. Le domaine technique et économique bénéficie très largement de cette approche, grâce à la découverte des structures de traitement aménagées sur le site au I^{er} s. av. n. è. La caractérisation des techniques mises en œuvre par les sidérurgistes antiques sous-tend la réalisation des premières expérimentations métallurgiques, combinées à de nouveaux programmes d'analyses archéométriques (Jarrier 1993 ; Domergue *et al.* 1999 ; Domergue *et al.* 2003a ; Fabre 2004b). La détermination, dans ces grandes lignes, du fonctionnement des bas-fourneaux permet dès lors d'engager une évaluation de la production de métal du massif durant l'Antiquité. Cette approche repose à la fois sur les enseignements tirés des expérimentations, les résultats des prospections menées dans le massif, dont l'amplitude augmente progressivement, jusqu'à couvrir une grande partie du versant sud de la Montagne Noire (Tournier 1994 ; Decombeix *et al.* 2000 ; Decombeix *et al.* 2004) et l'évaluation des quantités de déchets contenus dans les ferriers inventoriés (Decombeix *et al.* 1998 : 78). L'ampleur de la production ainsi restituée fait de la Montagne Noire l'une des principales régions de production de fer de l'Empire romain (Domergue *et al.* 2003b). Cet acquis soulève dès lors la question des débouchés du métal. Son insertion dans les grands courants d'échanges de l'Occident romain était supposée, notamment depuis la découverte dans les années 1990 de cargaisons de barres de fer dans plusieurs épaves antiques échouées au large de la Camargue alors que les ateliers sidérurgiques de la Montagne Noire étaient en pleine activité (Long *et al.* 2002). Ce n'est qu'à partir de l'étude croisée de plusieurs de ces barres, faisant appel à l'épigraphie et à l'archéométrie, qu'est mise en lumière la présence dans ces cargaisons de fer produit dans la Montagne Noire. Se pose alors la question de l'organisation des circuits de commercialisation de ce métal, qui fait encore aujourd'hui débat (Coustures *et al.* 2006 ; Pagès *et al.* 2008).

Au terme de plus quarante années d'enquête, les études réalisées dans ces différents secteurs sont à l'origine de découvertes au retentissement national. Pour autant, force est de

constater les larges déséquilibres entre les différentes interventions réalisées.

Il s'agit tout d'abord d'un déséquilibre méthodologique. A ce jour, seuls trois sites sont directement liés à la mise en valeur des gisements miniers du Languedoc occidental ont fait l'objet de fouilles extensives (domaine des Forges, Co d'Espérou, Lascours). C'est là un chiffre très faible, au regard du nombre de sites connus, de la superficie de l'espace considéré et de son importance dans l'histoire de l'archéologie des métaux française. Les autres interventions ont essentiellement pris la forme d'opérations de prospection et, plus rarement, de sondages archéologiques ponctuels et d'extension limitée (fig. 1 et 2). Or, sauf exception, l'étude sur le moyen ou le long terme d'un site minier ou métallurgique, par le biais de sa fouille et de la mise en place de programmes analytiques adaptés, est le type d'intervention le plus à même de permettre l'élaboration d'un cadre de réflexion solide sur les activités productives, tant sur un plan technologique et chronologique que socio-économique. L'ampleur des informations recueillies au cours des différentes campagnes de fouilles réalisées sur le site du domaine des Forges ou à Lascours est en ce sens révélatrice de l'intérêt de telles enquêtes.

C'est ensuite un déséquilibre spatial. Le bilan historiographique ci-dessus met clairement en avant la position prééminente de la Montagne Noire et, dans une moindre mesure, du bassin supérieur du Dourdou, de la haute vallée de l'Orb et des monts de Cabrières, dans les recherches réalisées depuis une quarantaine d'années. Force est de constater en revanche le net retrait de certaines zones minéralisées, à l'image des Corbières, du Lodévois, de la vallée de la Mare et du sillon du Thoré. On ne peut avancer comme explication la moins grande richesse de ces zones en gisements miniers, leur plus grand isolement ou l'absence de mentions de vestiges d'exploitation anciens dans la documentation minière ou géologique, l'une des principales sources d'information utilisées par les archéologues du métal. Un tel décalage est la conséquence d'un ensemble de circonstances, telles que l'abandon de la thèse démarrée au début des années 1980 dans les Corbières par C. Cambon.

Il faut aussi noter un déséquilibre thématique. La sidérurgie occupe une place prédominante dans les recherches réalisées depuis les années 1970 (Mantenant, Rico 2011). C'est là une situation qui n'est pas propre au Languedoc occidental. Pour la période chronologique considérée dans cette thèse, la production de fer est le domaine d'activité qui a le plus bénéficié de l'essor de l'archéologie minière et métallurgique en France ces dernières décennies (Mangin 1996 : 179 ; Domergue, Leroy 2000 : 5-6). Les programmes de recherche mis en œuvre sont nombreux, qui ont conduit à l'organisation de plusieurs colloques et à la publication de synthèses régionales ou nationales (Mangin *et al.* 1992 ; Mangin 1994b ; 2004b ; Leroy 1997 ; Dumasy *et al.* 2010). Pour le Sud de la Gaule, on dispose désormais d'un certain nombre de travaux de référence sur la production du fer durant l'Antiquité (Feugère, Serneels 1998a ; Beyrie 2003 ; Pagès 2008). Force est de constater en revanche le relatif retrait de la production des métaux non-ferreux², situation qui n'est pas spécifique au territoire languedocien, loin s'en faut. Jusqu'à récemment, en Europe et sur le pourtour du bassin méditerranéen, bien rares étaient les vestiges d'exploitation des minerais de cuivre, argent et plomb datant de l'âge du Fer ou de la période romaine ayant fait l'objet d'une étude détaillée. Il

² Dans la suite du texte, nous regrouperons sous l'expression « métaux non-ferreux » le cuivre, le plomb, l'argent.

existait quelques sites emblématiques étudiés de longue date, qui ont pendant longtemps constitué les seuls points de référence sur le pourtour du bassin méditerranéen, à l'image des structures identifiées à Monte Romero (Kassianidou 1993), des mines et aires de traitement des minerais du Laurion (Conophagos 1980 ; 1989), des villages de mineurs de La Loba et d'El Centenillo (Blazquez *et al.* 2002 ; Domergue 1971). Depuis quelques années, on observe un mouvement inverse, en particulier dans la péninsule Ibérique. Sur ce territoire, plusieurs programmes de recherche centrés sur la production de cuivre, d'argent ou de plomb au cours de l'âge du Fer et de la période romaine ont en partie renouvelé notre perception de cette activité, en particulier en ce qui concerne les savoir-faire techniques (Antolinos Marín, Rico 2012 ; Rafel Fontanals *et al.* 2008c ; Renzi *et al.* 2009 ; Rovira, Renzi 2013).

L'ensemble de ces travaux constituent des repères importants qui incitent désormais à s'intéresser avec plus de force à la mise en valeur des gisements non-ferreux de notre espace d'étude, en se penchant en particulier sur les modalités d'exploitation de ces gîtes, la chaîne opératoire conduisant du minerai au métal et la nature des productions. À travers ces aspects, ce sont les dynamiques socio-économiques propres à cette activité qui peuvent être abordées. Les spécificités de cette chaîne opératoire impliquent la mise en œuvre de stratégies singulières, tant en ce qui concerne l'approvisionnement en matières premières que les choix dans les techniques de traitement. Les productions sont quant à elles au centre d'enjeux économiques et politiques potentiellement importants étant donné en particulier les usages faits de l'argent et du cuivre, principaux métaux monétaires en Méditerranée nord-occidentale durant le second âge du Fer et la période romaine. Dès lors, leur acquisition peut induire la mise en œuvre de moyens techniques à la hauteur des intérêts des différents acteurs de l'activité. Elle peut impliquer en outre des rapports particuliers à l'espace minéralisé, convoité, contrôlé, disputé, exploité, mais aussi entre les groupes impliqués dans leur production et leur utilisation. Ces dynamiques ont nécessairement été évolutives, et tributaires de l'évolution socio-économique et politique du territoire considéré. Le décryptage de l'ensemble de ces phénomènes passe donc par une bonne caractérisation de la chronologie de l'activité.

Or, le quatrième déséquilibre apparaissant dans le bilan proposé dans les pages précédentes est justement chronologique. À l'opposé des développements suivis par l'histoire des mines durant la première moitié du XX^{ème} s., largement influencée par une vision celtisante peu argumentée, l'époque romaine occupe une place centrale dans les recherches archéologiques réalisées depuis quarante ans. C'est tout particulièrement vrai pour la période comprise entre la fin du II^{ème} s. av. n. è. et le I^{er} s. de n. è. En revanche, le comportement des populations de l'âge du Fer vis-à-vis des ressources minières languedociennes est pour ainsi dire quasiment inconnu. De même, bien peu d'éléments, excepté quelques sites emblématiques sur lesquels nous reviendrons, apportent un éclairage sur la place de ces gisements dans l'économie régionale à l'époque impériale. Ce phénomène est-il la simple traduction d'une réalité historique ?

Sans tomber dans une vision déterministe, on peut tout de même noter le paradoxe que constitue cette situation eu égard à l'évolution que connaît le Languedoc occidental au second âge du Fer. Cette évolution trouve son origine dans les profonds changements que connaît la région à partir du VI^{ème} s. Elle entre alors en effet dans une phase de transformations économiques, politiques et socio-culturelles stimulées à la fois par des facteurs internes et

externes aux populations locales. Les stimuli externes sont en grande partie liés à l'essor des échanges en Méditerranée occidentale, dont les principaux acteurs sont les Étrusques, les Grecs de Marseille et les Phéniciens. Ce phénomène est concomitant d'une plus forte structuration territoriale et économique des groupes indigènes de l'actuel Languedoc. Cette évolution conduit à un renforcement des identités indigènes occupant le Languedoc au second âge du Fer, en l'occurrence les Tectosages entre Toulousain et vallée de l'Aude, les Arécomiques entre Hérault et Rhône et un ensemble de communautés indigènes occupant l'espace situé entre l'Hérault et les Corbières, au statut encore aujourd'hui discutés (Gorgues 2010 : 54-55 ; Vial 2011 : 15-44). Dans cette évolution, l'émergence d'un nouvel acteur économique et politique en Méditerranée nord-occidentale, en l'occurrence Rome, à l'issue de la seconde Guerre Punique (218-202 av. n. è.) n'est pas sans conséquence d'un point de vue économique et politique. Ce nouvel ordre soulève de nombreuses questions quant à la situation du Languedoc occidental à partir du tournant des III^{ème} et II^{ème} s. qui doivent beaucoup aux hypothèses formulées par C. Ebel dans son ouvrage sur la Gaule Transalpine (Ebel 1976). Dans ces conditions, la conquête par Rome de la Gaule méditerranéenne, placée traditionnellement dans les années 120 av. n. è., et la fondation de la colonie romaine de Narbonne en 118, si elles constituent une étape majeure à l'origine d'importantes mutations socio-économiques, culturelles et politiques en Languedoc occidental, se placent dans une évolution qu'il faut nécessairement envisager sur le long terme.

Dès lors, il convient de s'interroger sur la nature des données recueillies depuis quarante ans dans le domaine de la production des métaux durant l'Antiquité entendue au sens large. Celles-ci tendent à désigner la fin du II^{ème} s. av. n. è. comme un tournant majeur ouvrant une phase d'essor sans précédent de la mise en valeur des ressources minières languedociennes, dont le I^{er} s. av. n. è. constituerait le paroxysme. Ce schéma historique et économique est-il totalement pertinent ? N'est-il pas plutôt la conséquence d'un « paradigme de la Conquête » qui aurait largement guidé les recherches archéologiques réalisées depuis une quarantaine d'années et tendrait, indirectement, à oblitérer les initiatives indigènes antérieures mais aussi dans une certaine mesure les dynamiques touchant la production métallique languedocienne après la période augustéenne ?

Le moment important d'un point de vue économique dans l'histoire du Sud de la Gaule que constitue la fin du II^{ème} s. s'inscrit en effet dans un processus socio-économique plus ancien, dans lequel les métaux occupent une place essentielle. Les indices d'un travail du métal apparaissent de manière récurrente dans les habitats du second âge du Fer, qui dénotent un large usage des alliages base-cuivre et du fer. En outre, au-delà des débats encore vifs autour de la valeur accordée à la monnaie par les indigènes avant le I^{er} s. av. n. è., le développement des monnayages d'argent et de bronze dans cet espace à partir du III^{ème} s. paraît tout de même constituer l'indice d'une place plus grande accordée au métal par les groupes indigènes dans leur économie et, partant, dans leurs rapports sociaux. Enfin, si les indices d'une exploitation des ressources minières languedociennes durant le second âge du Fer sont particulièrement rares, les découvertes se succèdent depuis une quinzaine d'années en France, qui apportent un nouvel éclairage sur la production des métaux à l'âge du Fer sur son territoire. Dans ce domaine, l'identification des aurières gauloises du Limousin constitue sans nul doute l'un des acquis les plus spectaculaires (Cauuet 2004), mais il faut aussi souligner les progrès

considérables réalisés dans le domaine de la sidérurgie, dont une partie est synthétisée dans un ouvrage récent (Milcent 2007). Enfin, plus au sud, de nombreuses avancées ont été obtenues au sujet de la production métallique des populations de la péninsule Ibérique, notamment celles du Nord-Est (Kassianidou 2003 ; Rafel Fontanals *et al.* 2008c ; Rovira, Renzi 2013).

L'ensemble de ces résultats invitent à poser clairement la question du comportement des groupes indigènes du Languedoc occidental vis-à-vis des gisements miniers de ce territoire au second âge du Fer, alors que le Languedoc occidental intègre des réseaux d'échanges méditerranéens dans lesquels les métaux constituent une partie des produits en circulation et que le travail du métal paraît largement répandu chez ces populations. Ne faut-il pas faire de l'essor de l'activité minière restitué à partir de la fin du II^{ème} s. la prolongation d'un phénomène socio-économique et technique déjà bien ancré chez les groupes indigènes languedociens du second âge du Fer, dans lequel on percevrait clairement la marque de l'évolution de l'économie du métal en Méditerranée nord-occidentale entre le IV^{ème} et le II^{ème} s. av. n. è. ?

Il s'avère nécessaire au préalable d'examiner la réalité d'une exploitation des gisements miniers régionaux durant cette période, dans le cadre d'une lecture globale des activités d'extraction et de traitement des minerais entre le début du second âge du Fer et la fin de la période romaine. Notre démarche s'inscrit en effet clairement dans la longue durée. Au regard de la nature des informations archéologiques que nous sommes amené à étudier, cette approche est la seule à même de permettre une juste caractérisation des rythmes de la production métallique régionale, et partant, facilite la compréhension des mécanismes à l'origine des transformations touchant cette activité durant la période considérée. Il s'agit en particulier de questionner le devenir de l'activité minière indigène en apportant de nouveaux éléments de caractérisation de l'impact technique, économique ou socio-culturel engendré par la conquête romaine dans la mise en valeur des ressources régionales. Dès lors, on peut tenter de distinguer les changements engendrés à partir de la fin du II^{ème} s. av. n. è. par la prise de contrôle par Rome de ce territoire et la fondation de Narbonne, des éventuelles permanences résultant d'une situation antérieure, tout en évaluant la pérennité de ces transformations sous l'Empire. Susceptible sinon de nuancer l'impact de la domination romaine et de réviser des thèses traditionnellement admises, du moins de faire la lumière sur la réalité, sans doute plus complexe qu'il n'y paraît, du phénomène touchant les gisements régionaux à partir de la fin du II^{ème} s. av. n. è., ce questionnement intègre une réflexion plus large sur l'économie minière d'un territoire durant l'Antiquité. Celle-ci porte sur les motivations socio-politiques, mais aussi géologiques et géographiques qui ont présidé à l'exploitation des gisements du Languedoc occidental. Ce travail est susceptible à terme de permettre une réévaluation de la place de cet espace dans l'économie du métal de la Gaule et plus largement de la Méditerranée occidentale entre le début du second âge du Fer et la fin de la période romaine.

Cette approche implique une nouvelle lecture des données recueillies depuis une quarantaine d'années. Il était donc nécessaire de réaliser dans un premier temps un bilan détaillé du potentiel minier régional et de quatre décennies de recherches en archéologie minière et métallurgique. La synthèse de ces informations, proposée dans la première partie de la thèse parallèlement à la présentation du cadre historique et économique dans lequel nous allons évoluer au fil des pages, doit permettre de mesurer plus précisément les acquis et les points

problématiques de ces travaux. Il faut en particulier s'interroger sur la représentativité des données archéologiques à notre disposition. Ces dernières sont-elles suffisamment significatives ? Ou au contraire, leur réexamen invite-t-il à nuancer les hypothèses formulées à ce jour ?

Pour dépasser les schémas historiques proposés jusqu'à présent à partir de ce corpus de données, on ne peut se contenter d'une simple lecture critique de la documentation existante. Il s'agit au contraire d'apporter de nouveaux éléments de réflexion. Cet objectif a nécessité la mise en œuvre d'une approche archéologique centrée sur d'importantes investigations de terrain (prospections thématiques, explorations minières, sondages archéologiques), précédées d'un travail de recherche documentaire faisant appel à la documentation minière, géologique, historique et archéologique et complété par une approche archéométrique.

Cette longue enquête, dont les résultats sont présentés dans la seconde partie de la thèse, comprend deux volets d'étude, définis en fonction des conclusions du bilan détaillé dressé dans la première partie. Nous nous sommes interrogé en premier lieu sur les modalités d'exploitation des gisements de cuivre, plomb et argent du Languedoc occidental, en orientant notre enquête vers plusieurs zones minéralisées du versant sud de la Montagne Noire et des Corbières. Ce travail s'appuie en particulier sur le programme d'étude archéologique démarrée en 2009 dans la mine des Barrencs (Montagne Noire), appelée nous le verrons à devenir un site emblématique. Un programme d'analyses archéométriques à caractère exploratoire a été développé tout au long du processus d'enquête de ce premier volet. L'objectif était d'éclairer les modalités d'exploitation des minerais de cuivre-argent durant la période tardo-républicaine, dans une zone de production des Corbières (Sarrat de Germa) clairement définie d'un point de vue archéologique. Il s'agissait notamment de préciser les techniques de traitement de ces minerais et la nature des métaux produits à partir de ces derniers.

Les ressources minières présentes sur le versant sud de la Montagne Noire et dans les Corbières affichent un caractère polymétallique marqué. Or, selon nous, une zone de production doit être considérée dans sa globalité et sa diversité. Pour une période donnée, les activités développées sur les gisements de la zone en question, qu'il s'agisse de gisements de fer, de cuivre, de plomb ou d'argent, soulèvent les mêmes questions concernant les techniques utilisées (extraction et traitement des minerais, charbonnage), les ressources mises en œuvre (bois, combustible, main d'œuvre) et les mécanismes de contrôle de la production et d'insertion dans les réseaux d'échange. Dès lors, la prise en compte de l'ensemble de ces activités, susceptible d'éclairer leurs points communs, leurs spécificités, leurs inter-actions ou au contraire leur nette séparation, ne peut que participer à une meilleure caractérisation de chacune d'entre elles et aider à la compréhension du cadre socio-économique et culturel dans lequel elles se sont développées. Dans l'optique d'une approche globale de la mise en valeur des gisements miniers languedociens, nous avons donc jugé opportun d'élargir notre champ d'investigation à l'autre grande production métallique du massif des Corbières, le fer. Nous avons en revanche laissé de côté la sidérurgie antique de la Montagne Noire, déjà largement étudiée.

Enfin, au terme de ce travail, la synthèse de l'ensemble des informations disponibles visent à apporter des éléments de réponse à la problématique de la thèse, en définissant les principaux jalons d'une histoire de la production des métaux en Languedoc occidental couvrant le second âge du Fer et la période romaine. Il s'agit en particulier de replacer cette activité dans son cadre historique, via sa mise en perspective avec l'évolution économique, socio-culturelle et

politique que connaît le Languedoc occidental durant la même période. Cette démarche fait appel aux principales informations disponibles dans le domaine de l'occupation rural et urbaine, de la culture matérielle, des activités agricoles et commerciales. Elle apporte des éléments de compréhension des rythmes observés dans l'évolution de la production des métaux du Languedoc occidental, et permet de situer cette activité dans l'évolution économique de ce territoire, et plus largement de la Méditerranée nord-occidentale durant la période considérée. Un tel travail n'est qu'une étape dans un long processus de recherche, conduisant au final à la définition de nouvelles perspectives de recherche. Prolongeant notre problématique, elles sont susceptibles d'apporter de nouveaux éclairages sur l'économie de la Méditerranée nord-occidentale au second âge du Fer et au début de la période romaine, plus particulièrement sur la formation et le développement d'un marché des non-ferreux, dont l'argent dans cet espace à partir du III^{ème} s. av. n. è.

PARTIE I

L'ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION DES MÉTAUX EN LANGUEDOC OCCIDENTAL ENTRE LE IV^{ème} s. AV. N. È. ET LE V^{ème} s. DE N. È. ÉTAT DE LA QUESTION

1. LES FONDEMENTS DE L'ANALYSE : POTENTIEL MINIER ET ÉCONOMIE DU LANGUEDOC OCCIDENTAL (IV^{ÈME} AV. N. E. - V^{ÈME} S. DE N. E.)

Avant d'aborder la production métallique du Languedoc occidental, il est nécessaire de présenter les ressources minières de cet espace, dont l'existence est l'une des conditions du développement d'une telle activité. L'examen de cet aspect apporte des précisions sur la nature et la répartition des ressources languedociennes, et partant, sur les enjeux socio-économiques et territoriaux qu'elles sous-tendent. De fait, dans un second sous-chapitre, il s'agit de proposer une lecture des rythmes de l'évolution économique du Languedoc occidental entre le milieu du l'âge du Fer et la fin de la période romaine. Cette présentation du cadre géologique, historique et économique de notre sujet constitue le socle de notre étude.

1.1. Le cadre naturel de l'étude

L'objectif de ce premier chapitre implique un examen préalable de la géographie et de la géologie régionale, qui permet de comprendre la répartition des gisements miniers. La réalisation d'un bilan détaillé du potentiel minier régional implique la prise en compte de l'ensemble des gisements³ susceptibles de contenir les principaux métaux considérés dans ce travail, à savoir le cuivre, l'argent, le plomb et le fer⁴. Cette approche s'appuie essentiellement sur les nombreux travaux qui, à partir des années 1950, ont largement renouvelé les connaissances géologiques, minéralogiques et métallogéniques régionales⁵. Outre la réalisation de l'inventaire des gisements présents en Languedoc occidental, ces enquêtes permettent de caractériser leurs modes de formation et leurs minéralisations en fonction des critères scientifiques et économiques actuels.

Il faut toutefois garder à l'esprit la grande variabilité, tant dans l'espace que dans le temps, des notions de minerai* et de gisement minier. Le terme de minerai désigne une roche plus ou moins hétérogène dans laquelle les minéraux porteurs des métaux sont présents sous forme de combinaisons minéralogiques souvent complexes, associés à des minéraux non métalliques constituant la gangue*. Ce terme renvoie avant tout à une notion économique. Pour qu'un

³ Par « gisements », nous désignons le lieu où l'on rencontre une substance déterminée et en quantité significative, en l'occurrence, ici, des minerais. Nous reprenons la définition proposée dans Foucault, Raoult 2001 : 153.

⁴ Nous n'avons pas tenu compte des autres substances connues et exploitées durant l'Antiquité et considérés aujourd'hui comme des métaux ou des métalloïdes, en l'occurrence l'or, l'étain, l'électrum (alliage naturel d'or et d'argent), le mercure (*argentum vivum*), obtenu à partir du cinabre, l'arsenic et l'antimoine employés notamment à des fins médicales (Pline l'Ancien, *Hist. Nat.* : XXXIII, 70-131 ; Halleux 1974 : 9-11 ; Domergue 2008 : 54-55). Le zinc était vraisemblablement inconnu en tant que métal. En revanche, un de ces minerais, la smithsonite, a été utilisée à l'époque romaine pour la fabrication du laiton (Craddock 1995 : 292-302 ; Rehren 1999 ; Desbat *et al.* 2000).

⁵ Les principaux résultats de ces travaux sont compilés dans quelques synthèses régionales, en particulier l'ouvrage que M. Aubague, J.-J. Orgeval et M. Soulié ont publié en 1977 (Aubague *et al.* 1977).

produit naturel soit considéré comme un minerai métallifère, ce produit doit en effet contenir le métal recherché à une teneur suffisante pour être exploitable. Or, une telle teneur est fonction de plusieurs facteurs d'ordres socio-économiques et techniques. Les critères en fonction desquels sont aujourd'hui évaluées la richesse ou la pauvreté des gisements en métal sont absolument différents de ceux qui guidèrent l'exploitation de ces ressources avant la révolution industrielle. Les conditions économiques ont évolué, les connaissances techniques aussi, et plusieurs siècles d'exploitation ont largement diminué le stock de minerai présent dans les gisements. De petites concentrations métalliques considérées comme de simples indices* dénués d'intérêt d'un point de vue économique d'après les critères actuels, ont très bien pu être exploitées au cours des siècles précédents en fonction du prix de revient de la production par rapport au prix marchand (Chaussin, Hilly 1974 : 11-13 ; Nicolini 1990 : 3).

Or, ces indices réduits et actuellement sans aucun intérêt économique sont rarement mentionnés dans la documentation récente. Par conséquent, pour limiter les biais engendrés par celle-ci et évaluer les potentialités minières du Languedoc occidental de manière satisfaisante, il était nécessaire d'élargir le spectre de la documentation consultée. Nous avons donc pris en compte une série de travaux plus anciens publiés par les acteurs de l'activité minière entre le XVIII^{ème} s. et le début du XX^{ème} s. (Genssane 1776-1779 ; François 1849-1851 ; Esparseil 1893, 1894, 1895, 1896, 1897 ; Esparseil 1921 ; Hyvert 1933a).

1.1.1. Milieu physique et géologie

Un espace méditerranéen au relief contrasté

Le Languedoc occidental est avant tout un espace largement ouvert sur la Méditerranée, entre l'embouchure de l'Hérault et l'étang de Leucate (fig. I-2 et fig. I-3). Sa côte est d'ailleurs une zone privilégiée, où les courants SO-NE et NE-SO alternent et font du littoral languedocien la zone d'aboutissement d'un mouvement plus large longeant les côtes italiennes et provençales (Arnaud 2005 : 24-25, 56-57). En arrière du littoral languedocien, le long duquel s'égrène une suite autrefois ininterrompue d'étangs, vestiges d'anciennes lagunes, progressivement colmatées (Bavoux 1997 : 52-53 ; Bousquet 2006 : 110-114) s'étend un vaste ensemble de plaines et collines littorales formant la basse vallée de l'Aude au sud, le Biterrois au nord, au milieu desquels pointent les massifs de Saint-Chinian, de La Clape et les pointements volcaniques de la région d'Agde. Ces plaines littorales assurent une large ouverture du Languedoc occidental vers la péninsule Ibérique au sud, la vallée du Rhône et au-delà l'Italie et l'Europe septentrionale au nord-est. Ce bas-pays est prolongé vers l'ouest par un second espace de plaines et de collines centré sur la moyenne vallée de l'Aude et le Lauragais, qui, avec la moyenne vallée de la Garonne, constituent ce qu'il est convenu d'appeler l'axe « Aude-Garonne ». Au centre de cet axe, les collines de Saint-Félix taillées au pied de la Montagne Noire dans les sédiments éocènes séparent au niveau du seuil de Naurouze le Lauragais audois du Lauragais toulousain. Elles forment la limite occidentale de notre espace d'étude.

En arrière-plan, dominant les plaines et collines biterroises et audoises, s'élèvent des massifs de basse et moyenne montagne appartenant aux domaines du Massif central et des Pyrénées. Situées au sud du couloir audois, entre Méditerranée et Atlantique, plaines

languedociennes et Pyrénées, les Corbières sont encadrées par le cours de l'Aude, le littoral méditerranéen, la vallée de l'Agly et le sillon du Fenouillèdes. Ce massif est constituée de d'un ensemble de collines et de montagnes peu élevées dont les altitudes s'échelonnent en moyenne entre 200 et 800 m (Pech de Bugarach : 1231 m). L'altitude augmente à mesure que l'on s'avance vers le sud et le sud-ouest, en direction des Hautes Corbières, dont les limites suivent approximativement celles du massif paléozoïque de Mouthoumet (cf. p. 26). Une géologie complexe, une lithologie variée, expliquent ici « l'extraordinaire enchevêtrement » du relief, très compartimenté (Ferras *et al.* 1979 : 108-109 ; Mottet 1993 : 314-315).

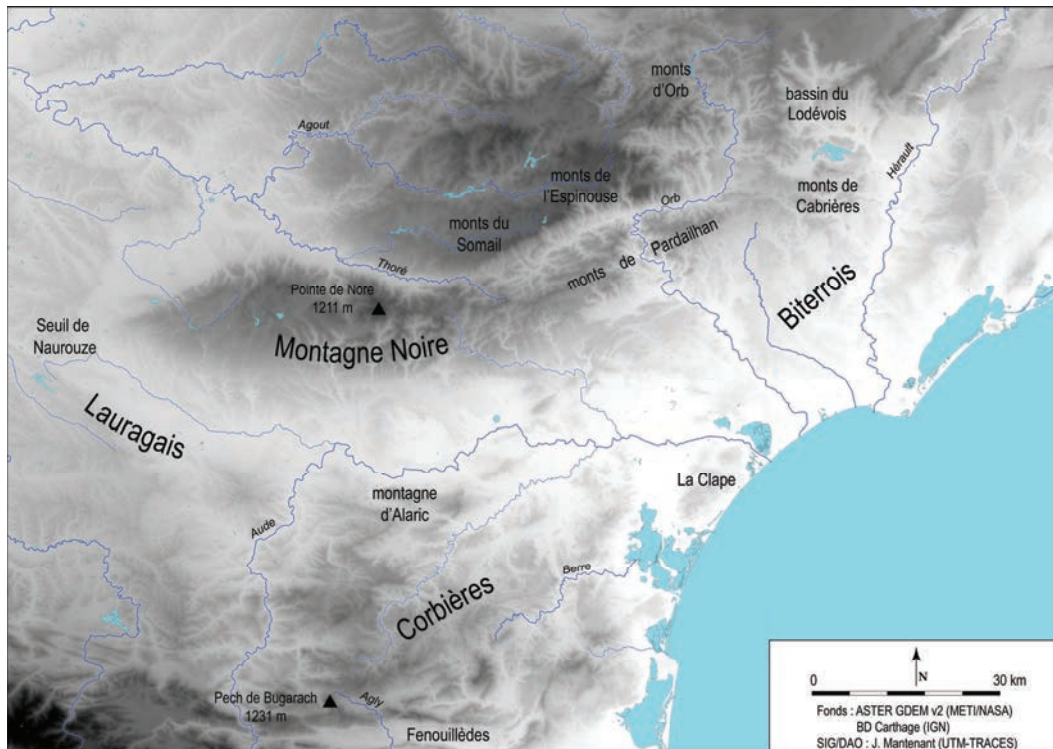


Fig. I-2 : le Languedoc occidental, cadre physique.

Au nord du couloir audois, sur la bordure sud-orientale du Massif central, s'étend un espace montagneux constitué d'un ensemble d'entités géographiques distantes au maximum de moins d'une centaine de kilomètres de la Méditerranée : la Montagne Noire et ses prolongements orientaux (monts de Pardailhan, monts de Faugères, monts de Cabrières), les monts du Somail, de l'Espinouse, du Caroux et d'Orb. Ces massifs dépassent rarement la barre des 1000 m d'altitude mais présentent une altitude moyenne assez élevée⁶ et affichent d'indéniables similitudes d'ordre géologique et géographique. Dominant la vallée de l'Aude et le Biterrois, la Montagne Noire au sens géographique du terme forme du Lauragais à la vallée de l'Orb une longue échine d'une vingtaine de kilomètres de largeur et une centaine de kilomètres de long, culminant à 1211 m d'altitude (Pointe de Nore). Un versant court et raide au nord, un versant long et plus doux au sud, lui impriment un profil dissymétrique, qui souligne la structure complexe du bâti géologique (David 1925 : 12-32 ; Le Griel 1991 : 145). Au nord, la Montagne Noire est limitée par le sillon du Thoré, profonde vallée d'origine tectonique,

⁶ 65 % de la superficie totale se situe entre 550 et 900 m.

prolongée vers l'est par les sillons du Jaur et de l'Orb. Connectée au Bas-Languedoc grâce à la percée du cours moyen de l'Orb à travers les monts de Pardailhan, cette succession de saignées constitue, après le couloir du Lauragais, la seconde grande zone déprimée entre espace atlantique et espace méditerranéen.

Au nord de cette dépression, les monts du Somail, de l'Espinouse et d'Orb forment un ensemble de massifs limité au nord par les vallées de l'Agout et du Vèbre, à l'est et au nord-est par le bassin de Lodève et les Grands Causses. Compris généralement entre 400 et 1000 m, avec des maximums atteints à l'Espinouse (1124 m) et au Caroux (1091 m), le relief est ici largement découpé en de très nombreuses vallées aux pentes accentuées au fond desquelles circulent des affluents de l'Agout, de la Mare ou de l'Orb. Ce dernier s'enfonce profondément vers le nord à travers la bordure sud-orientale du Massif central, aux confins des départements de l'Hérault et de l'Aveyron, où il traverse une région au relief très disséqué atteignant péniblement les 1000 m d'altitude (Mont Agut, 1022 m) (Le Griel 1991 : 145 ; Mottet 1993 : 181). La bordure sud-est du Massif central est à cheval sur la ligne de partage des eaux entre domaines atlantique et méditerranéen, dont le col de Fénille, dans le sillon du Thoré, marque une des limites.

Dans l'ensemble, ces hautes terres périphériques relèvent d'un climat méditerranéen aux excès moins marqués que dans le Bas-Languedoc. Les masses d'air chaud et humide portées par le vent marin d'est à sud-est s'accrochent à ces reliefs qu'elles arrosent préférentiellement, en particulier en automne et au printemps. Les cultures dites traditionnelles – céréales, oliviers, vignes, châtaigniers – ont ici largement disparu, tout comme l'élevage des ovins et caprins, très important jusqu'au XIX^{ème} s. (Bonhôte, Fruhauf 1990 ; Chabal 1997 : 79 ; Davasse 2000 : 87-115 ; Durand *et al.* 2004 : 18). C'est aujourd'hui essentiellement le domaine de la matte* et de la forêt de chênes verts, remplacée au-dessus de 400 à 500 m d'altitude par des formations mixtes à chênes verts et chênes à feuilles caduques. Les secteurs occidentaux de ces massifs – Corbières occidentales, Montagne Noire occidentale, frange nord-ouest de la bordure du Massif central – sont par contre largement soumis aux masses d'air humides provenant du domaine atlantique et poussées par le Cers. Ils présentent de fait un climat subméditerranéen, voire même océanique pour les régions les plus occidentales, entraînant une nette différenciation de la végétation (Chabal 1997 : 69 et 90 ; Bethemont 2000 : 30-31 ; Durand *et al.* 2004 : 11-12 et 95-96).

De cette organisation générale, il faut retenir l'existence de deux couloirs importants (axe Aude-Garonne et plaines méditerranéennes) prolongés par plusieurs grandes vallées et dépressions (Hérault, Lergue, Or, Thoré, haute vallée de l'Aude, Orbieu...) à travers les hautes terres périphériques. Ces dernières, malgré le fort cloisonnement du relief, sont traversées par un lavis de vallées et de plateaux susceptibles de jouer un rôle important dans la pénétration du relief, *a fortiori* dans le cadre d'échanges fondés sur le portage humain ou animal.

La grande diversité des paysages du Languedoc occidental est liée à celle des terrains géologiques qui en constituent le sous-sol. Celle-ci s'explique par la position de l'espace en question à l'interface des domaines géologiques hercynien et pyrénéen, dont la morphologie et la structure ont été régies par plusieurs cycles orogéniques successifs.

Des plaines quaternaires aux massifs anciens : une grande diversité géologique

Les terrains les plus anciens de notre espace d'étude, d'âge paléozoïque, correspondent essentiellement à des formations d'origine sédimentaires, constituées durant la période comprise entre le Cambrien et le Carbonifère inférieur⁷. Mis en mouvement à la fin de l'ère primaire lors de la naissance de la vaste chaîne hercynienne d'Europe occidentale, ils ont été à nouveau repris lors du cycle orogénique alpin. C'est au cours de ce cycle qu'intervient l'orogénèse pyrénéenne, particulièrement forte entre -46 et -40 millions d'années (Eocène), et considérée comme l'étape majeure de la formation de l'actuelle chaîne pyrénéenne (Bousquet 2006 : 41 ; Canérot 2008 : 392-406).

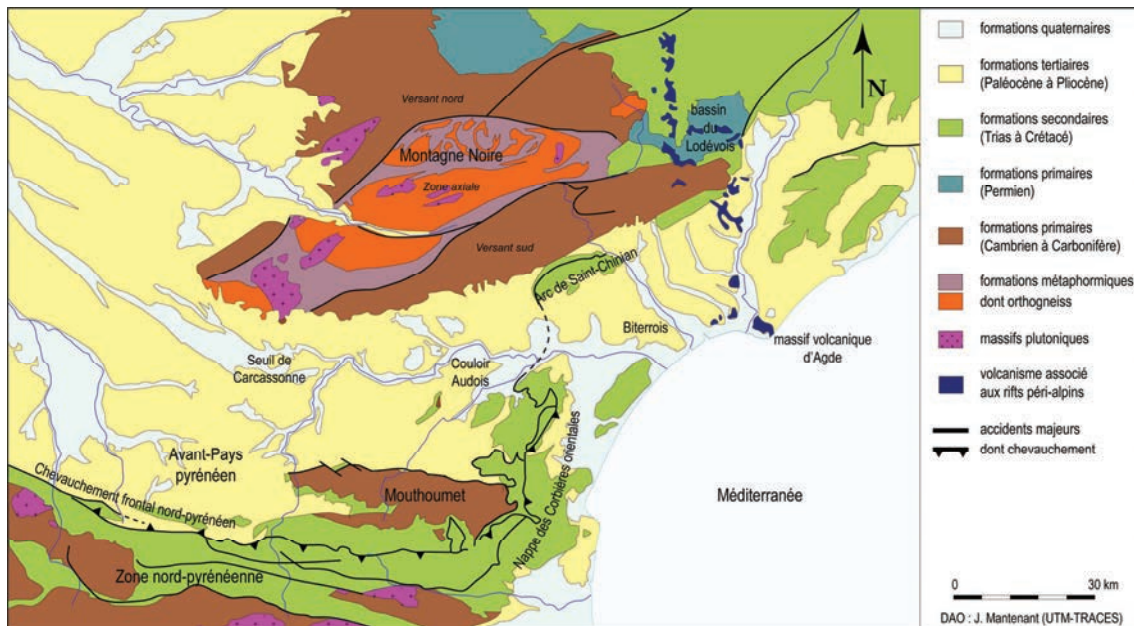


Fig. I-3 : le Languedoc occidental, cadre géologique.

Au nord du sillon audois, les terrains primaires affleurent largement dans le *massif géologique de la Montagne Noire* (fig. I-3). Éperon méridional du Massif central, cette entité est orientée ENE-OSO et s'étend sur 90 km. Son individualisation géographique actuelle résulte du recouvrement des terrains paléozoïques par des sédiments fini-primaires, secondaires et tertiaires sur presque toute sa périphérie⁸. Ce massif est constitué d'un vaste bombement central, la zone axiale, où affleurent des roches métamorphiques* et plusieurs massifs granitiques. Ce cœur métamorphique est recouvert au nord et au sud par deux ensembles de nappes constituant deux entités structurales traditionnellement nommées « versant nord » et « versant sud » de la Montagne Noire (Pouit, Fortuné 1980 : 121 ; Gèze 1995 : 11-12 ; Dercourt 2002 : 221-230). La première s'étend du sud-est de Castres au Causse du Larzac, et englobe les monts du Sorézois et les monts de Lacaune. Elle est constituée essentiellement de schistes d'âge cambrien, ordovicien et silurien, au sein desquels affleurent plusieurs massifs métamorphiques

⁷ Une table des divisions stratigraphiques des temps géologiques est proposée en annexe VII (volume III).

⁸ A l'ouest, au sud et à l'est, cette entité est limitée par les formations secondaires, tertiaires ou permo-triasiques. Le Nord-Ouest constitue une exception : les schistes épimétamorphiques de l'Albigeois cristallin y assurent une liaison avec le reste du Massif central (Gèze 1979 : 11 ; Pouit, Fortuné 1980 : 121).

ou plutoniques*. L'unité méridionale couvre quant à elle les monts du Minervois, de Pardailhan et de Faugères. Elle correspond à des empilements de nappes de charriage divisées en trois unités superposées (unités des monts de Faugères, du Mont-Peyroux et de Pardailhan) dont le matériel carbonaté et siliceux est daté de la période comprise entre le Cambro-Ordovicien et le Carbonifère (fig. 37 ; Michaud 1980 : 68 ; Pouit, Fortuné, 1980 : 122 ; Gèze 1995 : 12). Détaché de l'édifice de la Montagne Noire mais peu éloigné de celui-ci, le bassin permien du Lodévois prolonge vers l'est le bassin houiller de Graissessac.

Au sud du sillon audois, les formations primaires percent la couverture tertiaire et secondaire, dont il sera question plus bas, pour réapparaître au sud des Corbières sous la forme d'un vaste môle, le **massif paléozoïque de Mouthoumet**⁹. Inclus dans l'avant-pays nord-pyrénéen, il est chevauché au sud et à l'est par des formations mésozoïques. Il est constitué essentiellement de terrains d'origine sédimentaire datés de l'Ordovicien, du Silurien, du Dévonien et du Carbonifère (fig. 39). Aucun massif granitique ne semble avoir traversé les nappes à matériel sédimentaire. Une telle absence a été observée par ailleurs sur le flanc sud de la Montagne Noire. Les successions lithologiques des terrains primaires et leur disposition en nappes de charriage d'âge hercynien relativement tardif constitue un autre point commun entre le massif de Mouthoumet et le versant méridional de la Montagne Noire (Arthaud *et al.* 1976 ; Jaffrezo 1977 : 9-29 ; BRGM 1993 : 6-10 ; Canérot 2008 : 36-38).

Les formations secondaires se concentrent dans la **zone nord-pyrénéenne, l'avant-pays pyrénéen** et le **Bas-Languedoc**. Le premier de ces secteurs est séparé de la zone axiale pyrénéenne par un faisceau de failles d'orientation générale N110°, désignées sous le nom générique de faille nord-pyrénéenne (Jaffrezo 1977 : 23 ; Canérot 2008 : 21). Formée essentiellement de terrains carbonatés du Jurassique et du Crétacé inférieur, la zone nord-pyrénéenne montre une certaine régularité d'un point de vue tectonique au sud des Corbières, où elle chevauche l'avant-pays pyrénéen au niveau du front nord-pyrénéen. Cet accident s'observe aisément dans le paysage du sud des Corbières entre Bugarach et Tuchan sous la forme d'une longue crête de plus de 30 km de long, le chevauchement frontal de Bugarach-Galamus (Jaffrezo 1977 : 29-31).

Au-delà de Tuchan, la zone nord-pyrénéenne se recourbe vers le nord-est, dessinant une virgation, la **nappe des Corbières orientales**, sur laquelle se moule l'actuelle courbe du Golfe du Lion (Jaffrezo 1977 : 22 et 32-37 ; Bousquet 2006 : 41 et 71 ; Canérot 2008 : 16-17 et 397). Constituée à l'affleurement de termes carbonatés et marneux déposés entre le Trias et le Crétacé inférieur, cette nappe chevauche l'avant-pays tertiaire, avant de disparaître sous des dépôts plus récents, tertiaires ou quaternaires, au sud-ouest de Narbonne. Au-delà, dans le Biterrois, quelques petits affleurement triasiques et jurassiques (Fouzilhon, Gabian, Clermont-L'Hérault) pointent au milieu des formations tertiaires et quaternaires. Avec l'Arc de Saint-Chinian et la montagne de La Clape, ils forment le **complexe allochtone languedocien**, prolongement septentrional de la nappe des Corbières orientales (Jaffrezo 1977 : 32-34 ;

⁹ D'autres affleurements primaires nettement plus réduits apparaissent dans les Corbières septentrionales et orientales à la faveur de fenêtres d'érosion ou d'accidents tectoniques (Montagne d'Alaric, fenêtres de Feuilla et Treilles).

Pomerol 1980 ; Gèze 1995 : 12-13).

Les formations tertiaires et quaternaires du Languedoc occidental affleurent quant à elles essentiellement dans le **seuil de Carcassonne**, le **couloir audois** et le **Biterrois**. Ces espaces assurent la transition entre le bassin aquitain, encadré par le Massif central, les Pyrénées et l'Océan Atlantique, et le bassin du Sud-Est, compris entre le Massif central et les chevauchements des chaînes subalpines, au nord-est du Languedoc occidental (Pomerol 1980 : 53-65 ; Dercourt 2002 : 110-113 et 154-158). Le couloir de l'Aude, entre Lauragais et Lézignanais, correspond à un vaste synclinorium dont l'axe est marqué par l'anticlinal* E/O de l'Alaric. Rempli par les molasses éocènes, il a été partiellement évidé par l'érosion à la fin du Tertiaire et au Quaternaire. Ce couloir molassique se développe vers le sud jusqu'au massif de Mouthoumet, et s'appuie au nord sur l'édifice paléozoïque de la Montagne Noire. Plus à l'est, dans les Corbières orientales et la basse plaine de l'Aude, s'ouvrent les bassins de Lézignan, de Narbonne et de Sigean, comblés par des sédiments d'âge oligo-miocène. Ils assurent la transition avec les plaines littorales, où se sont accumulés des sédiments plus récents, du Pliocène et du Quaternaire. Ces terrains se prolongent jusqu'en Biterrois, où ils sont ponctués par des pointements volcaniques, en particulier dans la région d'Agde (Gèze 1995 : 13 ; Carozza 2009 : 48-53).

Ces éléments mettent en exergue l'organisation d'ensemble du relief du Languedoc occidental. Une zone basse de formation récente, constituée de collines et plaines, court le long de la Méditerranée et en direction du bassin aquitain. De part et d'autre de cette zone basse, distantes de 20 à 80 km du littoral, deux zones plus anciennes, montagneuses, mais à l'altitude somme toute assez limitée, sont reliées toutes deux à des massifs plus vastes, Massif central au nord et Pyrénées au sud. Une telle organisation permet de saisir les caractéristiques géographiques et géologiques du potentiel minier du Languedoc.

La présentation proposée dans les deux chapitres suivants, si elle ne peut en aucun cas être considérée comme exhaustive, nous paraît suffisamment représentative des potentialités minières du Languedoc occidental. Plusieurs grandes catégories de gisements ont été identifiées, dont les traits distinctifs sont fonction notamment de leurs conditions de mise en place, de leur morphologie, des terrains encaissant et de leur cortège minéralisé (Raguin 1961 : 101-102 ; Laffitte 1966 : 55). Toutefois, les limites entre les diverses catégories sont parfois floues, dans la mesure où les phénomènes à l'origine de leur formation peuvent être nombreux, les superpositions minéralogiques et métallogéniques, fréquentes au sein d'un même gisement, et les connaissances géologiques, parfois incomplètes¹⁰. De plus, un même corps minéralisé* peut regrouper plusieurs substances susceptibles d'être exploitées. En outre, ces dernières n'apparaissent pas de manière homogène au sein d'une minéralisation et celle-ci n'est jamais continue. Il existe des zones riches, recherchées par les mineurs et des zones nettement plus

¹⁰ Sur ce point, le sous-titre donné à l'ouvrage de référence publié par M. Aubague, J.-J. Orgeval et M. Soulié, *essai de synthèse* (Aubague *et al.* 1977) est particulièrement explicite et incite à la prudence. Les auteurs proposent un classement des gîtes de la bordure méridionale du Massif central par métalotectes* mais admettent qu'une telle approche n'est pas sans risque, en particulier dans le cas des gîtes complexes, où plusieurs métalotectes peuvent intervenir (Aubague *et al.* 1977 : 152-164).

pauvres, voire totalement stériles, parfois de grande amplitude. Dans ces conditions, les groupements définis dans les pages qui suivent, réunissant les principales catégories de gisements présents en Languedoc occidental, ne doivent pas être considérés comme des réalités géologiques claires et évidentes.

1.1.2. Les ressources en cuivre, argent et plomb

Le plomb et le cuivre se rencontrent généralement au sein des mêmes gisements, dans des proportions très variables. L'argent est quant à lui le plus souvent associé à des sulfures de plomb et de cuivre, en particulier la galène et les minéraux désignés classiquement par le terme générique de cuivres gris (freibergite, argentotennantite¹¹, pouvant atteindre jusqu'à 40 % Ag). Dans l'ensemble du Languedoc occidental, trois grandes catégories de gisements de plomb et de cuivre peuvent être distinguées, auxquelles s'ajoutent d'autres types de dépôts, moins fréquents.

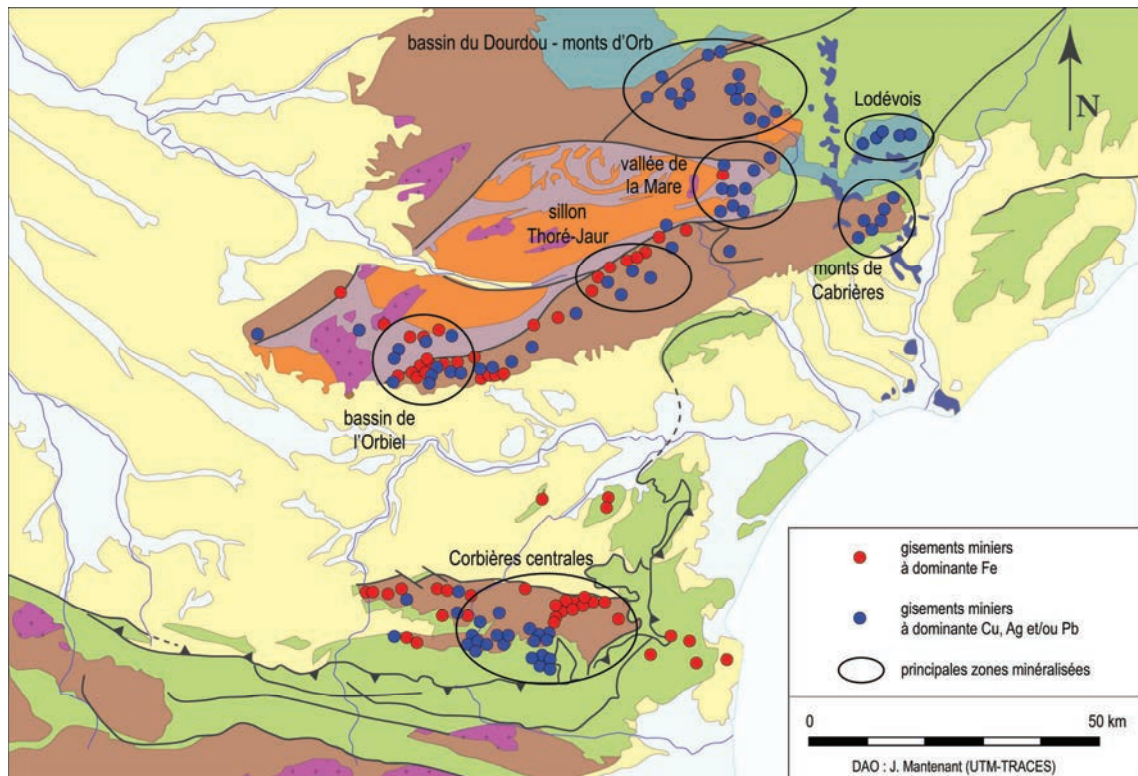


Fig. I-4 : carte de répartition des principaux gisements miniers du Languedoc occidental.

Dépôts stratiformes Pb-Zn (Fe-Cu)

Observés exclusivement dans le massif géologique de la Montagne Noire, des gisements

¹¹ La liste des principaux minéraux cités dans le texte, accompagnés de leurs formules chimiques, est proposée en annexe VIII (volume III).

stratiformes Pb-Zn (Fe-Cu)¹² de type hydrothermal-sédimentaire, à minéralisation disséminée ou d'allure lenticulaire, se rattachent à la ceinture Pb-Zn de l'Europe méridionale. La plupart montrent une liaison préférentielle avec les formations carbonatées cambriennes (Aubague *et al.* 1977 : 153-155 ; Autran *et al.* 1980 : 296 ; Fortuné, Tollon 1980 : 123). Ils se concentrent en particulier sur le versant sud du massif, dans le Minervois (11) et les monts de Pardailhan (34). Quelques occurrences sont présentes sur le versant nord, en particulier dans les monts d'Orb (La Rabasse, 34). D'autres, plus rares, apparaissent dans des couches carbonatées isolées au sein de la zone axiale (La Loubatière, 11) (Boyer, Routhier 1958 : 258 ; Gonord 1966 : 9-20, 129 ; Lescuyer, Giot 1986 : 39-117).

Ces gisements stratiformes Pb-Zn présentent en général une paragenèse* simple à sphalérite et galène argentifère, dans une gangue essentiellement quartzo-carbonatée (quartz, sidérite, ankérite). La galène affiche des teneurs en argent très variables, et parfois très faibles : celle qui était extraite au XX^{ème} s. de certains gisements des monts de Pardailhan, en particulier à Condades et Marcory présentait ainsi des teneurs inférieures à 34 g/t d'argent¹³ (Gonord 1966 : 17). Ce domaine Pb-Zn admet des variations régionales. Ainsi, les gisements du versant nord sont largement dominés par la sphalérite, contrairement aux dépôts du versant sud, où la galène argentifère est nettement plus fréquente. Dans l'ensemble, il s'agit de gisements réduits d'après les critères économiques actuels, à l'exception notable de celui de La Loubatière¹⁴, à l'ouest de la Montagne Noire, où une mine de plomb et de zinc assez importante s'est développée aux XIX^{ème} et XX^{ème} s. (Aubague *et al.* 1977 : 152-153 ; Michaud 1980 : 71 ; Lescuyer, Giot 1986 : 4-5 et 125-139 ; Ben Ayad 1989).

Gisements filoniens liés à la fracturation hercynienne

Agent métallogénique* majeur, la tectonique hercynienne a entraîné une vaste remobilisation de ces gisements stratiformes Pb-Zn pré-orogéniques. Un important stock de métal est alors remobilisé dans des accidents structuraux nouvellement créés. Les phases de fracturation et d'hydrothermalisme tardi-hercyniennes, en particulier, ont joué un rôle notable dans la formation et le remplissage de ces pièges structuraux (Gonord 1966 : 129-130 ; Aubague *et al.* 1977 : 157-158).

Le caractère argentifère et cuprifère plus marqué de ces gisements les distingue nettement des dépôts stratiformes Pb-Zn décrits précédemment, pourtant inclus dans les mêmes terrains (Aubague *et al.* 1977 : 155). Dans la Montagne Noire, beaucoup correspondent à des filons* de quartz ou de carbonates de fer (ankérite, sidérite), à dominante Pb-Zn-Cu, encaissés dans les séries cambriennes carbonatées des versants nord et sud de la structure géologique¹⁵. Parmi

¹² Nous utiliserons régulièrement dans les pages qui suivent le symbole des éléments chimiques pour désigner les métaux ou métalloïdes contenus dans les gisements languedociens (cf. *Avertissements* en début de thèse).

¹³ Les teneurs sont présentées ici à titre purement informatif. En effet, le choix des échantillons prélevés pour analyse est variable d'un auteur à l'autre, et peut être parfois très contestable du point de vue de la représentativité statistique de l'ensemble de la minéralisation.

¹⁴ Au XX^{ème} s., le gisement de La Loubatière a fourni 48 000 t de plomb, 7500 t de zinc et 65 t d'argent (BRGM 1979b : 12).

¹⁵ Quelques dépôts sont présents dans les formations métamorphiques de la zone axiale, dans les monts du Somail et de l'Espinoise entre le Saint-Ponais et la vallée de la Mare (Gonord 1966 : 32-43).

ceux-ci, les filons minéralisés en galène, pyrite et sphalérite des monts de Saint-Gervais et de la vallée de la Mare (34) paraissent susciter au Moyen Âge une activité minière fondée sur l'extraction de l'argent, si l'on en croit un texte mentionnant les accords passés entre Ermengarde, vicomtesse de Narbonne, et Raymond Trencavel, vicomte de Béziers, en juillet 1164 à Villemagne-L'Argentière (Amado 1977 : 128-133 ; Bailly-Maître 2010a : 127-128). Dans les Corbières, de tels gisements se rencontrent exclusivement dans les formations paléozoïques du massif de Mouthoumet, dans les Hautes-Corbières (11). Ils sont particulièrement dominants dans les terrains siluriens et carbonifères, et, dans une moindre mesure, dans les séries ordoviciennes. Ils présentent des associations paragenétiques relativement simples, à sphalérite, pyrite, galène et chalcopryrite, associées généralement à la sidérite et à des minéraux supergènes (Giannoni 1990 : I, 236-242 et 368-389). Deux catégories de corps minéralisés peuvent être distinguées. La première englobe quelques indices et gisements de plomb, zinc et cuivre encaissés dans les dolomies dévoniennes ou viséennes (Pech Mijé, Mouthoumet). La seconde regroupe une série de petits filons de quartz situés dans les schistes ordoviciens et carbonifères et/ou les dolomies et calcaires dévoniens (gisements du Pech Cardou, Missègre, Lanet). Ces derniers sont minéralisés essentiellement en chalcopryrite et minéraux d'altération (malachite, azurite), et de façon beaucoup plus variable en sphalérite, la pyrite et la galène (Esparsail 1959 : 181 ; Jaeger, Ovtracht 1955 : 415 ; BRGM 1979b : 12).

Certaines minéralisations filoniennes tardi-hercyniennes affichent en revanche un caractère polymétallique très marqué. A la galène, la sphalérite, la pyrite et la chalcopryrite s'ajoutent des concentrations notables de sulfosels de cuivre, appartenant en particulier à la série tétraédrite-tennantite (cuivres gris), fréquemment argentifères, de minéraux antimonifères (stibine, jamesonite, boulangérite) et de sulfoantimoniures de cuivre et de plomb, en particulier de la bournonite (Chikhaoui 1981 : 64 ; Leblanc 1997 : 23).

Ces gisements se concentrent en particulier dans la vallée de l'Orbiel (Montagne Noire), dans la région de Lamalou-les-Bains et dans la haute vallée de l'Orb (34, fig. I-4). Un autre secteur riche en gisements polymétalliques couvre le haut bassin du Dourdou (12), où l'argent est exploité aux XII^{ème} et XIV^{ème} s. (Gonord 1966 : 75-84 ; Tollon 1970 : 155-156 ; Munoz 1990 : 27-28 ; Léchelon 1997). De tels gisements polymétalliques sont présents dans les Corbières, en particulier dans les schistes siluriens et carbonifères de l'ancien district minier de Maisons et Palairac. Les minéralisations sulfurées sont ici constituées de plusieurs paragenèses successives dont la mise en place est liée en particulier – mais pas exclusivement – à l'épisode tardi-hercynien. Elles affichent donc un cortège sulfuré particulièrement diversifié, où apparaissent l'arsénopyrite, la stibine et un ensemble de sulfosels de cuivre, dominés par une tétraédrite ne dépassant pas 5% d'argent, et de sulfoantimoniures de plomb et de nickel (Jaeger, Ovtracht 1955 : 416 ; Giannoni 1990 : I, 375).

Des phénomènes de surimposition post-hercyniens ont pu entraîner un enrichissement de la paragenèse de ces minéralisations. Parmi les nombreux cas signalés, une phase minéralisée post-triasique est marquée dans les Corbières par des dépôts de barytine et de bournonite dans certains filons (Giannoni 1990 : II, p. 242). Un mécanisme similaire est à l'origine de l'enrichissement en sulfosels de plomb de minéralisations du versant nord de la Montagne Noire, en particulier dans le district polymétallique de la haute vallée de l'Orb. C'est là que se situe le gîte de Bournac (34), l'un des plus importants gisements d'antimoine de la Montagne

Noire, exploité au début du XX^{ème} s. (Munoz 1981 : 1 ; Munoz 1990 : 54 ; Marcoux 1986 : 70 et 147).

Enfin, quelques filons de fluorine minéralisés essentiellement en chalcopryrite sont présents dans les formations carbonatées de la zone axiale de la Montagne Noire, dans la région de Labastide-Esparbeyrenque et Mas-Cabardès (11). Par leur minéralogie et leur mode de mise en place, ces petits gisements sont assez similaires aux filons de fluorine de l'Albigeois, nettement plus importants d'un point de vue économique (Fortuné, Tollon 1980 : 124 ; Léger 1981 : 176 ; Lescuyer, Giot 1986 : 38). Ces derniers ont été rattachés à l'épisode de fracturation en extension créacé lié à l'ouverture de l'Atlantique nord (Munoz et al 2005).

Gisements barytiques Cu-Ag (Pb)

Après les dépôts stratiformes et filoniens, les gisements barytiques représentent le troisième grand réservoir métallique de cuivre, plomb et argent du Languedoc occidental. Ils intègrent une vaste province métallogénique* s'étendant au nord et au sud de la chaîne pyrénéenne, des Cévennes jusqu'aux chaînons côtiers catalans au sud, du massif de l'Arize en Ariège à la bordure des massifs des Maures et de l'Estérel. Partagés en plusieurs groupes géographiques, auxquels s'ajoutent quelques dépôts plus isolés, ces gisements sont postérieurs aux principales déformations hercyniennes. Ils se sont mis en place entre le Trias et le Crétacé à la faveur d'un important épisode de minéralisation barytique, qui s'est superposé à des dépôts minéralisés antérieurs dans certains gisements tardi-hercyniens, comme nous l'avons vu ci-dessus (Aubague *et al.* 1977 : 155 ; Giannoni 1990 : I, 402-403 et 416-418). Ces corps minéralisés présentent dans l'ensemble des caractéristiques analogues, d'ordre structural, lithologique et paléogéographique. Ils se distinguent par l'omniprésence des cuivres gris, qui en règle générale dominent très largement le cortège sulfuré.

Dans les Corbières, une concentration de dépôts barytiques est présente dans la partie méridionale du massif de Mouthoumet (fig. 113). Spatialement liés au Trias transgressif, ils sont pour la plupart encaissés dans les dolomies carbonifères du massif paléozoïque et adoptent généralement une morphologie complexe d'allure filonienne ou en amas, caractérisée par une certaine irrégularité géométrique. Les cuivres gris, dominés par la tétraédrite, forment l'essentiel du cortège sulfuré, en association avec la chalcopryrite, la bournonite et la pyrite. La galène, en revanche, est globalement rare dans ces gisements. Ces dépôts sont parmi les plus récemment formés du massif de Mouthoumet. Ils sont pour la plupart d'âge post-triasique et antérieurs à la phase tectonique anté-cénomaniennne (Chambolle 1980 : 318-319 ; Giannoni 1990 : I, 235, 380-394 et 420-427).

Plus au nord, dans les monts de Cabrières (34), des gisements barytiques en amas ou d'allure filonienne sont encaissés dans les dolomies du Dévonien inférieur et moyen¹⁶. Relativement homogène, les paragenèses sont au nombre de trois : une minéralisation précoce à fluorine, quartz, pyrite, chalcopryrite et tétraédrite, suivie d'une paragenèse barytique à chalcopryrite, pyrite, cuivres gris, fluorine et sphalérite, et enfin une recristallisation à fluorine,

¹⁶ Il existe aussi plusieurs filons de quartz subverticaux, dont la minéralisation, à galène, pyrite, chalcopryrite et sphalérite, est complétée par des cuivres gris argentifères et de la bournonite (Coumoul 1975 : 51 ; Giannoni 1990 : I, 396 et 404).

barytine, chalcopryrite et cuivres gris. Les minéraux d'altérations supergènes sont représentés par des carbonates (malachite et azurite), des sulfures secondaires (bornite, chalcocite et covellite) et des oxydes de fer. Souvent associés à la chalcopryrite, les cuivres gris¹⁷ sont fréquents dans ces minéralisations et sont généralement argentifères, tout comme les minéraux d'altérations (malachite, azurite)¹⁸ (Coumoul 1975 : 55-66 et 82-84 ; Giannoni 1990 : I, 404-407 ; Ambert 1999b : 195-196).

Au nord-ouest du district de Cabrières, dans la haute vallée de l'Orb, la barytine, la bournonite et des sulfures et sulfosels de cuivre, en particulier des cuivres gris, se sont surimposés tardivement sur les filons polymétalliques sulfurés encaissés dans les formations paléozoïques. Enfin, au nord de Lamalou, des amas barytiques où, fait notable, domine la galène argentifère, sont encaissés dans les dolomies cambriennes (Taussac, Le Pradal). Des gisements similaires sont signalés dans les terrains cambriens du haut bassin du Dourdou et dans le Lodévois (34) (Rouchy 1973 : 116-124 ; Aubague *et al.* 1977 : 155 et 159 ; Giannoni 1990 : I, 407-408).

Autres types de gisements

La catégorisation proposée dans les pages précédentes ne prétend pas englober tous les gisements de cuivre, plomb et argent identifiés en Languedoc occidental. Parmi les dépôts, minoritaires, qui n'intègrent pas les groupes précédents, il convient de citer les gisements filoniens à galène et sphalérite encaissés dans les formations secondaires, essentiellement triasiques, de la région de Bédarieux et Villemagne-l'Argentière, au confluent de l'Orb et de la Mare (34). Il existe par ailleurs quelques concentrations stratiformes dans les formations post-orogéniques autuniennes (Permien) du Lodévois (Gonord 1966 : 111-113 et 130-131 ; Aubague *et al.* 1977 : 158-159 ; Leblanc 1997 : 23).

Enfin, l'altération supergène des sulfures présents dans la partie supérieure des minéralisations (chapeau de fer), soumise aux phénomènes météoriques, selon un processus présenté dans la partie consacrée au fer (cf. ci-dessous), a pu entraîner la formation de concentrations notables de minéraux secondaires de cuivre, plomb ou argent. Mis en solution sous forme de sulfates suite à leur dissolution lors de réactions chimiques, ces éléments percolent en général jusqu'à la zone de battement de la nappe phréatique, où ils précipitent et constituent des sulfures secondaires (covellite, chalcocite) et divers sulfosels, notamment des sulfosels d'argent. Ils forment un horizon fortement enrichi, la zone de cémentation (Pagis 1983 : 10 ; Tollon, Béziat 2004 : 35). Un tel phénomène a été observé en particulier dans la partie supérieure des minéralisations filoniennes Au-As-Bi de Salsigne, sous les chapeaux de fer. Les minéraux signalés correspondent à des sulfures secondaires (chalcocite, covellite), des oxydes (cuprite), des carbonates hydratés (malachite, azurite), des sulfates (chalcantite,

¹⁷ Ils sont dominés par une tétraédrite de formule $(\text{Cu, Ag, Zn Fe})_3 \text{SbS}_{3-25}$.

¹⁸ Des analyses effectuées dans la première moitié du XX^{ème} s. ont fourni une teneur moyenne en argent de 554 g/t de minerai. Plus récemment, les analyses d'échantillons de cuivres gris et de carbonates de cuivre prélevés dans plusieurs sites miniers antiques ou préhistoriques de ce secteur ont révélé la présence de taux d'argent compris entre 0,5 et 5 %. (Gonord 1966 : 30-31 ; Ambert 1999b : 196). Un échantillon provenant de la mine de Pioch-Farrus IV, et analysé par M. Prange, correspondait à une tétraédrite affichant un taux élevé d'argent (2 %_{mass.} ; Prange, Ambert 2005 : 75).

brochantite) et du cuivre natif (Tollon 1970 : 99-101 ; Crouzet, Tollon 1980 : 35).

1.1.3. Les ressources en fer

Les gisements de fer du Languedoc occidental relèvent de contextes variés. Une catégorie dominante est formée de dépôts d'oxydes et hydroxydes de fer, issus de phénomènes d'altération des sulfures (pyrite, chalcopryrite...) ou des carbonates (ankérite, sidérite). Ils montrent par conséquent de fortes interactions avec les gisements décrits précédemment.

Chapeaux de fer sur filons sulfurés

La plupart des minerais, en particulier les sulfures et les carbonates, se modifient sous l'action de processus d'altération supergène engendrés par des agents atmosphériques, en particulier les eaux de surface chargées en oxygène. Ils se décomposent alors par oxydation suivant des réactions chimiques qui, dans le cas de la pyrite par exemple, génèrent des acides de type H_2SO_4 et H_2CO_3 . Ces acides facilitent la dissolution de la majeure partie des minéraux présents dans le minerai primaire. Seul le fer, insoluble, précipite sur place sous la forme d'oxydes et d'hydroxydes (fig I-5). L'altération des sulfures primaires et des carbonates, entre la surface et la nappe phréatique, provoquent ainsi leur remplacement par des minerais oxydés dans la partie supérieure des gisements (zone d'oxydation, dite chapeau de fer) et la formation de sulfures secondaires dans la zone de cimentation dont il a été question précédemment, située sous la zone d'oxydation (cf. p. 33). Sous la nappe phréatique, en revanche, le minerai primaire n'est pratiquement pas modifié : c'est la zone statique.

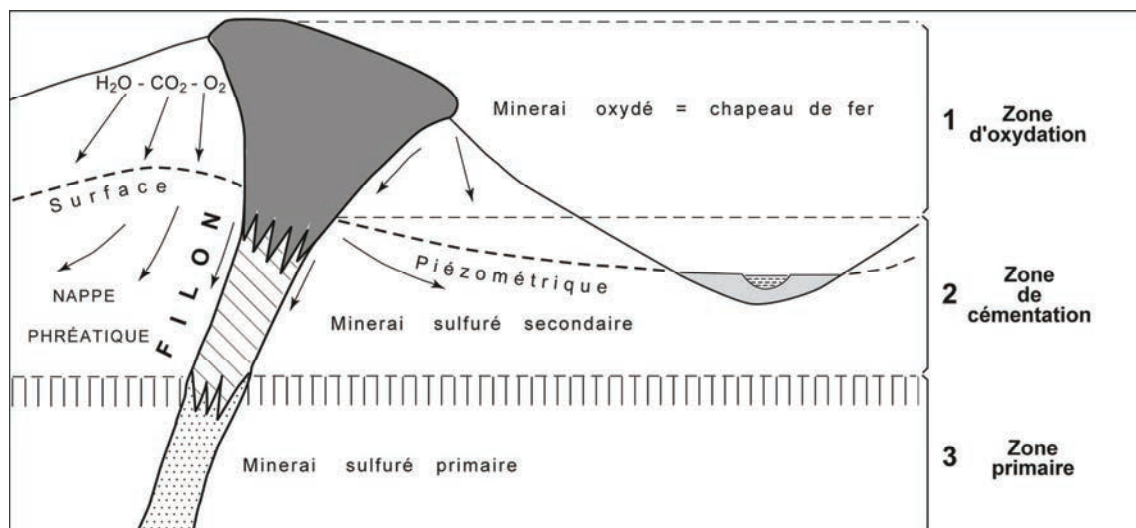


Fig. I-5 : représentation simplifiée du processus d'altération supergène d'un gisement primaire (d'après D. Béziat).

Les chapeaux de fer sont donc composés essentiellement d'oxydes et hydroxydes de fer.

Les plus fréquents, l'hématite, la goethite et la limonite, peuvent afficher de très fortes teneurs en fer (jusqu'à 70% Fe). Un chapeau de fer ne donne pas une image fidèle de la morphologie de la minéralisation primaire sous-jacente, dans la mesure où la néogénèse favorise en règle générale un évasement en surface du dépôt supergène. Le chapeau de fer peut aussi être discordant par rapport à la minéralisation primaire, ou ne pas présenter d'enracinement primaire, lorsque le gisement sulfuré a été entièrement oxydé (Routhier 1963 : 240 et 252-260 ; Nicolini 1990 : 93 ; Tollon, Béziat 2004 : 35-36).

Dans la Montagne Noire, les dépôts supergènes identifiés au-dessus de minéralisations sulfurées encaissées dans les formations siliceuses, en particulier à Nartau ou Trassanel (11), sont généralement réduits, n'atteignant parfois que quelques mètres d'épaisseur. En revanche, les zones d'oxydation situées au-dessus des gisements encaissés dans les formations carbonatées peuvent atteindre une grande amplitude. Le cas le mieux connu est celui des chapeaux de fer de grande amplitude qui recouvraient les filons sulfurés tardi-hercyniens à pyrite, arsénopyrite, pyrrotite et chalcopryrite de la région de Salsigne. Il reste peu de choses de ces zones d'oxydation, qui ont été largement exploitées jusqu'à la découverte de l'or dans le minerai sulfuré, au tournant des XIX^{ème} s. et XX^{ème} s. Mais tous les auteurs s'accordent sur leur grande extension, pouvant dépasser une soixantaine de mètres de hauteur (Esparseil 1913 : 32 ; Routhier 1963 : 259 ; Tollon 1970 : 144-162 ; Bonnemaïson 1980 : 50 ; Pagis 1983 : 27-50).

Des chapeaux de fer sont présents au-dessus des autres gisements primaires sulfurés et carbonatés du versant sud de la Montagne Noire et de la haute vallée de l'Orb (Lescuyer, Giot 1987 ; Jarrier 1993 : 88-89). Parmi les nombreux exemples cités dans la bibliographie, celui de la Caunette (Lastours) se place sans doute parmi les plus importants. Ici, la zone oxydée, dominée par la goethite et la limonite, s'enfonce sur plus d'une centaine de mètres de profondeur et recouvre une minéralisation primaire à sidérite, galène argentifère et pyrite. Fait intéressant, ce chapeau de fer est lui-même argentifère (Pagis 1983 : 28).

La zone axiale n'est pas dépourvue de tels gisements, comme le prouvent par exemple les échantillonnages réalisés par F. Tollon à la mine Pb-Zn de la Loubatière, les dépôts supergènes présents au sommet des gisements Pb-Zn du Saint-Ponais et de la vallée de la Mare, ou, enfin, la mine de fer exploitée durant la première moitié du XX^{ème} siècle à Saint-Gervais (Gonord 1966 : 43-45 ; Decombeix *et al.* 2004 : 5-6).

Dans le massif de Mouthoumet, de telles minéralisations supergènes sont signalées au-dessus des filons sulfurés, en particulier dans les Corbières centrales et la vallée de l'Orbieu (11). Mais elles n'atteignent que très rarement l'ampleur des chapeaux de fer de la Montagne Noire (Jaeger, Ovtracht 1955 : 413-414).

Amas de fer manganésifère

La seconde catégorie de gisements de fer du Languedoc occidental appartient à une vaste province Mn-Fe englobant en outre les massifs paléozoïques des Pyrénées centrales et orientales (Ovtracht 1963 : 32 et 35-41 ; Ballery 1975 : 176 ; Autran *et al.* 1980 : 299-300 ; Loughnon 1981 : 31-71). Les gisements inclus dans cette province sont généralement encaissés dans les calcaires dévoniens, à proximité immédiate des formations carbonifères. Adoptant une morphologie en amas très irrégulière, ils sont composés d'un minerai mixte, constitué de

carbonates et d'oxydes de fer (sidérite, hématite, goethite) et de manganèse (manganite, pyrolusite, psilomélane, wad), selon des proportions variant nettement. Dans la littérature moderne, une distinction est généralement opérée entre gisements de fer manganésifère et gisements de manganèse. Cette distinction repose essentiellement sur des critères économiques, les gisements de manganèse correspondant en réalité à des minéralisations à minerai mixte manganèse-fer, où le manganèse atteint des teneurs économiquement intéressantes (Jaeger *et al.* 1956 : 494 ; Jaeger, Ovtracht 1955 : 418 ; Routhier 1963 : 1065-1069).

Ces gisements de fer manganésifère sont essentiellement minéralisés en goethite et hématite, qui se concentrent dans la partie supérieure des dépôts, tandis que les carbonates de fer deviennent dominants dans les zones profondes des gîtes (Guitard, Pelissonnier 1956 : 477 Giannoni 1990 : I, 244-253 et II, 60-61). En règle générale, les oxydes et hydroxydes de fer affichent des valeurs moyennes situées entre 45 et 55 % Fe et contiennent une proportion élevée de manganèse (1 à 7 % MnO ; Esparseil 1926 ; Esparseil 1963 ; Lougnon 1981 : 31-71 ; Krawczyk 1991 : 56, 69, 70-71, X-XIV).

La distribution de ce type de minéralisation est adossée à celle des formations dévoniennes du Languedoc occidental. Sur le versant sud de la Montagne Noire, dans le Minervoïs, s'étend une vaste zone minéralisée incluse dans le Dévonien supérieur, de plus de 7 km du SO au NE. Plus au nord, des dépôts de manganèse et de fer sont présents dans le Saint-Ponais et les monts de Faugères (Aubague *et al.* 1977 : 155 ; Ovtracht 1963 : 35-38 ; Gonord 1966 : 30 ; Ballery 1975). Le massif de Mouthoumet abrite une autre grande concentration de gisements de ce type, en particulier dans les Corbières centrales (fig. 113). Ces dépôts ont joué un rôle important dans l'industrie sidérurgique régionale aux époques moderne et contemporaine (Barante 1802 : 201-205 ; Caillaux 1875 : 543-544 ; Esparseil 1926 ; Ovtracht 1963 : 36 ; Lougnon 1981 : 64).

Leur mode de formation est discuté, en particulier dans le cas des Corbières. Certains proposent de voir dans ces gisements des concentrations exogènes d'origine volcano-sédimentaire (Ovtracht 1963 : 43-44). D'autres auteurs, en revanche, les assimilent à des gisements hydrothermaux de substitution des terrains carbonatés dévoniens, soumis par la suite à des phénomènes d'altération supergène similaires à ceux qui sont à l'origine des chapeaux de fer sur minéralisation sulfurée (Guitard, Pelissonnier 1956 ; Horon 1977 : 154-155 ; Ploquin 2001 : 317). A vrai dire, le débat ne semble pas tranché. La solution pourrait se situer à mi-chemin entre ces deux hypothèses (Esparseil 1926 : 108-109 ; Esparseil 1957 ; Lougnon 1981 : 32).

Gisements stratiformes

Une troisième catégorie de minéralisations regroupe un ensemble de gisements de fer stratiformes associés à deux horizons stratigraphiques distincts. Les plus anciens, minéralisés notamment en hématite, sont encaissés dans les formations carbonatées cambriennes du versant sud de la Montagne Noire (couche d'hématite de Condades) et de la vallée de la Mare (gisement stratiforme* de Maurian, à hématite). D'autres dépôts de carbonates et oxydes de fer, associés cette fois-ci à des oxydes et carbonates de manganèse, sont encaissés dans les formations du Dévonien inférieur des versants nord et sud de la Montagne Noire. Les niveaux

pélimitiques, calcaires et gréseux gédinniens du Minervois et du Saint-Ponais concentrent une grande partie de ces gisements (Verrieres de Moussan, Roc de Scio, Teussines, Courcus, 34), où l'hématite est généralement accompagnée de magnétite (Gonord 1966 : 45-50, 121-127 et 130 ; Aubague *et al.* 1977 : 152-155 ; BRGM 1993 : 27).

Dépôts sédimentaires

Le panorama présenté ici, largement dominé jusqu'à présent par des dépôts encaissés dans les séries primaires du sud du Massif central et des Corbières, peut être complété par des gisements plus réduits inclus dans des terrains secondaires ou tertiaires. Ils sont situés dans des zones que nous avons jusqu'alors peu fréquentées, en particulier le Biterrois (34), le Minervois (11) et les Corbières orientales et septentrionales (11).

Au sud du Narbonnais, des amas d'hématite et de limonite remplissent des cavités karstiques creusées dans les calcaires jurassiques de la nappe des Corbières orientales, dans les secteurs de Treilles, Feuilla, Fitou et Leucate (Sabarthès 1908 : 177 ; BRGM 1982 : 30 ; Berbain *et al.* 2005 : 140). Il existe par ailleurs des concentrations réduites d'oxydes de fer dans le massif de Boutenac, au nord des Corbières, en bordure de la nappe secondaire des Corbières orientales. La base de la transgression des grès crétacés sur les dolomies liasiques est ici marquée en de nombreux points par des dépôts sédimentaires de goethite et limonite dont la teneur peut atteindre 40 à 50 % Fe. Ce type de gisements particulièrement réduits est présent en d'autres points du Languedoc occidental, notamment dans les terrains campaniens affleurant au sud-ouest de Narbonne et dans la vallée du Jaur (Combes 1962 : 367-368 ; Aubague *et al.* 1977 : n° 741, carte ; Jaffrezo 1977 : 139). Enfin, de petites concentrations d'oxydes et hydroxydes de fer sont associées aux dépôts de bauxite encaissés dans les terrains crétacés des massifs de Boutenac et de Saint-Chinian (11, 34)¹⁹ (Laville 1980).

1.2. Éléments d'une problématique : l'évolution socio-économique du Languedoc occidental au second âge du Fer et à l'époque romaine

Depuis plus d'une trentaine d'années, l'histoire économique du Languedoc occidental au second âge du Fer et à l'époque romaine a bénéficié d'un large renouvellement des données archéologiques, qui permet de définir dans leurs grandes lignes les principaux rythmes de l'économie languedocienne. La nature des phénomènes qui touchent cet espace, et plus largement la Méditerranée nord-occidentale au second âge du Fer incite à démarrer notre argumentation à la fin du premier âge du Fer.

¹⁹ Archives BRGM, LAVILLE P., 1980.

1.2.1. Un espace marqué par l'essor des échanges méditerranéens (IV^{ème}-III^{ème} s. av. n. è.)

Le début de l'âge du Fer voit les commerçants grecs et étrusques réalisés des reconnaissances sur les côtes languedociennes, intervenant peu de temps avant les fondations phocéennes de *Massalia* aux alentours de 600 av. n. è. et d'*Emporion*, sur la côte catalane, vers 580 (Bats 1992 : 277 ; Guyot-Rougé, Rougé 1992 ; Martin Ortega, Plana Mallart 2003 : 271). Ces premiers contacts, bien qu'encore très limités, constituent toutefois une étape cruciale dans l'évolution économique et socio-culturelle du Languedoc occidental, augurant d'importants bouleversements régionaux.

Un préliminaire : les communautés languedociennes à la fin du premier âge du Fer (VI^{ème}-IV^{ème} s. av. n. è.)

Ces reconnaissances évoluent rapidement vers un véritable trafic commercial durant le VI^{ème} s., largement dominé tout d'abord par les productions étrusques, puis, à partir de la deuxième moitié du VI^{ème} s., par les productions massaliètes, en particulier le vin, qui traduisent la montée en puissance de *Massalia* (fig. I-6) (Bats 1992 : 271 ; Py 1995 : 265 ; Gailledrat 1997 : 302 ; Treziny 2005 : 62). Dans ce schéma commercial, le littoral du Languedoc occidental bénéficie d'un trafic nettement plus diversifié que les autres régions de la Gaule méditerranéenne. S'appuyant sur le relais que constitue le site indigène d'Agde, où une installation phocéenne permanente semble apparaître dès le second quart du VI^{ème} s. (Olive, Ugolini 1993 : 63), l'influence massaliète y est puissante. A celui-ci s'ajoute toutefois un fort courant ibérique, relevant probablement de schémas de distribution multiples où interviennent aussi bien les Ibères que les Phénico-puniques et les Phocéens établis au port d'*Emporion*, qui joue sans doute, à ce moment-là un rôle notable dans la diffusion des productions ibériques. Cette situation singulière à l'échelle de la Méditerranée nord-occidentale traduirait l'absence d'une réelle main-mise massaliète sur le Languedoc occidental, et son intégration dans la sphère économique d'*Emporion*, qui, pour autant, n'y exerce pas elle non plus un réel monopole (Py 2012 [1993] : 276 ; Garcia 2004 : 77 ; Gailledrat, Solier 2004 : 419-428).

Les productions méditerranéennes pénètrent assez profondément jusqu'à la vallée de la Garonne via la plaine de l'Aude et le Lauragais, comme le prouve la fréquence des produits d'importation à partir de la fin du VI^{ème} s. sur des sites d'habitat ou des nécropoles de ces régions. Pour autant, au regard des volumes encore limités mis en jeu au-delà du littoral méditerranéen et de son immédiat arrière-pays, l'axe Aude-Garonne ne constitue pas encore à la fin du VI^{ème} et au V^{ème} un débouché majeur pour l'économie massaliète. En outre, les axes de pénétration du Massif central (axe Hérault-Lergue-Lodévois et sillon du Thoré) et du domaine pyrénéen (haute vallée de l'Aude) paraissent rester à l'écart de ce phénomène (Séguier, Vidal 1992 : 435 ; Garcia 1993 : 215 ; Gailledrat, Solier 2004 : 421-423 ; Rancoule 2009 : 615).

L'essor des échanges méditerranéens à partir du VI^{ème} s. est globalement considéré comme l'un des facteurs déterminants d'une importante évolution socio-économique et culturelle des sociétés indigènes du Midi méditerranéen. Elle se traduit notamment par un processus d'urbanisation, initié au cours du VI^{ème} s., qui devient particulièrement fort au V^{ème} s. et s'accompagne d'un phénomène de hiérarchisation de l'habitat (Chazelles 1993 : 57 ; Py 2012

[1993] : 133-153 ; Garcia 2004 : 53, 63 et 76).

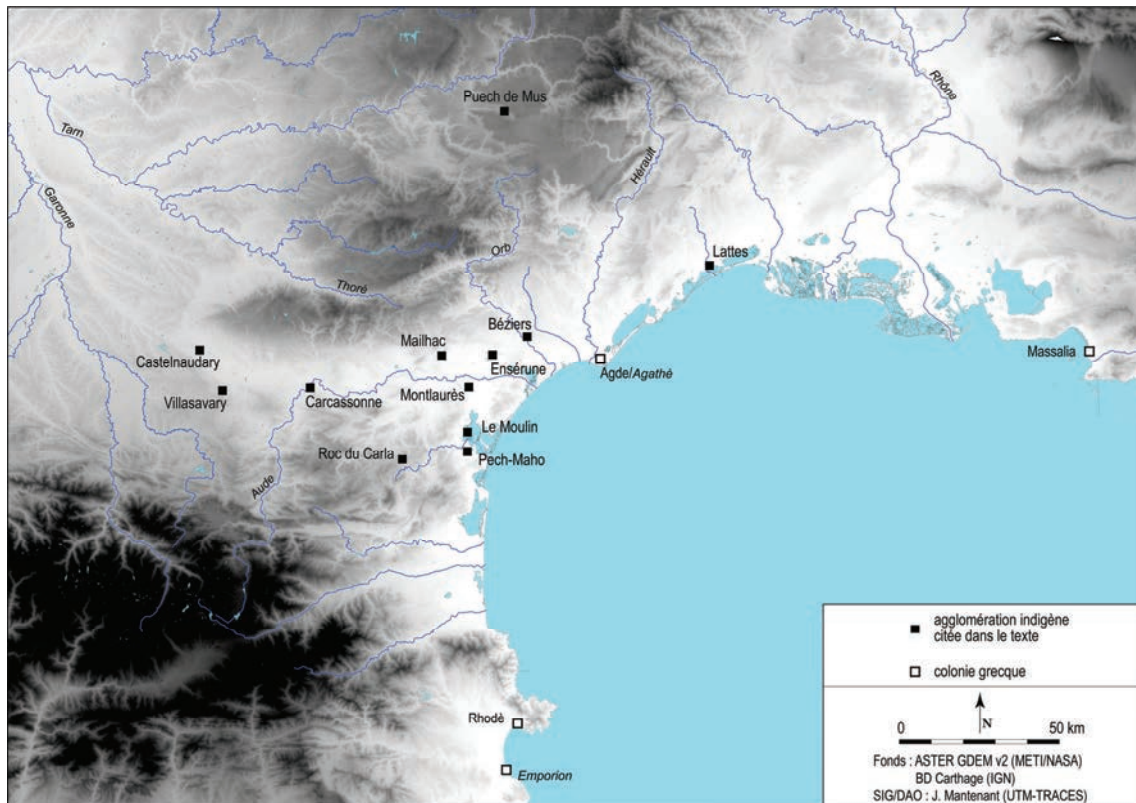


Fig. I-6 : la Méditerranée nord-occidentale aux VI^{ème}-III^{ème} s. av. n. è., localisation des principales agglomérations citées dans le texte.

Les réseaux commerciaux méditerranéens, où se pratique un négoce avant tout maritime, privilégient en effet les communautés indigènes installées sur les sites les mieux placés, près des lagunes, sur l'embouchure des fleuves ou sur les rives des cours d'eau accessibles par bateaux. Les négociants méditerranéens établissent des rapports complexes, reposant sur un système d'échanges multiples, avec les groupes indigènes établis dans ces zones de contact et dont le rôle économique se trouve dès lors renforcé. Ce mouvement favorise la création et/ou le développement d'agglomérations indigènes dans ces zones privilégiées, qui deviennent des relais économiques, à la fois centres de consommation et pôles de redistribution, auxquels il faut peut-être reconnaître un statut socio-économique éminent. De tels sites s'égrènent sur le littoral du Languedoc occidental ou à peu de distance de celui-ci. Celui de Pech Maho (Sigean), fondé à l'embouchure de la Berre autour des années 560-540 av. n. è., est l'un des mieux connus. Plus au nord, le site du Moulin (Peyriac-de-Mer) est habité dès la deuxième moitié du VI^{ème} s., tandis que l'occupation de la zone basse de la colline de Montlaurès intervient dans le courant du VI^{ème} s., et s'accompagne d'un processus d'urbanisation du site (Solier, Barbouteau 1994 : 184-186 ; Chazelle *et al.* 2002 : 105 ; Garcia 2002 : 95 ; Gailledrat, Solier 2004 : 20 et 23).

Ces établissements littoraux se placent à l'interface du monde colonial et du monde indigène, et participent aux flux de biens et de personnes entre la zone littorale et l'arrière-pays (Py 2012 [1993] : 146-147 ; Garcia 2004 : 173). Un tel phénomène n'est pas sans conséquence sur l'organisation du peuplement dans l'arrière-pays, qui entre dans un processus d'urbanisation

similaire au mouvement observé sur le littoral. Cette évolution est particulièrement prégnante dans la plaine biterroise et le couloir de l'Aude, où des habitats agglomérés de hauteur se développent durant le VI^{ème} s. (Ensérune, Béziers, Mailhac, Carcassonne, Castelnaudary), constituant autant de relais sur les circuits d'échanges, en particulier le long de l'axe Aude-Garonne. La bordure sud-est du Massif central et les Corbières ne sont pas épargnées par ce processus, perçu ici surtout à partir de la fin du V^{ème} s. av. n. è. (Séguier, Vidal 1992 : 436 ; Rancoule 1993 : 41 ; Solier 1992 ; Garcia 2004 : 57, 63 et 73-74).

Une telle évolution n'est pas sans conséquences sur les modes de production indigènes, non seulement dans le domaine agricole (augmentation du nombre d'espèces cultivées, développement de l'élevage et augmentation des capacités de stockage en céréales dans les habitats ; Garcia 1987 : 94 ; 2004 : 121-123), mais aussi dans le domaine non-agricole. Ce dernier connaît des changements importants durant cette période charnière, tendant vers le développement du travail spécialisé et des innovations, notamment dans le domaine de la production céramique et la métallurgie, sur laquelle nous reviendrons plus bas (cf. p. 107).

Ces transformations sociales et économiques perçues à l'aune des données archéologiques paraissent traduire un phénomène d'affirmation des communautés du Languedoc occidental au cours des VI^{ème} et V^{ème} s., en particulier dans le domaine territorial. Ces transformations prennent place dans une évolution culturelle plus large des sociétés protohistoriques de l'arc Èbre-Hérault. L'essor des échanges constitue l'élément moteur de cette évolution qualifiée d'*ibérisation*. Ce processus complexe tendant à une certaine homogénéisation, entamé sous l'impulsion du monde méditerranéen, s'appuie toutefois sur les particularismes régionaux profondément enracinés. Il donne lieu à la constitution d'un faciès ibéro-languedocien singulier en Languedoc occidental (Gailledrat 1997 : 231-276 ; Garcia 2000 : 200 ; Janin *et al.* 2003 : 250-251 ; Py 2003 : 308-309).

Les IV^{ème} et III^{ème} s. av. n. è., une mutation économique

Le nombre de créations de sites semble baisser fortement au IV^{ème} s., baisse qui s'accroît au III^{ème} s. av. n. è. Ce phénomène touche à la fois les massifs de l'arrière-pays où de nombreux d'habitats groupés sont abandonnés à la fin IV^{ème} s., et certains sites du littoral, telles que les agglomérations du Moulin (Peyriac-sur-Mer), abandonnée au III^{ème} s., ou de Montlaurès, largement désertée entre le milieu du IV^{ème} s. et la fin du III^{ème} s. L'occupation rurale languedocienne paraît elle aussi se rétracter durant la même période (Solier 1992 : 351 ; Chazelles 1993 : 57-59 ; Chazelles *et al.* 2002 : 105).

Comment interpréter une telle évolution ? Face à cette situation, la prudence est de mise, dans la mesure où les données fournies par l'archéologie sont encore très lacunaires pour cette période. Selon certains auteurs, elle refléterait une adaptation à des flux économiques et sociaux, entraînant une nette transformation du système de peuplement aux IV^{ème} et III^{ème} s. Ce mouvement bénéficierait à certaines agglomérations, à la fonction commerciale bien marquée voire prédominante, telles que Pech Maho, Béziers, Mailhac ou Ensérune, qui connaissent un certain développement urbain (Garcia 2004 : 80-89). Paradoxalement, en effet, le IV^{ème} s. correspond à une phase d'essor général des flux commerciaux, qui se traduit par un accroissement des volumes importés, parallèlement sans doute à une complexification et une

plus grande institutionnalisation des échanges (Gailledrat 1997 : 297 ; Gorgues 2010 : 250-251). Fait important, l'activité commerciale ampuritaine connaît à partir du milieu du V^{ème} s. et durant les deux siècles suivant un rayonnement important tant dans le Nord-Est de la péninsule Ibérique qu'en Languedoc occidental, et intègre de plus en plus les acteurs indigènes. Ses marchands participent alors pleinement à la diffusion des productions ibériques et grecques sans pour autant anihiler le négoce massaliète, qui, contrairement au trafic étrusque, devenu marginal au sud de l'Hérault, est encore bien présent en Languedoc occidental. Il y bénéficie d'un appui important avec la colonie d'*Agathè* (Agde), créée par Massalia vers 400 av. n. è. (Bats 1992 : 273 ; Gailledrat 1997 : 283-291 et 305-309). De fait, c'est une situation économique vraisemblablement complexe qui se dessine aux IV^{ème} et III^{ème} s. dans cette région, où aucune des deux grandes puissances économiques de Méditerranée nord-occidentale, *Emporion* et *Massalia*, ne semblent en situation de monopole.

Comme durant la période précédente, les productions méditerranéennes ne pénètrent guère au-delà du bassin audois. Certes, les produits importés circulent jusqu'au Toulousain, mais en quantités encore limitées. Ces flux tendent d'ailleurs à diminuer largement au III^{ème} s., traduction vraisemblable d'un effondrement général de tous les apports extérieurs dans l'arrière-pays languedocien, qui ne paraît plus alimenté en vin massaliète (Séguier, Vidal 1992 : 435 ; Domergue *et al.* 2002 : 193 ; Rancoule 2009 : 619).

Faut-il envisager un repli économique de ces territoires et l'arrêt d'activités permettant de proposer des contreparties aux importations méditerranéennes ? D'une manière générale, les productions indigènes intégrant les courants d'échanges languedociens sont très mal connues. Néanmoins, il semble que le Languedoc occidental ne subisse pas le tassement, voire la récession que connaît à la même époque le domaine rhodanien. Les productions agricoles paraissent encore importantes et sembleraient faire l'objet d'un trafic, si l'on considère les importantes unités de stockage des IV^{ème}-III^{ème} s. distinguées sur certains sites, en particulier dans le bassin de l'Aude. D'autres produits sont souvent évoqués parmi les contreparties, en particulier le métal, sur lequel nous reviendrons au terme de la première partie (cf. p. 107).

Avec la fin du III^{ème} s. démarre une nouvelle période, dont les débuts sont marqués par la Deuxième Guerre Punique. A long terme, l'une des conséquences indirectes de cet épisode est l'intégration des groupes languedociens dans des ensembles politiques et économiques plus vastes, selon des modalités discutées.

1.2.2. L'intégration économique et politique à la sphère romaine (II^{ème}-I^{er} s. av. n. è.)

Le tournant du II^{ème} s. av. n. è.

Après le creux envisagé au III^{ème} s., une reprise nette des échanges méditerranéens est perçue à l'extrême fin de ce siècle. Ce mouvement est marqué en particulier par l'essor du commerce italique, qui entraîne un véritable bouleversement économique. Ce phénomène est concomitant d'une nouvelle dynamique du peuplement dans les plaines littorales languedociennes à partir de la charnière des III^{ème} et II^{ème} s. marqué par un nouvel essor du fait urbain. Celui-ci se traduit par l'apparition de nouvelles agglomérations, et le fort accroissement des sites préexistants, à l'image d'Ensérune, de Béziers ou de Montlaurès, en plein renouveau à

partir des années 150 av. n. è.²⁰. (fig I-7).

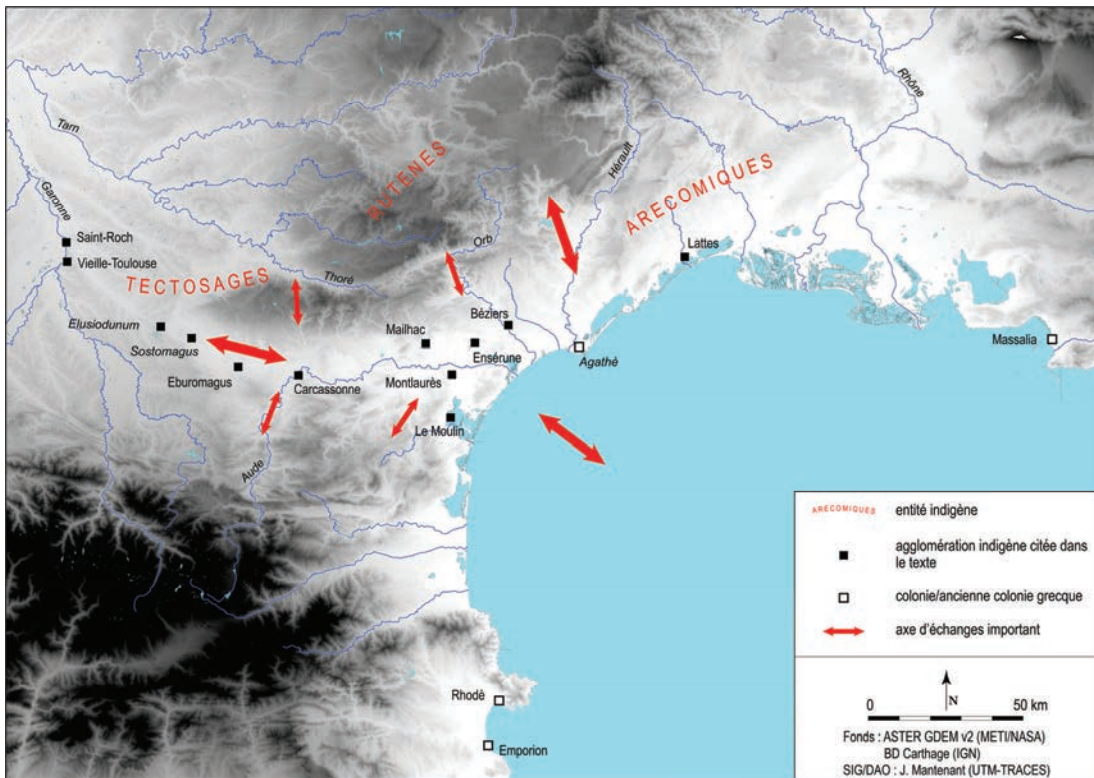


Fig. I-7 : la Méditerranée nord-occidentale au II^{ème} s. av. n. è., localisation des principales agglomérations et des peuples cités dans le texte.

Fait important, le commerce italique est le premier à atteindre de façon significative l'intérieur des terres. Il progresse non seulement le long des axes majeurs que constituent le couloir audois et le Lauragais, en direction de Toulouse, et les vallées de l'Hérault et de la Lergue, en direction du Massif central, mais aussi par le biais d'axes secondaires connectés à la vallée de l'Aude et au Lauragais Garonne, et traversant le Razès, la haute vallée de l'Aude et les Corbières, au sud, la Montagne Noire et le bassin de l'Agout au nord (Rancoule 1985 : 267 ; Benquet 2007 : 446 ; Gorgues 2010 : 231-232 ; Gruat, Izac-Imbert 2011 : 128)²¹.

Comme dans les plaines littorales, l'essor des échanges méditerranéens à l'intérieur des terres paraît dynamiser fortement le peuplement de ces espaces, en particulier le long des axes de pénétration. Un réseau économique structuré semble en effet apparaître à partir du deuxième tiers du II^{ème} s., auquel participent des Italiens, des Massaliètes et des négociants originaires de la péninsule Ibérique. Dans le couloir audois, le Lauragais et le Toulousain, en

²⁰ Mauné 1998b : 302 ; Chazelles *et al.* 2002 : 105 ; Sanchez 2003 : 604 ; Benquet 2007 : 444-446 ; Gorgues 2010 : 268-275 et 328. Les abandons d'habitats groupés sont rares. La destruction de Pech Maho vers 200 av. n. è., liée à un épisode guerrier, semble être un cas isolé (Gailledrat, Solier 2004 : 20).

²¹ La chronologie de cette progression est discutée. A vrai dire, si des apports italiques – vaisselles dans un premier temps, puis amphores gréco-italiques – sont présents à l'intérieur des terres dès la fin du III^{ème} et le premier quart du II^{ème} s. av. n. è. (Benquet 2007 : 438 ; Gorgues 2010 : 229-233), il faudrait plutôt placer dans le deuxième quart du II^{ème} s. la véritable expansion du commerce italique, dominé par le vin et la vaisselle campanienne A, dans le bassin audois (Bats 1986 : 413 ; Moret 2002 : 81 ; Rancoule 2009 : 60).

particulier au niveau de points de rupture de charge et de nœuds de communication, plusieurs agglomérations se constituent (Bram-*Eburomagus*) ou entrent dans une phase de développement (Carcassonne, Castelnaudary-*Sostomagus*, Saint-Roch, Vieille-Toulouse) dans le courant du II^{ème} s. (Vidal, Magnol 1983 ; Passelac 2002 : 178-188 ; Bats 1986 : 405 et 409-410 ; Passelac 2003 : 99-101). Ces centres de peuplement constituent des pôles économiques parfois importants, où peuvent se développer de véritables quartiers artisanaux spécialisés, participant à la distribution des contre-parties aux apports méditerranéens. Parmi celles-ci figurent sans doute les produits de la mise en valeur des sols, qui paraît connaître une nette intensification au II^{ème} s. comme semble en témoigner l'essor de l'habitat dispersé, notamment autour des agglomérations, dans le cadre d'un mouvement plus vaste de reconquête des terres en Languedoc occidental (Mauné 1998b : 302 ; Verdin 2006 : 237-242).

Le II^{ème} s. est le temps de l'intégration plus importante des régions de l'intérieur des terres dans les réseaux commerciaux alimentés par les produits méditerranéens issus du « grand commerce ». Toutefois, celui-ci, s'appuyant sur des structures indigènes, est encore essentiellement la marque d'une dynamique languedocienne. En outre, ces apports paraissent avoir été peu diffusés à l'ouest du Toulousain au cours du II^{ème} s., incitant certains auteurs à placer dans la région de Toulouse la limite occidentale d'un espace commercial connecté à la Méditerranée et au nord-est de la péninsule (Séguier, Vidal 1992 : 442-443 ; Sanchez 2003 : 44 ; Gorgues 2010 : 319-327). L'existence d'un tel espace économique soulève de nombreuses questions quant à la situation politique du Languedoc occidental au II^{ème} s. av. n. è.

Dans ce domaine, le cas de l'entité tectosage est suffisamment significatif pour que l'on s'y attarde dessus. Son nom apparaît tardivement dans les textes, à l'occasion d'événements survenus à la fin du II^{ème} s. av. n. è. (Strabon, *Géogr.* : IV, 1, 12 ; cf. p. 45). Dotée d'une certaine homogénéité politique, elle aurait pour « capitale » *Tolosa*, dans le Toulousain. Elle semble s'étendre sur l'essentiel du Languedoc occidental, méditerranéen et continental, entre les Pyrénées, le Massif central et l'Aquitaine. À l'est, la limite avec l'autre grand peuple languedocien, les Arécomiques, et les nombreux petits peuples présents dans la région de Narbonne n'est pas clairement définie (Strabon, *Géogr.* : IV, 1, 12-13 et IV, 2, 1 ; Barruol 2000 : 10 ; Milcent 2006a : 50 ; Gorgues 2010 : 271-274).

L'émergence d'une telle entité fait depuis plus d'un siècle l'objet d'un long débat qu'il n'est pas nécessaire de présenter en détails. Une théorie séduisante, s'appuyant en particulier sur certains traits culturels des groupes languedociens, admet une évolution autochtone et ancienne de cette entité, antérieure à la fin du III^{ème} s. (Milcent 2006a : 54)²². Mais l'émergence du groupe tectosage en tant que tel interviendrait plus tardivement : les changements observés dans l'organisation du peuplement à partir du début du II^{ème} s., en rupture avec les formes de peuplement de la période précédente, en seraient peut-être le signe. Ce groupe se superposerait dès lors, en tant que « société englobante » aux communautés nucléaires régionales, devenues des « sociétés englobées », selon un modèle de type « polynucléaire hiérarchisé » (Gorgues 2010 : 271). L'interprétation souvent avancée est celle d'une confédération de peuples dont la cohésion aurait été assurée par « des fondements à la fois identitaires, militaires et religieux » (Milcent 2006a : 54). Une telle évolution pourrait avoir entraîné, selon certains protohistoriens, une « augmentation des

²² Cette évolution pourrait intervenir après le début du V^{ème} s., les Elysiques occupant une partie du territoire tectosage de la fin du II^{ème} s. (Milcent 2006a : 54).

échelles d'intégration géographique», et, partant, une certaine stabilisation des communautés (Gorgues 2010 : 274).

Cette « *émergence* » serait alors concomitante de l'accroissement des échanges avec la sphère italique. Un lien peut-il être établi entre ces deux phénomènes ? Ce genre d'inférence peut être critiquable (Boissinot 2005). Néanmoins, une telle évolution n'est pas totalement improbable. Les Tectosages occupent une place essentielle, sur le couloir du Lauragais, à cheval sur le bassin aquitain et le bassin audois. D'un point de vue économique, cette position constitue un sérieux atout. Or, nous avons noté que les apports italiques se concentrent en Gaule méditerranéenne dans le bassin audois, ne dépassant guère le Toulousain. La tentation est grande d'associer l'essor important du commerce méditerranéen à partir du tournant des III^{ème} et II^{ème} s. à l'existence de ce groupe tectosage. P. Moret et A. Gorgues estiment que grâce à une bonne assise territoriale et des structures politiques suffisamment solides pour assurer la régularité et la sécurité des échanges, cette entité aurait été susceptible de soutenir les réseaux d'échanges en Languedoc occidental et de proposer un cadre institutionnel de contrôle du trafic, dont témoigneraient peut-être les marques sur amphores découvertes à Vieille-Toulouse (Moret 2002 : 84-85 ; Gorgues 2010 : 317). L'unification sous la houlette d'une même entité d'un espace occupé jusqu'alors par plusieurs communautés, n'aurait pu que favoriser les déplacements d'hommes et de marchandises (Moret 2002 : 84-85 ; Gorgues 2010 : 319-325).

Faut-il attribuer à Rome un rôle autre qu'économique dans cette évolution ? Un tel rapprochement nous renverrait à la thèse suggérée dans un premier temps par Mommsen, reprise par la suite par C. Ebel (Ebel 1976 : 41-63). Celle-ci envisage la *responsabilité directe* de Rome sur la région côtière allant des Pyrénées au Rhône après la Deuxième Guerre Punique, qui s'achève par la défaite punique de Zama en 202 av. n. è. et la prise de contrôle progressive d'une grande partie de la péninsule Ibérique par Rome. Dès lors, le Languedoc méditerranéen et le Roussillon actuels seraient passés sous le contrôle du gouverneur romain à la tête de la province d'*Hispania Citerior*, créée en 197 av. n. è. (Ebel 1976 : 41-45 ; Cadiou, Moret à paraître : 4-6)²³.

Cette thèse s'appuie sur un faisceau d'indices d'ordres culturels, politiques et monétaires que nous ne détaillerons pas ici et dont l'interprétation, selon l'aveu même de C. Ebel, est délicate et ne peut prétendre à une absolue certitude (Ebel 1976 : 42). Elle a de fait suscité de vifs débats parmi les archéologues et historiens du Sud de la Gaule (Rico 1997 : 148-151 ; Hermon 2000 ; Sillières 2003 : 116 ; Gorgues 2010 : 436). Critiquable sur de nombreux points, elle n'en a pas moins le mérite de poser la question des rapports entretenus par les communautés du Languedoc occidental avec le pouvoir romain, qui devient, après la Deuxième Guerre Punique, le nouveau maître d'une région, le Nord-Est de la péninsule Ibérique, qui depuis le milieu de l'âge du Fer a noué des relations étroites avec les communautés d'outre-Pyrénées. On peut notamment s'interroger sur la position de l'entité tectosage durant cette période mouvementée. A-t-elle noué des rapports étroits avec le pouvoir romain durant le II^{ème} s. ? Faut-il envisager, à l'instar de L. Benquet, une alliance – de nature indéterminée – avec Rome (Benquet 2007 : 446) ? Le bouleversement majeur qu'est la conquête de l'Espagne par

²³ Cette provincialisation ne met pas fin aux combats, comme le montre les interventions du consul Caton dès 195 av. n. è., destinées à mettre au pas les communautés indigènes, en particulier entre l'Èbre et les Pyrénées (Rico 1997 : 133).

Rome a sans nul doute eu des répercussions politiques, diplomatiques et économiques en Languedoc occidental, d'autant plus que les communautés languedociennes ne se sont pas toutes opposées au passage du principal ennemi de Rome pendant la Deuxième Guerre punique, Hannibal (Tite-Live, *Hist. Rom.* : XXI, 24 et 26 ; Ugolini, Olive 2003). Une telle évolution doit être prise en considération lors de l'étude de la production des métaux entre la fin du III^{ème} s. et la fin du II^{ème} s. s. av. n. è., comme nous le verrons plus bas (cf. p. 110).

Le temps de l'intégration à la sphère politique à la sphère romaine (fin II^{ème} - I^{er} s. av. n. è.)

Si le doute demeure donc quant à la situation politique du Languedoc occidental durant le II^{ème} s. av. n. è., le contexte dans lequel s'inscrit la fondation de la colonie romaine de Narbonne en rive gauche de l'Aude en 118 av. n. è. est relativement mieux connu. Cette fondation est avant tout un acte politique, qui permet d'installer des citoyens appauvris sur de nouvelles terres, et de leur faire ainsi partager les bénéfices de la conquête. En outre, l'importance économique mais aussi militaire de la position de la colonie, au carrefour de plusieurs axes de circulation majeurs unissant la Gaule interne, la péninsule Ibérique et la Méditerranée, n'a sans doute pas échappé à ses promoteurs romains : la fondation narbonnaise aurait permis à Rome de s'assurer le contrôle d'un réseau d'échanges déjà bien structuré et efficace, depuis longtemps mis en place, dans lequel les habitants de la colonie auraient pris une part active (fig. I-8) Gayraud 1981 : 138-140 ; Sanchez 2003 : 46 ; Paillet 2003 : 544), proposition allant dans le sens de la thèse d'E. Ebel.

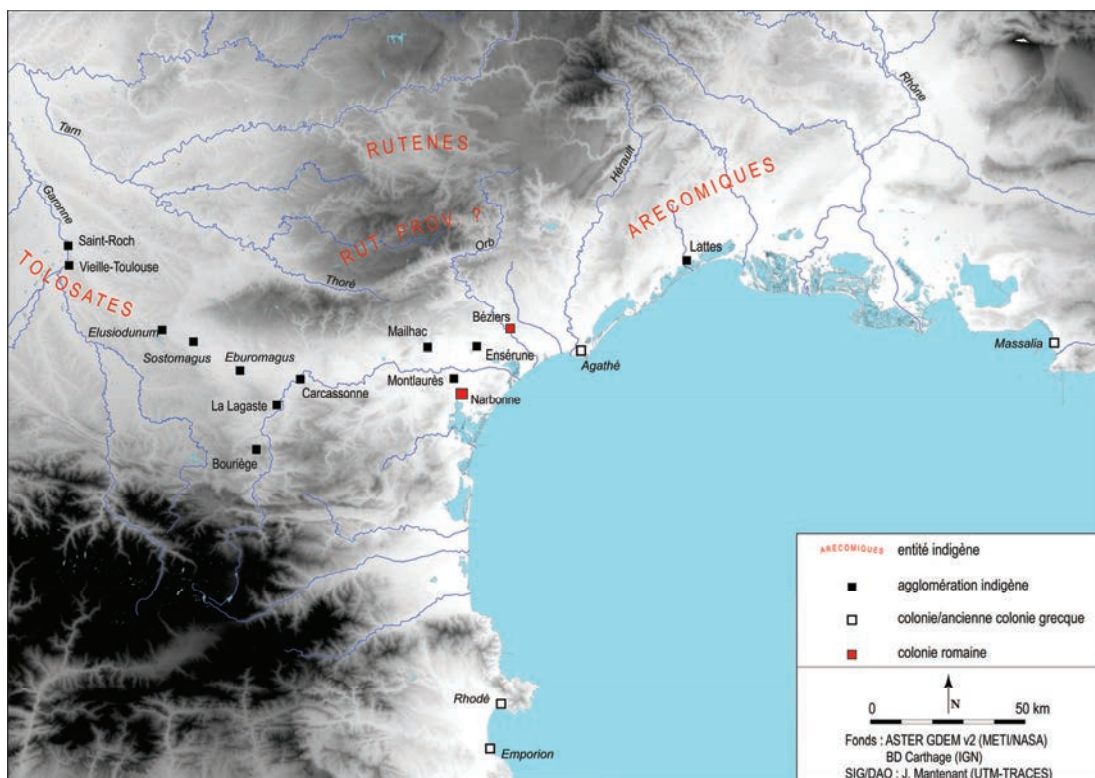


Fig. I-8 : la Méditerranée nord-occidentale au I^{er} s. av. n. è. , localisation des principales agglomérations et des peuples cités dans le texte.

La main-mise romaine sur le Languedoc occidental n'est pas sans conséquences sur les communautés indigènes de cette région. La fondation de Narbonne se place en effet dans un processus plus large de transformations des cadres politiques indigènes à partir de la fin du II^{ème} s. av. n. è., dont la caractérisation fait débat chez les historiens. Le cas de la partition du territoire du peuple rutène, dont une composante, les Rutènes provinciaux, semble être passée sous contrôle romain avant le milieu du I^{er} s. av. n. è., est particulièrement significatif²⁴. L'entité tectosage n'est pas en reste, qui paraît s'être effacée après sa révolte de 106, réprimée par Rome (Labrousse 1968 : 128-136 ; Domergue, Moret 2002 : 90-91 ; 2012). Faut-il voir là le signe d'une mesure de rétorsion prise par Rome et prenant la forme d'un démantèlement de l'entité tectosage, consécutif à ce soulèvement ? Cette possibilité a été envisagée (Moret 2002 : 85 ; Milcent 2006a : 53-55 ; Gorgues 2010 : 346 ; Moret 2012 : 150-151), qui traduirait le souci romain d'affaiblir le cadre ethnique gaulois, en limitant ainsi le risque d'une nouvelle rébellion, et renforçant du même coup son emprise sur le Languedoc occidental. Cette emprise se traduit en particulier par la centuriation des terres, qui induit la redistribution des terres dans un processus de remembrement. Certes, ce processus n'est pas sans poser des problèmes d'identification et de chronologie²⁵. Néanmoins, il constitue clairement une autre illustration du contrôle exercé par Rome sur les terres indigènes, notamment sur une partie du territoire tectosage (Gorgues 2010 : 345, note 1232)²⁶.

Narbonne devient en outre un port important, considéré par Strabon comme le principal port de la Celtique (Strabon, *Géogr.* : IV, 1, 6 et 12). La ville bénéficie d'une position privilégiée, sur la *Via Domitia* et au débouché de l'axe Aude-Garonne, qu'emprunte une autre route importante, la voie d'Aquitaine, bornée à l'époque augustéenne, mais reprenant vraisemblablement un tracé plus ancien (Cicéron, *Pour Font.* : 19-20 ; Gorgues 2010 : 403). Située au carrefour des routes méditerranéennes et atlantiques, gauloises et ibériques, Narbonne devient une plaque tournante dans le commerce régional. L'*emporion* narbonnais connaît un essor rapide au cours de ce siècle, plus particulièrement à l'époque augustéenne. Son essor à la fin du I^{er} s. av. n. è. est caractérisé en particulier par une importante activité édilitaire, qu'illustre l'édification de nouveaux monuments et de luxueuses *domus* (Sanchez, Jézégou 2011 : 270 ; Sanchez *et al.* 2011 : 213-215). A la même époque intervient la déduction de la colonie de Béziers (36-35 av. n. è.) à laquelle est attribuée un territoire amputé à l'arrière-pays narbonnais puis l'élévation de Carcassonne au rang de cité de droit latin, peut-être lors du séjour en Gaule d'Auguste, en 16-15 av. n. è. (Clavel 1970 : 165-167 ; Gayraud 1981 : 322 ; Christol 2010 [1998] : 172). Carcassonne, en particulier, bien que peu étendue et en net retrait par rapport à Narbonne et Béziers, peut compter sur sa situation privilégiée sur la voie d'Aquitaine, entre les deux cités importantes que sont Narbonne et Toulouse. Cette agglomération est située en outre à l'entrée de la haute vallée de l'Aude et à quelques encablures de la Montagne Noire, au

²⁴ Un article de D. Schaad publié dans les actes du colloque de Rodez et Millau (2007) sur les Rutènes résume les propositions formulées au sujet de la localisation précise du territoire des Rutènes provinciaux et de la date de ce démembrement par A. Albenque, G. Barrauol, E. Griffé, M. Labrousse M. Christol, P. Gruat et L. Izac-Imbert (Schaad 2011 : 30).

²⁵ La centuriation des terres languedociennes a été abordée en particulier par M. Gayraud, G. Chouquer, A. Pérez et S. Mauné (Gayraud 1981 : 204-240 ; Chouquer 1993 ; Pérez 1995 ; Mauné 1998a : 40-57).

²⁶ Il est toutefois impossible d'identifier les limites du territoire de Narbonne à la fin du II^{ème} s. et dans la première moitié du I^{er} s. av. n. è. (Gayraud 1981 : 321-323 ; Sablayrolles 2002 : 323).

départ d'un axe traversant ce massif en direction de l'ouest du Massif central. Elle joue ainsi un rôle pivot dans le réseau de circulation du Sud de la Gaule, entre Atlantique, Pyrénées, Massif central et Méditerranée (Passelac 1999).

Le dynamisme du Languedoc occidental aux époques tardo-républicaine et augustéenne s'observe en particulier dans les campagnes. La fin du II^{ème} s. et la première moitié du I^{er} s. av. n. è. correspondent à une phase de multiplication des établissements ruraux. A la même époque, les agglomérations indigènes atteignent leur plus grande extension. Ce mouvement traduit une diversification des zones de commerce, l'émergence d'une distribution éclatée et une multiplication des marchés locaux : ces habitats groupés, à l'image du site de La Lagaste sont des centres de consommation et de redistribution des produits, mais aussi des centres d'activité en lien notamment avec les activités agricoles ou le commerce. Parallèlement à ce processus s'observe un développement des productions locales destinées à satisfaire le marché languedocien en pleine croissance. Dans le domaine de la production céramique, en particulier, l'influence italique se fait sentir de plus en plus fortement. Celle-ci atteint son acmé à l'époque augustéenne, au cours de laquelle apparaissent les principaux ateliers régionaux, notamment à Bram ou Sallèles-d'Aude (Mauné 2000 : 233 et 242-245 ; Sanchez 2003 : 869-907 ; Passelac 2003 ; 2009 : 108).

1.2.3. Permanences et mutations au Haut-Empire (I^{er}-III^{ème} s.)

Le pôle narbonnais

A la fin du I^{er} s. de n. è., les villes de la Narbonnaise connaissent un développement urbain important, à l'image de Narbonne, qui atteint alors son extension maximale, évaluée à 124 hectares. Cette ville demeure durant le Haut-Empire la capitale politique de la province (fig. I-9).

Elle est le principal pôle économique du Languedoc occidental, et dispose d'un port qui est encore le plus important de la Gaule méditerranéenne. Importante place d'échanges, la ville bénéficie d'une forte capacité d'attraction dépassant largement le cadre provincial. La fréquence des métiers liés au commerce et au transport de marchandises mentionnés sur le matériel épigraphique illustre l'importance commerciale de la ville, intégrée aux réseaux d'échanges de Méditerranée nord-occidentale aux mains de puissants groupes familiaux²⁷.

Au I^{er} s. de n. è., le trafic n'est plus dominé par les productions italiques, dont le déclin s'est amorcé dès le milieu du siècle précédent. Les échanges se sont diversifiés, accordant une large place aux productions des autres provinces de l'Empire. Les produits issus de la péninsule Ibérique, en particulier, occupent encore une place de choix dans les trafics commerciaux de Méditerranée occidentale. (Sanchez 2003 : 847-851). Narbonne est aussi, du fait de sa taille et de sa position commerciale privilégiée un centre de production et de consommation majeur. Plusieurs zones artisanales y ont été reconnues, généralement situées dans les quartiers périurbains, près des axes de communication. Illustrant le dynamisme de la ville, les nombreuses

²⁷ Gayraud 1981 : 478 et 530-536 ; Christol 2010 [2002] ; Bonsangue 2002 : 209-210, 2006 : 36-37 et 58-59 ; Sanchez *et al.* 2011 : 222-223.

inscriptions mentionnant des artisans ou des commerçants rendent compte, pour le I^{er} s., du nombre élevé de métiers présents à Narbonne, et de leur forte spécialisation, en particulier dans le domaine de la métallurgie du fer et des alliages cuivreux, l'un des mieux représentés (Bonsangue 2002 : 206-211 ; Sanchez *et al.* 2011 : 219-220).



Fig. I-9 : carte des cités de la Gaule narbonnaise au Haut-Empire (d'après Garcia 2002 : 99).

Un espace économique dynamique

L'importance économique de Narbonne repose aussi sur le dynamisme du Languedoc occidental. Dans cet espace, traversé par trois grandes voies reliant la Gaule interne, la péninsule Ibérique et l'Italie²⁸, les formes de peuplement se situent dans la droite ligne du I^{er} s. av. n. è. La plupart des agglomérations occupées à cette époque apparaissent dès le II^{ème} s. av. n. è., voire même avant, et sont d'origine indigène (Raynaud 2002 : 45). Nombre d'entre elles poursuivent leur développement entamé à l'époque tardo-républicaine. Le cas le plus fameux est celui d'*Eburomagus* (Bram), sur la voie d'Aquitaine, dans la cité de Carcassonne, qui atteint au Haut-Empire sa plus grande extension, soit une cinquantaine d'hectares. Cette superficie la place parmi les plus importantes agglomérations antiques du Languedoc (Raynaud 2002 : 42 ; Passelac 2003 : 98-99). Cet essor n'est toutefois pas général. Certains habitats groupés importants durant les deux derniers siècles avant notre ère, sont désertés ou largement abandonnés dès le I^{er} s. de n. è., en particulier à la fin de ce siècle²⁹ (Leveau 1993 : 298 ; Raynaud 2002 : 44).

Des activités parfois très diversifiées peuvent se développer au sein de ces agglomérations

²⁸ Il s'agit de la voie domitienne, de la voie d'Aquitaine et, en périphérie, de la voie *Cessero-Lodève-Rodez*, le long des vallées de l'Hérault et de la Lergue (Clavel 1970 : 421-424).

²⁹ C'est le cas en particulier de La Lagaste, Ensérune, Montfau et Capraria. Voir les synthèses correspondantes rédigées par G. Rancoule, J.-L. Fiches, C. Olive et L. Schneider dans Fiches 2002.

languedociennes, qui constituent comme durant la période précédente des pôles économiques locaux. Outre la production céramique et les services liés au trafic empruntant les principales voies (Passelac 2003 : 103-104), le travail des métaux est encore une fois en bonne place, ainsi que des activités mettant à profit des ressources locales spécifiques (thermalisme...).

L'habitat rural s'inscrit quant à lui dans le long processus initié aux II^{ème} et I^{er} s. av. n. è. Les sites créés durant le I^{er} s. sont forts nombreux. Mais certains habitats dispersés apparus au II^{ème} s. av. n. è., relevant d'une dynamique indigène, se maintiennent jusqu'au II^{ème} s. de n. è., voire jusqu'à la fin de l'Antiquité, en particulier dans le Biterrois (Mauné 2000 : 242). Ces sites doivent être distingués des *villae*, qui renvoient à un mode d'occupation et d'exploitation distinct des terroirs et se concentrent en particulier dans les plaines de l'Aude et de l'Orb. Ces établissements paraissent se développer entre le tournant de l'ère et le milieu du I^{er} s. de n. è., pour perdurer, en général durant toute la période impériale. Ils participent à l'essor d'un artisanat rural, centré notamment sur la production de poteries et de matériaux en terre cuite, visant à répondre aux besoins importants des établissements ruraux et à alimenter un marché régional (Buffat 2011 : 160 ; Passelac 2009). Le Haut-Empire voit en outre se développer la viticulture, qui connaît un essor remarquable en Narbonnaise à partir du milieu du I^{er} s. de n. è., allant en s'accroissant au II^{ème} s. Elle est destinée pour une part à l'exportation, le port de Narbonne constituant vraisemblablement l'une des principales portes de sortie de sa production, qui apparaît comme l'une des principales composantes – parce qu'elle en est la mieux connue (?) – des exportations régionales (Buffat *et al.* 2001 : 104-107).

La fin du Haut-Empire : déclin, crise ou assoupissement ?

Le milieu de la période impériale, en particulier le III^{ème} s., correspond à une phase de transformations importantes et complexes dans l'ensemble de la Narbonnaise, dans un contexte difficile pour l'Empire d'un point de vue politique et militaire, en raison notamment de troubles sur ses frontières septentrionales (Christol 2006 : 249-254). En Languedoc occidental, ces changements ne touchent pas tous les secteurs d'activité ni toutes les formes de peuplement en même temps et de la même manière. Cité d'affaires aux activités économiques diversifiées au I^{er} s. de n. è., Narbonne semble perdre sa prépondérance économique dès le tournant des I^{er} et II^{ème} s. La fixation de la frontière de l'Empire au cours du I^{er} s. dans la région du Rhin, entraînant notamment d'importantes concentrations de troupes face au monde germanique, provoque un basculement des réseaux d'échanges en direction du nord de la Gaule et de la Germanie. Ces régions sont alors placées au centre d'enjeux considérables dont relevait ni plus ni moins la sécurité de l'Empire (Christol 1996 : 16-17). La vallée du Rhône prend dès lors une importance considérable, en aspirant dès la première moitié du I^{er} s. de n. è. une grande partie du trafic. La conséquence de ce basculement commercial est la forte diminution des échanges à travers l'Isthme gaulois. Cette évolution assure à Arles une primauté dans le trafic de Méditerranée nord-occidentale. Grâce à l'existence d'un port fluvial à l'entrée du Rhône et d'un port maritime dans le Golfe de Fos, la ville constitue alors un point de rupture de charge et un lieu de transbordement des marchandises des navires du grand commerce maritime sur des navires plus petits capables de remonter la vallée du Rhône (Christol 1996 : 17-19 ; Long *et al.* 2002 : 183 ; Christol 2010 : 623).

Narbonne demeure néanmoins un port important où transite un trafic resté dense. Le grave incendie survenu entre 138 et 161 ne paraît pas entraîner le déclin de la ville. Son évolution au siècle suivant est toutefois plus difficile à caractériser. C'est à ce moment que M. Gayraud a décidé d'arrêter la chronologie de son ouvrage sur Narbonne, arguant de la très grande pauvreté des sources épigraphiques et littéraires disponibles pour le III^{ème} s. (Gayraud 1981 : 1). Pour autant, faut-il y voir une phase de déclin de Narbonne ? La ville connaît effectivement un recul de son emprise urbaine, ce dont témoigne l'abandon de certains quartiers (Ginouvez 2002 ; Sanchez 2003 : 215 ; Bonsangue 2006 : 60). Néanmoins, elle demeure une métropole politique et religieuse de premier plan en Narbonnaise au (cf. ci-dessous).

Dans le reste du Languedoc, une diminution très nette du nombre de fermes intervient durant les II^{ème} s. et III^{ème} s., et un phénomène de rétraction touche plusieurs agglomérations secondaires, en particulier celles qui sont situées le long de la voie d'Aquitaine (Passelac 2003 : 105-106). Or, au même moment, les grands établissements de type *villae* connaissent un certain essor, caractérisé par un agrandissement des sites et une accentuation du caractère luxueux des habitats. Intervenant après la forte croissance du I^{er} s. de n. è., une telle évolution, qui fut sans doute progressive plus que brutale, a vraisemblablement obéi à des causes multiples. Elle ne semble pas devoir être réduite à un simple déclin, mais paraît plutôt caractériser une profonde restructuration des formes d'occupation et des productions, perçue par ailleurs dans la viticulture, qui paraît diminuer fortement à partir de la fin du II^{ème} s. sans pour autant disparaître complètement (Fiches 1996b : 13 ; Mauné 1996 : 215 ; Buffat *et al.* 2001 : 110-111 ; Passelac 2009 : 100-103).

1.2.4. La situation du Languedoc occidental au Bas-Empire (IV^{er} - V^{ème} s.)

Comme nous l'avons introduit plus haut, Narbonne reste un pôle urbain de premier plan en Méditerranée nord-occidentale aux IV^{ème} et V^{ème} s. Devenue métropole religieuse, elle demeure capitale politique de province, en l'occurrence la Narbonnaise Première, créée au début du Bas-Empire lors du démantèlement de l'ancienne province de Narbonnaise. Paradoxalement, l'organisation et l'étendue de la ville reste très largement méconnues (Ginouvez 2002).

Son importance est illustrée en outre par l'ampleur du territoire de la Cité, qui englobe désormais celui des anciennes cités de Carcassonne et de Narbonne. Enfin, la persistance de courants commerciaux florissants, dont témoigne le matériel d'importation originaire d'Afrique, de l'Espagne ou de l'Orient découvert dans les horizons des IV^{ème} et V^{ème} s. (Sanchez 2002), démontre que la ville et son port, mais aussi plus généralement le Languedoc occidental, font encore preuve à la fin de la période impériale d'un réel dynamisme économique. Celui-ci doit toutefois être nuancé en fonction des micro-régions et des domaines d'activité.

Ainsi, dans le bassin audois, la répartition des établissements ruraux aux IV^{ème}-V^{ème} s. est assez proche de la situation des siècles précédents (Passelac 2009). Pour autant, alors que les petits sites de type ferme paraissent diminuer fortement, le nombre d'établissement assimilables à des *villae* reste élevé. La plupart de ces sites perpétuent des installations plus anciennes et

montrent même une augmentation de taille et un plus grand luxe dans les aménagements. Cette situation paraît être un phénomène général à l'ensemble du Languedoc, entre Rhône et Pyrénées (Buffat 2011 : 165). Cependant, excepté sur quelques sites ayant fait l'objet de fouilles extensives, les activités économiques de cette période, y compris l'économie domaniale, reste relativement mal connues au-delà de leur simple attestation.

Au final, après les phénomènes observés au III^{ème} s., qui dans certains cas ont démarré avant ce siècle, le Bas-Empire correspondrait en Languedoc occidental, et plus largement entre Rhône et Pyrénées, à une phase de mutation s'inscrivant dans la continuité des siècles précédents. Marquée par le maintien de puissants courants commerciaux drainant des produits de l'ensemble de l'Empire, cette situation est en contradiction totale avec l'image d'une campagne constituée de grands centres ruraux fonctionnant de manière autarcique. La rupture tant dans les modalités d'occupation du territoire que dans les courants d'échanges commerciaux n'interviendrait qu'après le milieu du V^{ème} s., là encore, suivant des rythmes et des modalités variables en fonction des secteurs géographiques (Mauné 1998 : 120-124 ; Raynaud 2001 : 270 ; Buffat 2011 : 168-169).

Bilan intermédiaire

Concentrés dans les terrains primaires qui constituent l'assise des massifs des Corbières, de la Montagne Noire et de la bordure sud-orientale du Massif central, les gisements miniers du Languedoc occidental, nombreux, se caractérisent par une grande diversité morphologique et minéralogique et une large distribution au sein des massifs primaires.

Le fer est une substance très largement représentée. La région prise en compte dans cette étude forme avec les Pyrénées orientales et les Pyrénées ariégeoises l'une des principales zones ferrifères du Sud de la France. Elle se caractérise en particulier par la présence récurrente d'un minerai de fer riche en manganèse (Leroy 2010 : 89-91).

Sans pour autant atteindre l'importance qu'il peut avoir dans la province sous-cévenole, le plomb est quant à lui bien représenté dans la région. La distribution spatiale des gisements les plus riches en plomb n'est toutefois pas homogène : ceux-ci se concentrent essentiellement dans les terrains paléozoïques carbonatés des versants nord et sud de la Montagne Noire. Généralement associé au zinc, le plomb se présente en règle générale sous la forme de galène argentifère, et dans une moindre mesure, de bournonite, de sulfosels de plomb et de minéraux d'altération. Ces minéraux apparaissent aussi dans des gisements au caractère polymétallique nettement plus marqué, présents tant sur la bordure sud-est du Massif central que dans les Corbières. Sulfures et sulfosels de plomb sont alors associés aux cuivres gris, représentés en particulier par la tétraédrite argentifère et la freibergite (annexe VIII). Dans l'ensemble, les tétraédrites affichent des valeurs allant jusqu'à 5 % Ag, et les freibergites, plus rares, peuvent dépasser 20 % Ag (Chikhaoui 1981 : 105-106 ; Giannoni 1990 : I, 383-388). Certains gisements sont réputés pour leur caractère fortement argentifère. C'est le cas en particulier des gîtes des Barrencs (Lastours, Fournes-Cabardès), et de La Caunette (Lastours), dans la vallée de l'Orbiel, où la bibliographie fait état de minerais, constitués de galène, de chalcopryrite et de cuivres gris, affichant des teneurs de l'ordre 5 à 18 kg d'argent à la tonne (Chikhaoui 1981 : 138-140). De fait, l'argent est substance très bien représentée en Languedoc occidental. Plusieurs textes

médiévaux datés des XII^{ème}, XIII^{ème} et XIV^{ème} s. témoignent d'ailleurs de la place prise par ce métal dans l'économie minière du Languedoc occidental, alors en plein essor. Cette région intègre à cette époque un espace minier plus vaste, compris entre le sud du Massif central et les Pyrénées, qui se placerait parmi les principales aire de production d'argent de l'actuel territoire français au Moyen Âge central (Bailly-Maître, Benoît 1997 : 25-33 ; Bailly-Maître 2010a).

Doté d'un fort potentiel minier, situé à l'interface du monde méditerranéen et de la Gaule interne, le Languedoc occidental entre précocement dans une dynamique économique singulière. Les pages précédentes ont permis de distinguer les principaux rythmes de l'histoire économique, socio-culturelle et politique de cette région. Les transformations observées à partir du VI^{ème} s. dans les formes de peuplement et les modes de production sont avant tout le fruit de facteurs internes, complexes et interagissants. Ils ont été stimulés par le développement des échanges méditerranéens, auxquels ces communautés languedociennes ont précocement participé (Verdin 2006 : 237). Ainsi, la prise de contrôle par Rome de cet espace, dans les années 120 selon la thèse classique, s'inscrit dans un mouvement général d'extension de la puissance économique romaine dans la région, perçue depuis la fin du III^{ème} s. Elle ouvre une phase d'essor économique important entre le II^{ème} s. av. n. è. et le I^{er} s. de n. è. se prolongeant au cours du Haut-Empire. A la fin de cette période, à partir de la fin du II^{ème} s. et surtout au III^{ème} s., interviennent des mutations complexes, facteurs de recompositions économiques et socio-culturelles. Pour autant, ces transformations ne préfigurent pas une phase de crise véritable. Narbonne et sa région gardent en effet un rôle politique et économique important en Méditerranée nord-occidentale.

Ce tableau tend à faire des périodes tardo-républicaine et augustéenne deux moments durant lesquels interviennent de profondes mutations. Celles-ci s'inscrivent cependant dans un processus initié dès avant la conquête romaine. Sans tomber dans un déterminisme simpliste, on peut émettre le postulat selon lequel l'ensemble des phénomènes décrits dans ce chapitre sont susceptibles d'avoir eu un impact sur les ressources minières régionales. Sur ce point, le bilan critique de près d'un demi-siècle de recherches historiques, archéologiques et archéométriques sur la mise en valeur des ressources minières régionales fournit quelques éléments de réponse, mais, aussi et surtout, montre la nécessité d'une nouvelle approche archéologique.

2. LA PRODUCTION DES MÉTAUX AU SECOND ÂGE DU FER ET À L'ÉPOQUE ROMAINE EN LANGUEDOC OCCIDENTAL : BILAN CRITIQUE DE CINQUANTE ANS DE RECHERCHES ARCHÉOLOGIQUES

Avec quelques autres régions de l'Europe francophone, le Languedoc occidental fait figure de région pionnière dans l'essor de l'archéologie minière et de la paléoméallurgie depuis près d'un demi-siècle (cf. p. 9). L'ampleur des recherches réalisées sur les mines et métallurgies anciennes de cet espace permet de proposer un bilan assez étoffé des principaux résultats obtenus depuis les années 1960, arrêté en 2008 et centré sur l'âge du Fer et la période romaine. Une telle synthèse constitue en soit un travail inédit. Au-delà de l'intérêt informatif que peut représenter ce bilan, il s'agit de caractériser plus précisément, par une lecture critique des données, les points problématiques d'un point de vue méthodologique et historique, et de discuter certaines des hypothèses d'ordre technique ou socio-économique émises depuis près de cinquante ans. Au terme de cette approche, plusieurs perspectives de recherches peuvent être tracées qui constituent les axes forts de notre propre enquête.

Avant de dresser un tel bilan, il nous semble nécessaire de présenter le cadre technique dans lequel nous allons évoluer au cours de ce travail. Il s'agit d'aborder dans leurs grandes lignes les principales étapes qui, de l'extraction des minerais à leurs traitements, permettent d'obtenir du métal. Une approche technique, fonctionnelle est en effet le préalable indispensable à la compréhension des modes de production dans leurs dimensions spatiale, économique et socio-culturelle. Etant entendu dès l'abord que les interactions entre ces trois dimensions reposent durant la période prise en compte ici sur des considérations bien différentes de nos schémas contemporains, et que les modes de production ont eux-mêmes considérablement évolué entre le milieu de l'âge du Fer et la fin de la période romaine (Dark 2001 ; Polfer 2001 ; Gorgues 2010 : 27-51). Ils sont intimement liés aux systèmes économiques et politiques des communautés languedociennes, qui déterminent chacun des modes spécifiques d'exploitation des ressources naturelles et de mise en œuvre de la force de travail humaine (Leroi-Gourhan 1964 : 208-211 ; Godelier 2010 [1984] : 61).

2.1. Du minerai au métal : notions techniques préliminaires

La chaîne opératoire permettant d'obtenir du métal à partir d'un minerai suit un chemin complexe et variable d'une substance à l'autre³⁰. Elle n'en obéit pas moins, pour chacun des métaux abordés ici, à un même schéma incluant trois grandes phases : l'extraction des minerais, le traitement des minerais en vue de produire le métal et enfin, l'affinage de ce dernier afin d'obtenir un produit apte à être utilisé pour la fabrication d'objets. A ces étapes s'ajoutent, hors

³⁰ Tylecote 1992 ; Craddock 1995 : 220 ; Guideri, Francovitch 1998 : 160 ; Serneels 1998 ; Fluzin *et al.* 2000 : 102 ; Dunikowski, Cabboi 2001 : 205 ; Domergue, Tollon 2002 : 77 ; Mangin 2004a : 8-9 ; Mahé-Le Carlier *et al.* 2010 : 160.

du cadre thématique de notre sujet, la transformation de ce métal en objets finis, généralement au terme d'un processus de diffusion de la matière première, sous la forme de demi-produit* standardisés ou de métal brut plus ou moins épuré.

Ces étapes s'insèrent dans une production organisée selon un modèle que l'on peut imaginer intégré. Cependant, à la lumière des faits archéologiques, il peut aussi être fractionné et distribué sur plusieurs sites où ne sont généralement exécutées que quelques-unes des étapes de la chaîne opératoire. Cet éclatement, qui admet bien des nuances en fonction des époques, traduit une certaine spécialisation des lieux de production, entre lesquels circulent les matières premières, les produits intermédiaires et les produits selon des modalités variables. Celles-ci sont fonction du système d'organisation économique et sociale dans lequel prend place cette production et des évolutions techniques qui la touchent, mais aussi des contraintes du milieu. Ces dernières affectent en premier lieu les conditions d'approvisionnement des matières premières (minerai et combustible).

2.1.1. L'acquisition des matières premières

Nous avons vu plus haut que les notions de minerai et de gisement minier pouvaient varier suivant les époques et les régions (cf. p. 22) Cette variabilité repose avant tout sur les connaissances techniques des groupes humains, sur leurs besoins en métaux et sur la disponibilité dans la nature des substances permettant d'obtenir les dits-métaux.

Les minerais

L'utilisation d'un minerai dépend de plusieurs facteurs (Chaussin, Hilly 1974 : 11-13) :

- sa richesse en métal utile
- les conditions d'extraction
- la situation géographique du gisement
- la nature de la gangue
- les possibilités d'enrichissement du minerai
- le contexte économique et politique
- le cadre technique

L'acquisition des minerais passe par deux étapes essentielles. La prospection vise à identifier des minéralisations susceptibles d'être exploitées et s'appuie sur plusieurs types d'indices (Chaussier, Morer 1981 : 43-48) :

morphologie des paysages →	dyke, affleurements rocheux, ruptures de pente...
aspect des sols →	composition et coloration particulière des roches et des terres, liée à l'altération superficielle des gisements...
état du couvert végétal →	absence de végétation, présence de plantes spécifiques...
présence d'anciens travaux →	fosses comblées, haldes...

Ce repérage peut s'accompagner d'une reconnaissance en profondeur des indices, dans le but de déterminer (Fluck 1992 : 37) :

- la morphologie du gîte, dont dépend l'allure des travaux d'exploitation à pratiquer,
- la situation géographique du gîte par rapport à la surface, qui influe sur la disposition et le type de travaux à ouvrir,
- la nature des minerais et leur composition, dont dépend la rentabilité de l'exploitation,
- l'environnement géologique (gangue, roches encaissantes, structures géologiques), dont la nature (roche silicifiée, failles cisailantes) a un impact sur la disposition des travaux et les techniques à mettre en œuvre, et partant, sur les coûts engendrés par l'exploitation.

Si la minéralisation s'avère intéressante, ces prospections peuvent donner lieu à l'ouverture de chantiers d'exploitation, dont la morphologie varie en fonction de la forme du gisement exploité, du contexte géologique ou d'impératifs techniques, tels que la préservation de piliers de roche afin de soutenir le toit* du gisement. Si les conditions économiques et les connaissances techniques des mineurs le permettent, l'ouverture d'ouvrage d'assistance, tels que des galeries d'exhaure*, des puits d'aérage* ou des conduits facilitant l'évacuation des déblais et du minerai, peut s'avérer nécessaire pour la bonne marche ou la survie de l'exploitation minière. Celle-ci est en effet soumise à de nombreuses contraintes d'ordre géologiques, topographiques, économiques ou écologiques, dont une mauvaise prise en compte peut provoquer l'arrêt des travaux (Bailly-Maître 2005 : 25-29). Enfin, des activités connexes peuvent se développer dans les ouvrages ou sur le carreau* de la mine, telles que des forges d'entretien des outils, des ateliers d'essai des minerais ou des aires de préparation des boisages* (Py 2009 : II, 741-748).

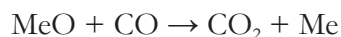
Une exploitation minière ancienne laisse donc des traces diverses dans le paysage. Elles prennent aujourd'hui la forme de petites anomalies topographiques, correspondant à des fosses réduites ou des puits comblés, et de vastes excavations à ciel ouvert, minière subcirculaire ou tranchée plus allongée. Ces vestiges sont généralement associés à des amas de stériles*, les haldes*, s'étalant en contrebas des travaux. En bordure de ceux-ci peut parfois être observé un replat plus ou moins marqué, ultime vestige du carreau de la mine. Ces traces marquent plus ou moins profondément le paysage en fonction de l'ampleur de l'activité, de l'importance des phénomènes érosifs et de la nature des activités pratiquées par la suite dans la zone d'extraction (Ancel 2008 ; Bailly-Maître 2008 ; Pierre *et al.* 2008).

Le combustible

Le combustible joue bien évidemment un rôle central dans le processus de traitement des minerais, en fournissant par sa combustion (réaction d'oxydation thermique) l'énergie (chaleur) nécessaire aux réactions chimiques. Dans le cas de la réduction des oxydes, le monoxyde de carbone (CO) qu'il produit constitue l'agent réducteur capable de prendre la place du métal pour se combiner avec l'oxygène – le comburant – selon l'équation suivante³¹ (Tylecote 1992 :

³¹ Le carbone contenu dans le combustible joue aussi un rôle dans les propriétés du métal obtenu. Il se combine

25 ; Ploquin 2001 : 291-292) :



En Europe occidentale, le charbon de bois est le combustible typique de la métallurgie ancienne jusqu'au XVIII^{ème} s., qui voit le développement de l'usage de la houille. Il alimente encore au XIX^{ème} s. les forges à la catalane* pyrénéennes (Bonhôte *et al.* 2000 ; Cantelaube 2008 : 2-3). Il possède en effet un pouvoir calorifique supérieur au bois sec et peut servir à toutes les opérations, du grillage* ou calcination* du minerai jusqu'au forgeage des objets.

Ce combustible est produit lors d'une cuisson à l'abri de l'air, la carbonisation, dans un espace confiné et à une température de quelques centaines de degrés. Cette opération se déroule sur une aire de charbonnage*, la charbonnière, (Bonhôte 1998 : 32-33), dans des fosses ou en meules*. Le charbonnage en meule, pratiqué dans les Pyrénées dès l'Antiquité, était une activité économique encore bien présente dans les massifs languedociens au milieu du XX^{ème} s. Les vestiges les plus caractéristiques sont les replats plus ou moins bien conservés que l'on peut observer sur les flancs des massifs forestiers. Aménagés par les charbonniers via un décaissement en amont et un talutage en aval, fréquemment réutilisés, ils mesurent en règle générale quelques mètres carrés à quelques dizaines de mètres carrés, et sont aujourd'hui détectables grâce à l'horizon riche en résidus charbonnés qui les recouvre (Dubois 2001 : 257).

Outre le charbon de bois, le bois sec a pu être employé lors de certaines étapes du processus de traitement des minerais de fer et de cuivre (calcination ou grillage du minerai, travaux de forges). L'usage de la tourbe, d'excréments d'animaux voire de charbon de terre comme combustible à l'âge du Fer et à l'époque romaine a sans doute été très limité dans la mesure où il peut être problématique pour le bon déroulement des opérations (Healy 1978 : 148-152 ; Craddock 1995 : 195-196 ; Leroy, Merluzzo 2004 : 53).

Les matériaux de construction

Enfin, différents matériaux de construction sont utilisés lors de l'édification des structures de traitement et de leur entretien. Ils peuvent être identifiés lors de la fouille d'un atelier ou parmi les déchets métallurgiques constituant les amas de scories. L'argile réfractaire, à dégraissant minéral et/ou végétal est le matériau phare durant la période considérée ici, utilisée tant pour la construction des structures de réduction (cuve, cheminée, tuyère) que pour les structures connexes. Elle peut être associée à des éléments rocheux susceptibles de jouer un rôle dans la stabilisation de la structure de traitement ou le processus de traitement, notamment en raison de leur morphologie, de leur inertie thermique ou de leurs propriétés mécaniques (Decombeix *et al.* 2000 ; Beyrie *et al.* 2003 ; Leroy, Merluzzo 2004 : 59).

ainsi avec le fer pour former l'acier et la fonte (Fluzin 2001 : 335).

2.1.2. Les traitements minéralurgiques

La qualité d'un minerai dépend de sa teneur en substance recherchée et de la nature des éléments qui l'accompagnent, en l'occurrence les minéraux métalliques et les roches constituant la gangue du minerai. Ces éléments peuvent entraver le processus métallurgique et réduire la qualité du métal produit. Mais ils permettent aussi sous certaines conditions d'obtenir un alliage naturel, en particulier dans la métallurgie du cuivre, ou un second produit, tel que l'argent dans le cas des minerais de plomb ou de cuivre-argent. Ces facteurs, en particulier le dernier cité, influencent largement le choix des minerais à traiter.

Si certains minerais oxydés particulièrement riches en métal peuvent subir directement des traitements métallurgiques, la plupart des autres doivent être préalablement enrichis et préparés au préalable, au moyen d'interventions d'ordre mécanique (tri, concassage*, broyage, lavage, concentration gravimétrique) et thermique (calcination dans le cas des minerais oxydés ou carbonatés, grillage dans le cas des minerais sulfurés ; Gruner 1878 : II, 17 et 82-83). Ces interventions permettent d'une part d'enlever les parties du minerai ou les moins riches en substances utiles (gangue stérile), d'autre part de supprimer les éléments problématiques voire néfastes au processus métallurgique (soufre, eau, etc.). C'est pour l'acquisition des métaux précieux que les techniques d'enrichissement les plus élaborées ont été développées à l'âge du Fer et à l'époque romaine. La teneur en or et en argent des minerais aurifères et argentifères étant généralement très faible, la récupération du maximum de particules minéralisées était en effet une nécessité.

Concassage et broyage

En principe, les traitements mécaniques (concassage, broyage) visent à obtenir des grains de minerai débarrassés des parties les moins riches et de la gangue par tris successifs. Le processus démarre dans les travaux miniers, dès l'abattage* du minerai par un premier tri visuel et se poursuit ensuite sur le carreau de la mine, l'atelier métallurgique ou d'autres lieux spécialisés. Le produit obtenu est généralement de taille centimétrique à millimétrique, ses dimensions variant en fonction du minerai traité, de la substance recherchée et des opérations auxquelles il sera soumis par la suite.

Comme le montrent notamment les découvertes effectuées autour des aurières du second âge du Fer du Limousin (Cauet 1999 : 56) ou sur le site médiéval de Brandes (Bailly-Maître 2002 : 120-122), des méthodes simples peuvent être mises en oeuvre pour le concassage des minerais, ne nécessitant pas un outillage complexe³² : surface rocheuse plane, enclume, mortier en pierre, percuteurs et broyeurs en pierre, masse ou pilon en métal.

Ces méthodes sont aussi adaptées au broyage des minerais à gangue friable (barytine...). Néanmoins, ce second type de traitement nécessite en règle générale des systèmes plus complexes, développés en particulier dans le cadre du traitement de minerais aurifères et argentifères. Cette opération permet de produire une mouture* plus fine et plus homogène, préalable nécessaire aux opérations de concentration ultérieures (cf. ci-dessous). Des moulins

³² Le mot « complexe » est pris ici dans le sens de « *composé d'éléments différents* » (d'après la définition du dictionnaire Larousse 2005).

plus ou moins sophistiqués mûs par la force humaine ou animale (moulin à trémie du type *olynthien*, meules rotatives ou moulins plus complexes, tels que les moulins pompéien, fig. 22) peuvent être utilisés dans certains contextes, comme l'illustrent les vestiges découverts dans les ateliers du Laurion en Grèce, en Sierra Morena ou dans les mines d'or gauloises du Limousin (Conophagos 1980 : 220-223 ; Domergue *et al.* 1997 : 48-61 ; Cauuet 1999 : 56 ; Domergue 2008 : 146)³³.

Lavage et concentration gravimétrique

Le lavage intervient en principe au tout début des opérations minéralurgiques. Mené dans simples bassins, il permet alors de débourber des minerais pris dans une gangue meuble (argile, limon, sable) ou salis par les résidus de cendres et de charbon lorsque les techniques d'extraction mettent en œuvre l'abattage par le feu (Téreygeol 2003 : 67 ; Serneels 2004 : 43-44).

Dans le cas de minerais non-ferreux, en particulier dans le cadre d'une production d'argent ou d'or, la faible teneur des minerais traités implique nous l'avons dit une phase préalable de concentration gravimétrique du minerai. C'est la dernière étape du processus d'enrichissement du minerai par traitements mécaniques. Cette opération met à profit la différence de densité des minéraux de gangue et des minéraux métalliques, les seconds étant généralement plus lourds que les premiers (annexe VIII). L'une des méthodes utilisées durant l'Antiquité consiste à déverser le produit du broyage dans un courant d'eau s'écoulant sur un plan incliné, au fond duquel ont été placés des obstacles (végétaux, peaux de moutons, tissus, cavités). Les particules les plus lourdes, correspondant en principe aux parties minéralisées, sont les premières à se déposer sur le fond du plan incliné et donc à être piégées par ces obstacles. Les particules les plus légères (grains de gangue peu ou pas minéralisés) sont quant à elles plus facilement entraînées par le courant et se déposent les dernières³⁴. Un tri gravimétrique des différentes particules composant la mouture est alors opéré, des plus lourdes aux plus légères. Il est souvent nécessaire de renouveler cette opération afin de récupérer le maximum de grains de minerai et enrichir le concentré. Les résidus constituent les fines, déchets ultimes de la phase d'enrichissement (Conophagos 1989 : 96 ; Craddock 1995 : 163 ; Cauuet 1999 : 57).

C'est là le principe de base de la concentration gravimétrique du minerai, qui admet bien évidemment certaines nuances en fonction des structures utilisées et de la composition des minerais traités. Ainsi, une autre technique, le *jigging*, proche dans son principe de la méthode présentée plus haut, semble elle aussi avoir été employée au cours de l'Antiquité. Elle est décrite notamment par G. Agricola au milieu du XVI^{ème} s. et Strabon semble y faire allusion dans le livre III de la *Géographie*³⁵.

Des canaux en bois ou en mortier, des citernes et bassins en bois ou maçonnés, des tables

³³ De tels systèmes sont utilisés par ailleurs au Moyen Âge dans les Alpes (Brandes), le Massif central (Peyrusse-le-Roc) ou les Pyrénées (Castelminier) pour le traitement de minerai argentifère (Bailly-Maître *et al.* 1997).

³⁴ Certains minéraux de gangue, tels que la barytine, ne sont pas sans poser certains problèmes en raison de leur densité élevée (annexe VIII). Ils peuvent être très difficiles à séparer des minéraux métalliques (Percy 1870 : 488-489 ; Rivot 1872 : II, 43-44).

³⁵ Le laveur agite un tamis rempli de minerai broyé au-dessus d'un baquet rempli d'eau et sépare progressivement les particules de gangue des particules de minerai en plongeant régulièrement le tamis dans l'eau d'un geste rapide (Strabon, *Géogr.* : III, 2, 10 ; Agricola 1556 : VIII, 249-251 ; Craddock 1995 : 165).

de lavage, et des structures plus rares et complexes, telles que les laveries hélicoïdales et les laveries planes du Laurion (Grèce), ou les laveries à piletas de la Sierra de Carthagène, en Espagne, composent le corpus des principaux vestiges qui peuvent être associés à cette technique de traitement (Conophagos 1980 : 224-273 ; 1989 : 101 ; Domergue 2008 : 148-153 ; Rico *et al.* 2009 : 303-308 ; Antolinos Marín, Rico 2012).

Calcination et grillage

Enfin, les données archéologiques témoignent de la pratique généralisée d'un traitement thermique préliminaire des minerais de fer ou non-ferreux (calcination ou grillage³⁶) réalisé à basse température (entre 400 et 700°C) dans des conditions oxydantes. Les effets de cette opération sont complexes et variables en fonction de la composition chimique du minerai, qui reste à l'état solide au cours de l'opération.

D'une manière générale, en provoquant une fracturation microscopique du minerai sous l'effet de la chaleur, le grillage le rend plus friable, favorisant ainsi la pénétration des gaz réducteurs lors de la réduction. De plus, il permet la désulfuration (oxydation sélective des sulfures avec dégagement de SO₂ gazeux), la décarbonatation (transformation des carbonates en oxydes par dégagement de CO₂), et la déshydratation des hydroxydes (disparition des molécules d'eau). Non seulement le grillage enrichit le minerai, mais il facilite aussi sa réduction lors du processus métallurgique et améliore le rendement en métal. De plus, il permet d'économiser de l'énergie, et donc du charbon de bois. Lorsque ce traitement intervient après le broyage, la transformation des sulfures et des carbonates est plus rapide et plus complète, un maximum de matière étant exposée aux hautes températures. Effectué au tout début des traitements minéralurgiques, le grillage favorise aussi les opérations ultérieures de concassage, en microfracturant le minerai (Gruner 1878 : II, 17-40 et 82-137 ; Ditte 1902 : 97-98 ; Chaussin, Hilly 1974 : 51-62 ; Leroy *et al.* 2000a : 43-44 ; Burger 2008 : 20).

Ce procédé peut être pratiqué en tas, dans une fosse ou dans un foyer ouvert. Il laisse alors des traces ténues (foyers, aires rubéfiées, fragments de gangue et de minerai grillés...). Mais dans ce cas, l'opération est difficile à maîtriser. Elle est sujette notamment aux caprices des circulations d'air, non contrôlées, au sein d'une masse de minerai qui, à terme, n'est pas grillée de manière homogène. De fait, des aménagements moins sommaires peuvent être édifiés (foyer aménagé, stalles, four). Ils ont l'avantage de permettre un contrôle plus grand de l'oxygénation et de la combustion et un grillage plus homogène de la masse de minerai, qui plus est mieux protégée des aléas météorologiques (Gruner 1878 : II, 17-40 et 82-137 ; Craddock 1995 : 168-169 ; Cauuet *et al.* 1999 : 286-292 ; Antolinos Marín, Rico 2012 : 81-84).

Un mode de grillage distinct a été proposé pour les minerais sulfurés à faible teneur en cuivre (et en argent dans le cas des cuivres gris), contenant fréquemment du fer. Un grillage à mort, avec transformation de la totalité des sulfures en oxydes ne permettrait pas la formation de la matte au cours de l'étape suivante (fusion pour matte), la matte étant un produit intermédiaire sulfuré permettant de collecter de manière appréciable le cuivre (et l'argent) présent dans ces minerais (Chaussin, Hilly 1974 : 195 ; Tylecote 1992 : 26-31 ; Bachmann 1993 : 488-489 ; Bourgarit 2009 : 32-34). Le grillage ne doit donc pas être poussé à fond, le but étant

³⁶ En principe, l'usage de ce terme doit être réservé au seul traitement thermique des minerais sulfurés (Serneels 2004 : 45).

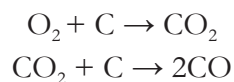
de transformer une partie des sulfures de fer éventuellement présents en oxydes, faciles à évacuer par scorification au cours de l'étape suivante, et d'éliminer le maximum d'éléments indésirables tout en conservant une quantité suffisante de sulfures pour mener à bien l'étape suivante (Craddock 1995 : 149 ; Burger 2008 : 22-23). La durée du grillage, la température et l'alimentation en oxygène doivent être parfaitement maîtrisées. Un tel contrôle est très difficile à réaliser lors du grillage en tas en raison de la taille de la masse, de son exposition totale aux caprices du vent et de son manque d'homogénéité. Le grillage en stalles permet d'atténuer ces difficultés : la quantité de minerai à griller est moindre, la protection contre les intempéries et le vent est plus efficace, et la maîtrise de l'oxygénation et de la combustion paraît plus aisée. Décrite par Agricola au début de l'époque moderne et L. Gruner au XIX^{ème} s., cette technique a été mise en œuvre au I^{er} s. de n. è. dans l'atelier d'Azinhal, près d'Aljustrel, au Portugal (Agricola 1556 : VIII, p. 289-290 ; Gruner 1878 : II, 89-91 ; Cauuet *et al.* 1999).

2.1.3. Les traitements métallurgiques

Aux opérations de concentration du minerai succèdent ensuite les traitements métallurgiques qui permettent d'obtenir du métal à partir du minerai ou d'un produit intermédiaire. C'est là un très vaste sujet. Les méthodes mises en œuvre varient en fonction des combinaisons chimiques qui caractérisent les minerais (métaux natifs, oxydes et carbonates, sulfures, silicates, chlorures). Elles consistent systématiquement, sauf cas particuliers (métaux natifs), à extraire le métal par une suite de réactions chimiques et de changements d'état physique aux moyens d'opérations endothermiques impliquant une forte consommation d'énergie et des températures généralement élevées (Chaussin, Hilly 1974 : 13-14).

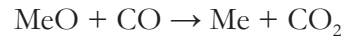
Le procédé de traitement typique est celui de la réduction (désoxygénation) des minerais transformés en oxydes à l'issue de la phase de calcination ou grillage. Cette opération s'effectue dans une structure qui doit délimiter un espace confiné, réducteur (atmosphère pauvre en oxygène). Elle est réalisée en présence de carbone, apporté par le combustible, et d'oxygène, le comburant, qui pénètre dans la structure de réduction par ventilation naturelle ou manuelle par le biais d'un ou plusieurs orifice(s) aménagé(s) dans les parois³⁷. La structure de réduction doit permettre d'atteindre des températures élevées pour que se produisent la réaction chimique entre le minerai, le combustible et l'oxygène (Serneels 1993 : 45 ; 1998 : 15 ; Craddock 1995 : 180-187).

La combustion du charbon dans la structure, dans une atmosphère pauvre en oxygène, dégage la chaleur nécessaire à la réduction et produit du monoxyde de carbone (CO), l'agent réducteur*, selon la réaction chimique suivante :



³⁷ La ventilation manuelle est différente de la ventilation hydraulique, impliquant l'utilisation de la trompe à eau. Dans le Sud de la France, ce mode d'injection d'air venu de Ligurie apparaît au XVII^{ème} s. avec les forges à la catalane (Cantelaube 2001 : 12 ; Dabosi 2004 : 75-77).

Ce monoxyde de carbone s'unit avec l'oxygène (O) des oxydes métalliques (FeO, CuO, PbO) pour former le CO₂. Ce processus permet de libérer le métal, selon la réaction³⁸ :



Trois modes de réduction impliquant des températures distinctes peuvent être envisagés, suivant l'état physique du métal obtenu (T : température de réduction ; Tf : température de fusion du métal ; Te : température d'ébullition du métal ; Chaussin, Hilly 1974 : 15).

T < Tf	Métal obtenu à l'état solide ou pâteux
Tf < T < Te	Métal obtenu à l'état liquide ; il se sépare de la gangue également à l'état liquide par différence de densité
Te < T	Métal obtenu à l'état gazeux

Cette opération nécessite une température suffisamment élevée pour pouvoir séparer le métal de la gangue du minerai, généralement par fusion de cette dernière (aux alentours de 1100°C dans le cas du fer, cf. ci-dessous). Elle entraîne la production d'un déchet, la scorie, composée d'éléments issus de la gangue, des parois internes du four et du combustible, mais aussi d'une partie de la substance recherchée, piégée sous ses formes oxydée, silicatée ou métallique. Celle-ci peut être éventuellement récupérée après retraitement de la scorie. En pratique, toutefois, les conditions de traitement varient en fonction de la composition des minerais et du point de fusion de ses composants (Leroy, Merluzzo 2004 : 49-51 ; Craddock 1995 : 149-150). Considérons le traitement des minerais de fer et de cuivre-argent, qui seront au cœur de notre propos dans la deuxième partie de la thèse.

Le traitement des minerais de fer

Dans le cas du fer, les techniques connues sur le pourtour méditerranéen durant l'âge du Fer ou l'Antiquité ne permettent pas d'obtenir du fer par fusion de celui-ci, son point de fusion étant trop élevé (1537°C). La réduction s'effectue donc directement à l'état solide – ou plutôt pâteux dans les faits – dans un four, appelé dans ce cas un bas-fourneau : il s'agit de la méthode directe, durant laquelle T < Tf³⁹ (fig. I-10).

La réduction des oxydes de fer par le monoxyde de carbone démarre vers 650°C, et devient dominante aux alentours de 1100°C, selon la réaction chimique suivante (Leroy, Merluzzo 2004 : 49) :

³⁸ Me désigne le métal.

³⁹ La méthode indirecte apparaît en Europe à la fin du Moyen Âge, peut-être dès le XIII^{ème} s. en Allemagne et en Suède, voire même aux XI^{ème}-XII^{ème} s. (Serneels 1998 : 13). Elle nécessite l'utilisation de fours plus grands, les hauts fourneaux, où la température atteinte est supérieure à la température de fusion du fer métal (T > Tf). La totalité de la charge, dont le métal, passe donc par l'état liquide. Le fer se combine au carbone du combustible pour former la fonte. Trop riche en carbone, celle-ci doit être ensuite décarburée durant une phase d'affinage. La fonte a toutefois pu être produite dans des bas-fourneaux, volontairement ou accidentellement, au Bas-Empire et durant l'Antiquité tardive (Mahé *et al.* 1998 ; Ploquin 2001 : 292).

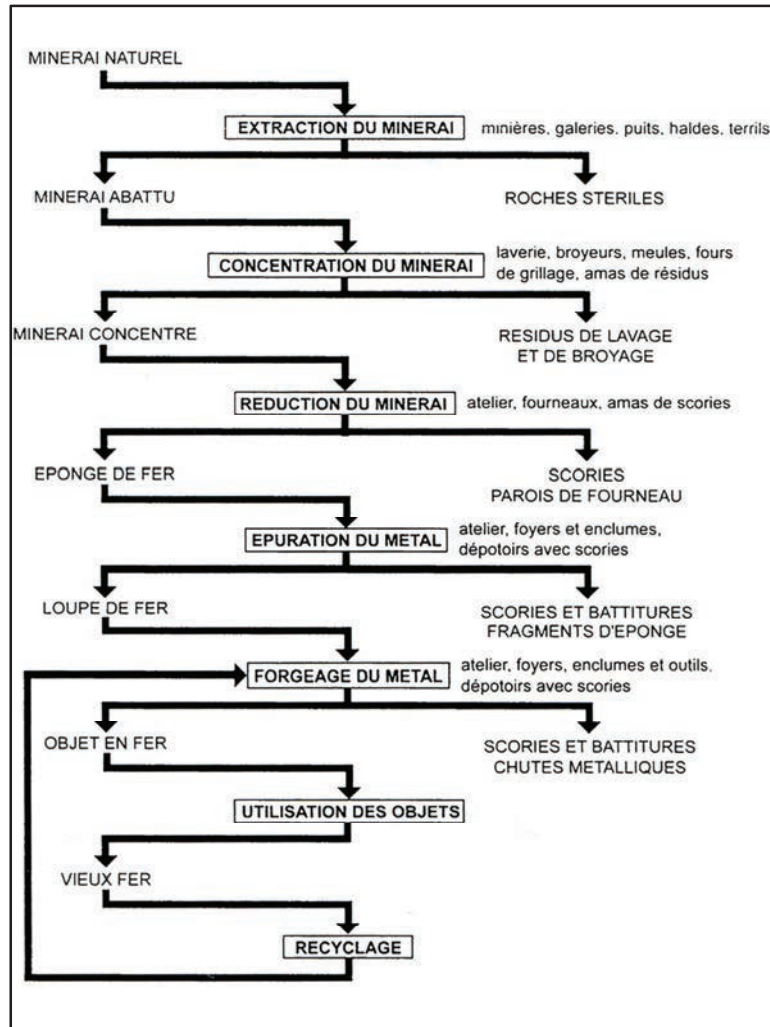
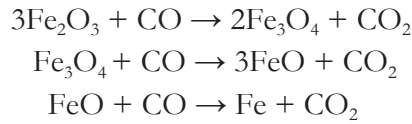


Fig. I-10 : la chaîne opératoire de la sidérurgie ancienne (d'après V. Serneels, dans Mangin 2004 : 8).

Les substances constituant classiquement la gangue des minerais de fer (silice SiO_2 , alumine Al_2O_3 , chaux CaO) doivent être fondues pour pouvoir être séparées du fer métallique. En théorie, leur point de fusion est supérieur aux températures atteintes lors de la réduction directe. Ainsi, pris isolément, les deux premiers de ces éléments ont des points de fusion plus élevés que celui du fer (respectivement $1600\text{ }^\circ\text{C}$ et $2072\text{ }^\circ\text{C}$). Mais, combinées avec une partie des oxydes de fer présents dans le minerai et les composants de la paroi interne du four et du combustible, ces substances forment un mélange de base $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-FeO}_n$ dont la température de fusion peut s'abaisser jusqu'aux alentours de $1100\text{ }^\circ\text{C}$ ⁴⁰. Cette baisse permet d'obtenir une matière à l'état liquide, la scorie, qui se sépare du métal par gravité, non sans piéger une partie des oxydes de fer, dès lors perdus, du moins pour les métallurgistes antiques (Serneels 1993 : 45 ; Leroy, Merluzzo 2004 : 50). Ce n'est qu'à cette condition que le fer peut

⁴⁰ Il varie en fonction de la composition chimique de ce mélange (Serneels 1993 : 14-17).

être obtenu au cours de la réduction directe. Cette opération permet d'obtenir du fer métal sous la forme d'un produit brut, l'éponge* ou massiau*. De taille variable, d'aspect plus ou moins hétérogène, l'éponge peut peser quelques centaines de grammes à plusieurs dizaines de kilogrammes (Fluzin 2001 : 337).

Les études paléosidéurgiques ont permis de distinguer plusieurs types de bas-fourneaux, utilisés durant l'âge du Fer et la période romaine en Europe et sur le pourtour méditerranéen (fig. I-11). En principe, ils sont constitués de deux éléments de base : la cuve dans laquelle se déroule la réduction et la cheminée par laquelle s'effectuent le chargement du combustible et du minerai et l'évacuation des fumées. Ils forment deux grandes familles, auxquelles s'ajoute un groupe de structures plus rudimentaires (Serneels 1993 : 46-47 ; Serneels 1998 : 16 ; Cabboï *et al.* 2007 : 47 et 51 ; Domergue 2008 : 172 ; Robion-Brunner 2008 : 211) :

- les **fours sans séparation de la scorie** : ce sont des structures de traitement simples aménagées en fosse ou dotées de parois réduites, largement ouvertes et de faible rendement.
- les **fours avec séparation et écoulement vertical de la scorie**, appelés aussi fours à scorie piégée : la scorie s'écoule et refroidit dans la structure de réduction (*scorie interne*), généralement dans une fosse réceptacle aménagée à la base de la cuve. Le bas-fourneau peut être conçu de façon à permettre l'extraction de la scorie après son refroidissement, notamment grâce à un accès creusé jusqu'à la fosse réceptacle. Ce type de four peut en principe être réutilisé. Dans le cas contraire (scorie ne pouvant être extraite de la structure), le bas-fourneau est à utilisation unique. Cela implique la construction d'un nouveau four à chaque opération de réduction.
- Les **fours avec séparation et écoulement latéral de la scorie**, appelés aussi fours à scorie écoulee : l'essentiel de la scorie s'écoule et refroidit à l'extérieur du bas-fourneau (*scorie écoulee*). Cette technique permet une réutilisation des structures de réduction autant de fois que leur état le permet, tout en libérant de la place au sein du bas-fourneau, améliorant ainsi son rendement.

L'accumulation des déchets sidéurgiques évacués par les sidéurgistes peut entraîner la formation d'amas de scories, les *ferriers*. Dans ces dépotoirs sont rejetés en outre des fragments de paroi de four provenant de la destruction des parois à la fin de l'opération en vue d'extraire la loupe* de fer ou des réparations de la structure entre deux réductions. A ces éléments peuvent s'ajouter des déchets liés aux opérations de post-réduction, et des témoins de la vie quotidienne (vaisselle cassée, déchets culinaires...). Les ferriers et les scories qu'ils contiennent sont les principaux vestiges de la métallurgie ancienne du fer repérables en prospection.

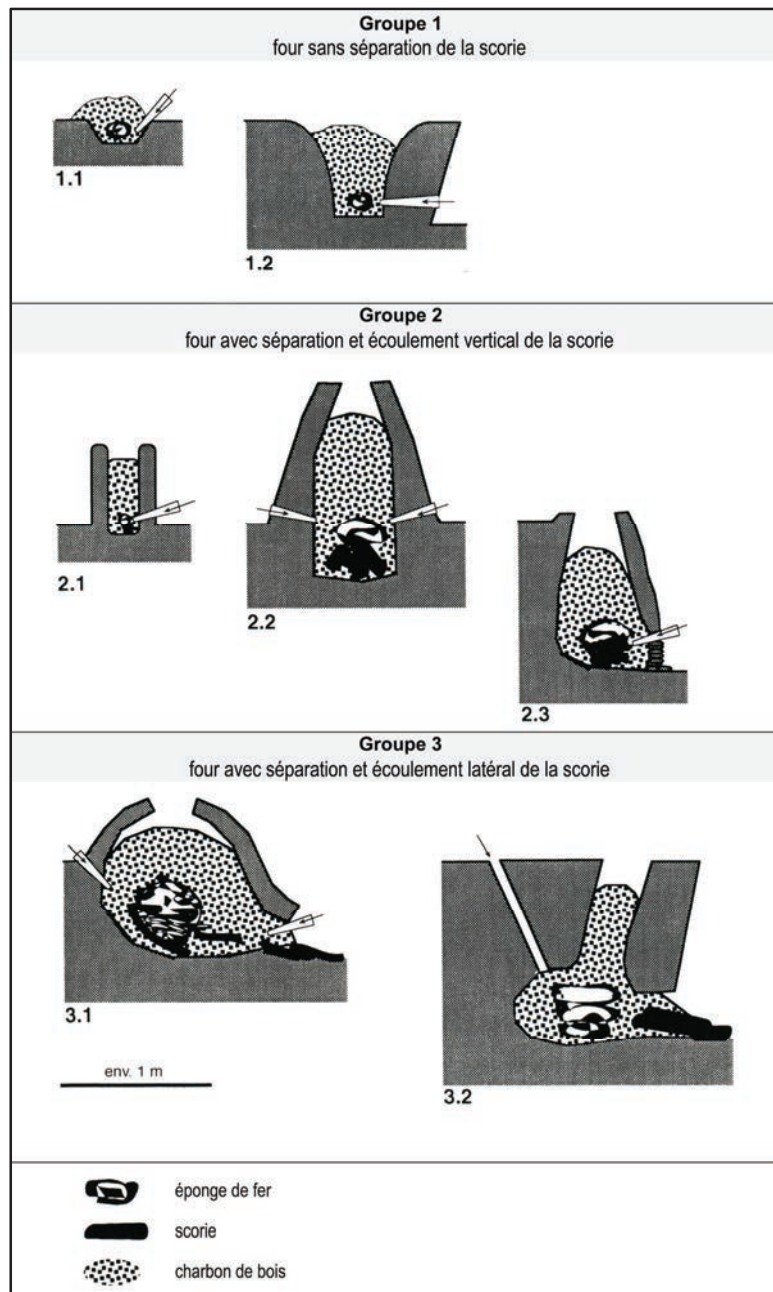


Fig. I-11 : typologie des bas-fourneaux basée sur le mode de séparation du fer et de la scorie (d'après Serneels 1998 : 16).

Le traitement des minerais sulfurés de cuivre-argent

Les procédés mis en œuvre à l'âge du Fer et durant l'Antiquité pour traiter les minerais de cuivre, argent et plomb restent relativement mal cernés dans leurs détails. Ils varient en fonction des combinaisons chimiques constituant les minerais, de la teneur de ces derniers et des produits recherchés. Le caractère sulfuré des principaux minerais utilisés et la présence d'éléments métalliques ou métalloïdes associés aux substances recherchées ont entraîné la mise au point de techniques particulières visant à évacuer le soufre et les impuretés, et limiter les pertes en métal.

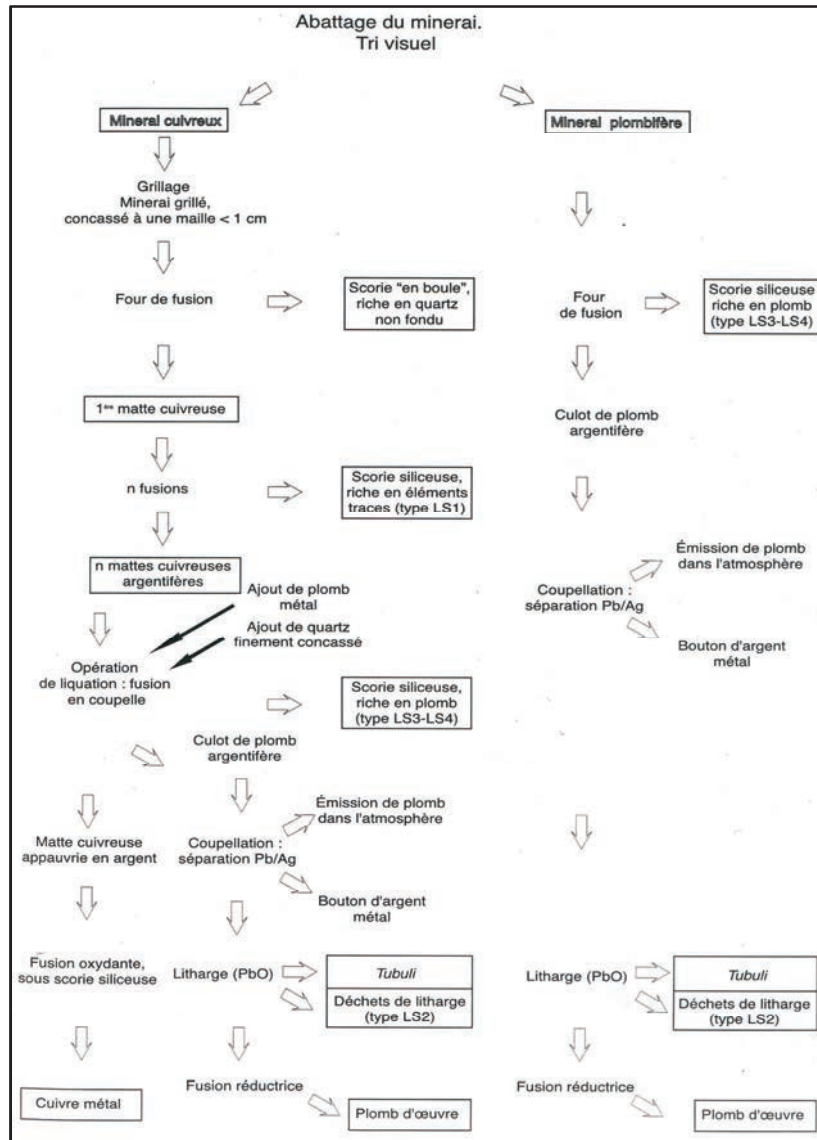


Fig. I-12 : proposition de restitution des procédés de traitement des minerais de cuivre-argent (chalcopyrite et minéraux d'argent) et de plomb-argent (galène) à partir des vestiges découverts à la Loba (Espagne, période romaine) (d'après Domergue, Tollon 2002 : 77).

Le traitement ancien des minerais sulfuré de cuivre-argent (cuivres gris, tels que la tétraédrite) semble encore faire débat à l'heure actuelle. Plusieurs auteurs ont proposé un modèle de traitement antique fondé sur les vestiges archéologiques, les données fournies par l'ethnologie et les connaissances des métallurgistes modernes et contemporains (Tylecote 1992 : 30-31 ; Craddock 1995 : 149-150 ; Domergue, Tollon 2002 : 73-77 ; Kassianidou 1999 ; 2003) (fig. I-12 et I-13). Pour autant, la lecture des études publiées sur ce thème laisse apparaître certaines divergences, notamment au sujet de l'ordre de succession des étapes de la chaîne opératoire et des ajouts ou adjuvants* à introduire au cours du processus.

Théoriquement, après un grillage partiel, ces minerais subissent une fusion pour matte. L'objectif est de pallier au problème posé par la faible teneur en cuivre et en argent des minerais sulfurés Cu-Ag en produisant un sous-produit sulfuré enrichi en cuivre. Il s'agit en outre d'évacuer une partie des éléments associés (plomb, zinc, arsenic, antimoine, fer),. Il est

nécessaire de limiter quantitativement ces derniers pour ne pas obtenir à terme un alliage* trop complexe dont il serait difficile de séparer le cuivre et l'argent.

La fusion pour matte est réalisée en principe à une température située aux alentours de 1100°-1200°. Cette opération réalisée dans un milieu riche en silice, ajoutée comme fondant*, provoque l'élimination d'une partie du soufre excédentaire à l'état SO₂ et la production de scorie incluant la gangue, la silice et une partie du fer – généralement abondant dans les minerais sulfurés. Elle permet d'obtenir à l'état liquide une matte cuivreuse riche en sulfures de cuivre, associés aux éléments métalliques présents dans le minerai initial (Pb, Ag, Sb, As, Ni...) (Domergue, Tollon 2002). Cette matte se sépare de la scorie formée au cours de l'opération par différence de densité. Il semble nécessaire de répéter l'opération plusieurs fois, afin d'enrichir suffisamment la matte en cuivre. Ceci permettra, lors de son traitement ultérieur, d'obtenir du cuivre métal de qualité et en quantité suffisante, contenant assez d'argent dans le cas de mattes cuivreuses argentifères (Chaussin, Hilly 1974 : 195-196 ; Domergue 2008 : 163-164).

Ces dernières doivent ensuite être traitées en vue d'extraire l'argent. Un processus proche du procédé de liquation, décrit par Biringuccio en 1572 (Biringuccio 1572 : 75-76), a notamment été restitué sur le site de La Loba, en Espagne et sur des sites du second âge du Fer en Angleterre (Craddock 1995 : 232-233 ; Domergue, Tollon 2002 : 73-76). Il vise à extraire le métal blanc de la matte cuivreuse argentifère en fondant cette dernière dans une coupelle en présence de silice finement concassée et de plomb métal ou de plomb d'œuvre tenant argent (Bachmann 1993 : 491). La silice permet d'obtenir une scorie d'épuration qui collecte fer, zinc et autres inclusions* présentes dans la matte. Le plomb se charge en argent et se sépare de la matte cuivreuse par différence de densité. Cette opération produit au final trois types d'éléments : une scorie siliceuse très riche en plomb, un culot de plomb argentifère ou plomb d'œuvre, et une matte cuivreuse appauvrie en argent.

Les modalités d'acquisition de l'argent à partir des minerais sulfurés de cuivre-argent restent particulièrement discutées. Le scénario proposé ci-dessus n'est pas partagé par tous les spécialistes. Certains auteurs ont envisagé une première étape de traitement du minerai en vue de produire un alliage métallique Cu-Ag, sans passer par une étape de fusion pour matte, s'appuyant sur des déchets métallurgiques identifiés sur le site d'habitat de La Fonteta, à d'Alicante (Espagne), daté des VIII^{ème}-VI^{ème} s. av. n. è. Cet alliage serait ensuite fondu en présence de plomb métal, destiné à collecter l'argent. Ces opérations permettraient là aussi d'obtenir du plomb argentifère (Renzi *et al.* 2009 : 2594). La description du procédé envisagé est assez succincte. Néanmoins, il semble s'apparenter au *Saigerprozess*, dont la date d'apparition en Europe, largement discutée, pourrait en définitive se placer au cours du bas Moyen Âge. Ce procédé implique une cofusion du plomb et d'un alliage métallique de cuivre et argent produit à l'issue du traitement des minerais Cu-Ag, la plus grande affinité de l'argent pour le plomb entraînant la migration vers ce dernier du métal blanc. A l'issue de cette cofusion, il est nécessaire de réchauffer sur une sole le produit de cette cofusion, un pseudo-alliage Pb-Cu-(Ag), en dépassant le point de fusion du plomb (327°C) mais sans atteindre le point de fusion du cuivre (1083°C). Cette seconde étape permet de faire s'écouler une grande partie du plomb enrichi en argent du cuivre qui reste lui à l'état solide. Une troisième opération (ressuage) vise à chauffer à plus haute température les carcasses de cuivre dans un four, en atmosphère oxydante, dans le but de récupérer le plomb argentifère restant. Il est généralement considéré

qu'un tel procédé a rendu profitable le traitement de minerais de cuivre-argent affichant des teneurs inférieures à 2 %_{mass} d'argent. L'extension de son usage dans le domaine germanique pourrait expliquer le considérable essor de la production d'argent en Allemagne entre les années 1450 et 1540 (Bachmann 1993 : 490-491 ; L'Héritier 2012 : 190-191 ; L'Héritier, Téreygeol 2010 : 136-137).

Plus récemment, S. Rovira et M. Renzi sont revenus sur l'hypothèse initiale en envisageant plutôt un co-traitement (« *co-reducción* ») de minerais de cuivre argentifère et de plomb. Le résultat obtenu serait un composé métallique de cuivre, plomb et argent. Celui-ci serait soumis à la coupellation* pour en extraire le métal blanc. Le sous-produit obtenu correspondrait à « *una aleación de cobre y plomo* » (Rovira, Renzi 2013 : 483). Cette proposition se rapprocherait du mode opératoire proposé par V. Kassianidou suite à l'étude du site de production d'argent de Monte-Romero à partir de minerais sulfuré Cu-Ag de type cuivres gris (Huelva, Espagne). Cet auteur écarte ici aussi l'étape préalable de fusion pour matte, au profit d'un traitement direct du minerai Cu-Ag avec ajout de plomb soit sous forme métallique, soit sous forme de minerai (Kassianidou 2003 : 203-204).

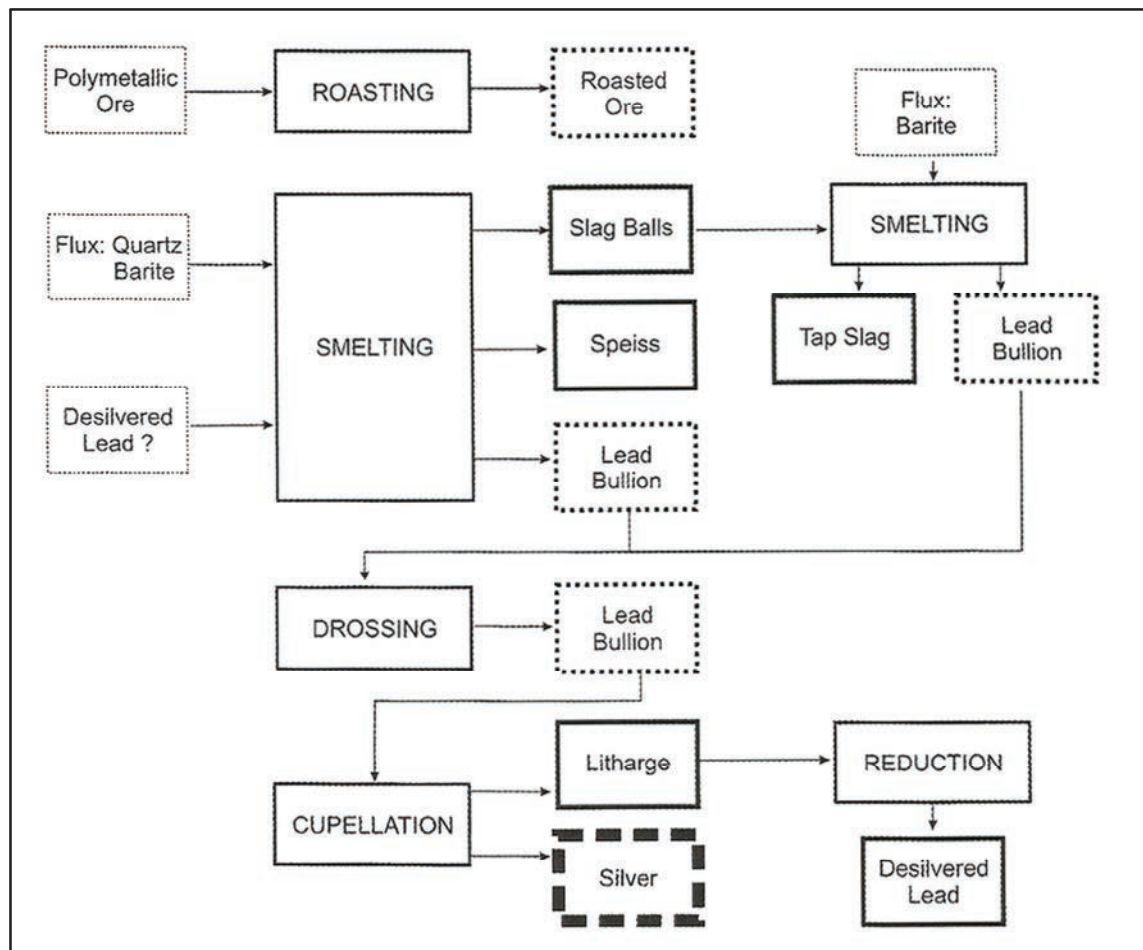


Fig. I-13 : proposition de restitution du procédé de traitement de minerais polymétalliques type cuivres gris, à partir des vestiges découverts à Monte-Romero (Espagne, VII^{ème}-VI^{ème} s. av. n. è.) (d'après Kassianidou 2003 : 204).

Cette opération viserait à obtenir là encore du plomb argentifère. Mais elle entraînerait en outre la production de deux sous-produits jugés indésirables : une matte riche en sulfures de cuivre, de plomb et de fer, concentrant par ailleurs les autres impuretés métalliques présentes dans le minerai, et du speiss (fig. I-13), un composé métallique constitué d'arsenic, antimoine, nickel, cuivre, fer, susceptible de piéger une partie de l'argent et un peu de soufre. La question du retraitement durant l'Antiquité de ce composé dans le but de récupérer l'argent est posée (Kassianidou 1998 ; 2003 : 199 ; Thorton *et al.* 2009 : 308-309).

On le voit, les restitutions peuvent varier. Cette situation est liée en grande partie à notre très grande méconnaissance des ateliers de traitement des minerais de cuivre-argent⁴¹ et au fait que la plupart des auteurs s'appuient avant tout sur l'étude de déchets métallurgiques. On peut notamment s'interroger sur la rentabilité des opérations de traitement des minerais Cu-Ag. Dans quelle mesure les connaissances techniques des métallurgistes antiques leur ont-elles permis de limiter les pertes en argent et donc de traiter des minerais de cuivre à faible teneur en argent, inférieure à 2 %_{mass} pour en extraire l'argent ? Doit-on, considérer, à l'instar de M. L'Héritier, que ces minerais ne pouvaient être traités de manière profitable sans la mise en œuvre du *Saigerprozess* (L'Héritier 2012 : 190) ? La question est posée.

La méthode permettant d'extraire l'argent du plomb est en revanche mieux connue. Elle fait systématiquement appel à la coupellation, une fusion oxydante qui consiste à séparer le plomb de l'argent dans un foyer ou dans un four et repose sur le fait que le plomb s'oxyde plus rapidement que l'argent (Tylecote 1986 : 60 ; Domergue 2008 : 159). Une puissante arrivée d'air est dirigée sur la charge à traiter, disposée au fond du four ou dans une coupelle. Elle doit permettre d'atteindre une température élevée dépassant le point de fusion de l'argent, qui se situe à 961,78°C afin d'obtenir un bain Pb-Ag. Au contact de l'air, le plomb fond et s'oxyde, en formant de la litharge*⁴² (PbO), qui collecterait par ailleurs les impuretés présentes dans le plomb d'œuvre et peut contenir des traces d'argent (Craddock 1995 : 223). Une partie de cette litharge est partiellement absorbée par la coupelle, le reste peut être extrait progressivement selon différentes techniques. Son évacuation progressive repose sur la différence de température de fusion, de vitesse d'oxydation et de densité entre l'oxyde de plomb et l'argent. Le plomb est en effet facilement oxydable et son l'oxyde est facilement fusible, alors que l'argent n'est pas oxydable et que son point de fusion (960° C) est supérieur à celui du plomb (327°C). Par ailleurs, l'oxyde de plomb produit au cours de la coupellation est moins dense que l'argent. Ces différences permettent d'enrichir progressivement le bain en argent. Au terme de cette opération, lorsque le plomb est entièrement évacué, seul subsiste l'argent, sous la forme

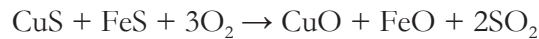
⁴¹ De nombreux fours datés de l'âge du Bronze ont été identifiés dans les Alpes, au Proche Orient ou dans la péninsule Ibérique (Ambert 1998 ; Herdits 2003 ; Hauptmann 2003). En revanche, peu de structures de traitement métallurgique des minerais de cuivre datées de l'âge du Fer ou de la période romaine sont connues sur le pourtour du bassin méditerranéen. Parmi les rares découvertes de cette période figurent les vestiges identifiés dans le Sud-Ouest de la péninsule Ibérique, notamment à Rio Tinto, à la fin du XIX^{ème} siècle et au XX^{ème} siècle et le bas-fourneau pratiquement complet mis au jour sur le site d'Agia Varvara-Almyras, à Chypre : haut d'1 m, de forme conique et muni d'une tuyère, il est daté du IV^{ème} s. av. n. è. (Domergue 1990 : 558-559 ; Fasnacht 2005 : 520-522).

⁴² La litharge collecterait les autres impuretés présentes dans le plomb d'œuvre initial (Craddock 1995 : 223 ; Pernicka *et al.* 1998).

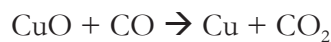
d'un liquide blanc éclatant (Bachmann 1993 : 492-493 ; Téreygeol, Happ 2000 : 199-201 ; Téreygeol 2003 : 69). Des vestiges de ce procédé – essentiellement des fragments de rouleau ou de plaques de litharge et de coupelles – sont attestés en Méditerranée orientale dès le III^{ème} millénaire av. n. è. et en différents points du pourtour méditerranéen à l'âge du Fer et à l'époque romaine, notamment en péninsule Ibérique. En revanche, rares sont les structures de traitement antiques connues à ce jour (Tylecote 1986 : 60 ; Domergue 1990 : 558 ; Kassianidou 1992 ; Ros Sala 2005 ; Peris Vicente *et al.* 2008).

Dans le cas de la chaîne opératoire proposée par C. Domergue et F. Tollon, la matte cuivreuse appauvrie en argent subit une fusion oxydante ménagée pour extraire le cuivre (fig. I-12) (Domergue, Tollon 2002 : 76).

En revanche, H. G. Bachmann puis à sa suite P. T. Craddock restituent un grillage de la matte préalablement broyée, afin de convertir les sulfures cuivreux en oxydes (Bachmann 1982 ; Craddock 1995 : 149-150) :



Le produit de cette opération serait alors soumis ensuite à la même opération de réduction que les minerais de cuivre oxydés suivant la réaction classique :



Le cuivre ainsi produit doit être affiné, en particulier le cuivre noir, issu d'une matte. Celui-ci contient environ 98% de cuivre, parfois moins, le reste étant formé de fer, de sulfures résiduels et d'autres impuretés métalliques (Chaussin, Hilly 1974 : 199 ; Tylecote 1992 : 26 ; Craddock 1995 : 146-147 et 202-204).

2.1.4. Affinage et diffusion du métal

Les métaux ainsi produits intègrent en théorie un processus de diffusion comprenant trois étapes (Domergue 2004a : 147) :

- acquisition → collecte du métal sur les sites de production ou des sites voisins (marchés locaux...),
- transport → souvent fragmenté en plusieurs étapes, notamment lors d'un transport à moyenne ou longue distance,
- distribution → stockage et vente du métal au consommateur.

Ce processus commercial, qui peut être réduit à une seule étape lors d'une vente directe sans intermédiaire dans le cadre d'une diffusion locale, peut nécessiter la mise en forme du métal en un demi-produit facilitant son transport et son stockage. L'étude de ces vestiges et de leur aire de répartition fournit des informations tant sur l'ampleur et les processus de diffusion du métal que sur les qualités de ce dernier et les techniques d'élaboration de ces demi-produits.

Dans le cas du cuivre, du plomb et de l'argent, la mise en forme du métal produit à l'issue des opérations d'affinage est réalisée dans des moules en argile réfractaire, en pierre ou simplement creusés dans le sol et passe par une phase de fusion et de coulée du métal. Le demi-produit résultant de cette étape, le lingot, est le principal « fossile directeur » des échanges. De formes diverses (plano-convexe ou tronco-pyramidal, en pain ou en sac à main), de poids et de dimensions variables, les lingots de cuivre, plomb ou argent découverts sur les lieux de productions, les sites de consommation et, surtout à partir de la période romaine républicaine, dans des cargaisons d'épaves, ont suscité divers essais de typologie, dont C. Domergue propose un aperçu dans un article de synthèse publié en 2004 (Domergue 2004a : 140-146). Certaines formes et les inscriptions parfois apposées sur les lingots, surtout à partir de l'époque romaine, permettent parfois d'identifier les zones de production et d'éclairer ainsi les aires de diffusion du métal. Mais dans ce domaine, force est de constater l'intérêt d'associer l'étude archéologique de ces demi-produits à des analyses en laboratoires (analyses élémentaires, évaluation des teneurs, isotopie) qui, malgré de nombreux obstacles, peuvent fournir de précieuses informations sur la provenance du métal (Trincherini *et al.* 2001 ; Klein *et al.* 2007).

Le cas du fer est plus complexe, dans la mesure où le produit de la réduction n'est pas obtenu à l'état liquide. Il se présente sous forme d'une masse, l'éponge, plus ou moins hétérogène, qui ne peut théoriquement être utilisée telle quelle pour la fabrication d'objets. Il est alors nécessaire de purger le produit brut de ses impuretés (scories, charbon de bois) et de le compacter pour obtenir une masse homogène constituée de fer forgeable : c'est la phase d'épuration*. Cette étape précède la phase d'élaboration de l'objet (fabrication, entretien et recyclage d'objets). L'ensemble des opérations réalisées au cours de ces deux étapes sont désignées sous le terme générique d'opérations de post-réduction. Nous ne décrivons pas dans le détail toutes les techniques utilisées par le forgeron pour élaborer des objets. Dans les lignes suivantes, notre propos est centré sur la phase d'épuration proprement dite.

L'archéologie comme l'ethnologie mettent en lumière la grande variabilité morphologique du produit de la réduction. L'éponge de fer peut correspondre à une masse relativement compacte et pauvre en inclusions (scories, charbons de bois). Les opérations nécessaires pour obtenir un métal forgeable se limitent alors en général à un martelage à chaud destiné à refermer les porosités de l'éponge et évacuer les quelques impuretés. En revanche, dans le cas d'éponges de fer plus hétérogènes et nettement vacuolaires, les interventions sont plus complexes et varient en fonction de l'état du produit brut : martelage à basse température, « suage » de l'éponge de fer, martelage à froid, concassage de l'éponge à froid afin d'en extraire les particules métalliques, rassemblées par la suite par soudage, ou « grappage » (Serneels 1998 : 26 ; Sarreste 2008 : 39).

Un premier dégrossissage de l'éponge peut être effectué dès sa sortie du four de réduction, afin de mettre à profit l'inertie thermique. Mais en règle générale, les actions plus complexes sont menées dans des foyers ou fours spécifiques. Les déchets produits lors de la phase d'épuration sont divers : fragments de scories coulées, scorie oxydées riches en métal, culot de forge* plano-convexes, battitures*, fragments métalliques déchetés imbibés de scories (*gromps**) (Serneels 1998 : 31-34 ; Fluzin 2001 : 338 ; Leblanc 2002). Si certains peuvent se confondre morphologiquement avec les déchets de réduction, c'est surtout avec les déchets produits lors de l'élaboration d'objets que le risque de confusion est le plus grand. Au final, un

bloc plus ou moins purifié et compact est produit, dont le niveau de mise en forme varie en fonction du degré d'épuration, de la taille de la loupe initiale, de la nature du métal (fer ou acier*) et de sa destination spatiale et/ou fonctionnelle.

L'épuration de l'éponge et son éventuelle transformation en demi-produit se caractérisent par leur non-fixité spatiale. En fonction des époques, des modalités d'échanges et du système économique dans lequel évoluent les travailleurs du fer, ces opérations peuvent être menées sur le site de réduction, dans les forges d'élaboration d'objets voire en des lieux spécifiques (Fabre, Coustures 2005 : 314 ; Berranger, Fluzin 2007 : 18-20 ; Pagès *et al.* 2011a). Dès lors, la diffusion du fer paraît obéir durant l'âge du Fer et la période romaine à des schémas complexes dont la caractérisation, en Gaule méditerranéenne, est l'affaire d'études en cours⁴³.

2.2. Les lieux et les rythmes de la production des métaux en Languedoc occidental

Le premier aspect qu'il nous semble important d'aborder dans ce bilan critique concerne la distribution spatiale et la chronologie des sites de production de l'âge du Fer et de la période romaine identifiés en Languedoc occidental. Au-delà de la caractérisation des principaux acquis de cinquante ans de recherche, le but est de reformuler plus clairement les problématiques concernant l'organisation spatiale de l'économie minière de cet espace et les rythmes de cette activité. Mais avant cela, il nous semble nécessaire de définir plus précisément les entités micro-régionales dans lesquelles nous allons évoluer dans les pages qui suivent.

2.2.1. Espace minier, zone de production : définitions

Pour paraphraser G. Bertrand dans le chapitre d'ouverture du tome 1 de l'Histoire de la France rurale (Bertrand 1975 : 45), l'espace minier correspond au milieu naturel exploité et « aménagé » par des groupes humains qui fondent sur lui la totalité ou une partie de leur vie économique et sociale. Dès lors, l'espace minier apparaît à la fois comme une réalité naturelle et une création humaine. Réalité naturelle car il est caractérisé par des éléments naturels, relief, eau, végétation, roche, qui le définissent. Création humaine dans la mesure où certains de ces éléments ne deviennent des ressources minières, des ressources en combustibles, des matériaux de construction qu'en fonction de considérations économiques, techniques, sociales voire politiques (Godelier 2010 [1984] : 112). Cette condition induit donc une variable temporelle dans la définition d'un espace minier, dans la mesure où ces facteurs économiques, techniques, sociaux ou politiques ne sont pas figés dans le temps.

Nous avons vu dans le premier chapitre de cette partie que l'espace minier languedocien ne constitue pas un ensemble géographiquement homogène. Les gisements se concentrent dans quelques zones situées dans les hautes terres, en périphérie des plaines languedociennes. Ces zones sont aussi celles où se trouvent les sites de traitement des minerais reconnus depuis un

⁴³ Voir notamment les travaux de G. Pagès (CNRS - ArcScAn UMR 7041).

demi-siècle. Dans la suite du texte, nous désignerons ces zones par l'expression *zones de production*, plus neutre que *district* ou *territoire minier*, à connotation politique, administrative ou économique⁴⁴. Nous nous expliquerons plus bas (cf. p. 95) sur ce choix qui reprend à son compte une remarque formulée par M. Leroy et F. Sarreste (Leroy 2001 : 82, note 9 ; Sarreste 2008 : 305).

La zone de production est donc celle où se concentrent à la fois les gisements miniers recensés dans le chapitre précédent et les sites de traitement des minerais. Fixer une limite précise à ces zones n'est toutefois pas facile, pour plusieurs raisons. Rappelons tout d'abord qu'un gisement minier n'est pas une ressource en soi pour un groupe humain. Il le devient à un moment donné, et peut perdre ensuite tout intérêt soit parce que la substance recherchée y a été entièrement épuisée, soit parce que cette substance a perdu tout ou partie de son intérêt aux yeux de ce groupe car trop cher à exploiter ou devenue inutile. En outre, les minerais extraits de ces gisements peuvent alimenter des ateliers de traitement installés sur le carreau des sites miniers, ou au contraire approvisionner des ateliers plus distants, faisant dès lors l'objet d'un trafic difficilement palpable d'un point de vue archéologique. Enfin, le contexte naturel, économique et socio-culturel (disponibilité du combustible, concurrence des pratiques vivrières ou d'autres activités économiques, interdits divers...) peut avoir une incidence sur la distribution des sites d'extraction et des traitements des minerais (Stöllner 2003 : 422-424).

Il peut donc sembler difficile d'identifier dans les limites des zones de production qui sont abordées ici des réalités historiques, administratives ou culturelles. Ces limites sont avant tout la conséquence des orientations suivies par l'archéologie minière et métallurgique durant ces cinquante dernières années mais s'appuie aussi largement sur des considérations d'ordres géologiques et géographiques. Ces facteurs ont conditionné en partie le découpage de l'espace minier languedocien antique tel qu'il apparaît dans les pages qui suivent.

2.2.2. L'exploitation des minerais non-ferreux

Les enquêtes réalisées depuis les années 1960 se sont concentrées sur la bordure sud-orientale du Massif central. Elles y ont révélé l'existence de trois zones d'exploitation des gisements de cuivre, plomb et argent (fig. 3).

Monts de Cabrières

Les données recueillies dans cette région ont fait l'objet de nombreuses publications, dont

⁴⁴ Le terme de district (minier ou métallurgique) désigne selon la définition de C. Domergue et M. Leroy, « *un espace géographique délimité dans lequel se concentre un nombre notable de sites miniers et/ou d'ateliers métallurgiques appartenant à une ou plusieurs périodes chronologiques, mais faisant de cette zone un secteur de production cohérent d'un point de vue spatiale et métallifère* » (Domergue, Leroy 2000 : 148). T. Stöllner utilise de son côté le terme anglais de « *district* » dans un sens plutôt socio-économique : « *In order to use the term more precisely, a district should be understood as locally concentrated, intensive exploitation of a deposit. It comprises mining agglomerations of different size and structural development* » (Stöllner 2003 : 429). Voir en outre la définition proposée par H. Cleere et à M. Mangin, sur laquelle nous reviendrons au terme de ce chapitre.

P. Ambert a proposé une première liste en 1996 (Ambert 1996) qu'il est possible de compléter par la bibliographie fournie dans plusieurs articles récents (Bouquet *et al.* 2006 ; Ambert *et al.* 2009). L'amplitude chronologique de ces résultats, qui concernent aussi bien le Chalcolithique⁴⁵ que l'âge du Bronze, l'Antiquité et le Moyen Âge, témoignent de la qualité et du dynamisme des recherches engagées dans ce secteur. Celui-ci a été abordé selon une approche globale tenant compte à la fois des sites miniers, des aires de traitement des minerais et des habitats, et associant de manière récurrente études archéologiques et analyses archéométriques.

Situés à l'extrémité orientale du massif géologique de la Montagne Noire, à une trentaine de kilomètres au nord de Béziers, les monts de Cabrières concentrent sur une douzaine de kilomètres carrés une série de gisements de cuivre et argent minéralisés essentiellement en sulfosels de cuivre et minéraux d'altération (fig. 4 ; cf. p. 32). Quatre secteurs principaux ont fait l'objet de travaux à l'époque antique (Neuf-Bouches, Pioch-Farrus, Mougno et La Roussignole). La caractérisation de la chronologie de l'activité se base sur le matériel céramique et sur une série de datations ¹⁴C réalisées à partir de charbons de bois prélevés dans les déblais comblant les travaux ou dans les haldes* en surface. A la mine des Neuf-Bouches, plusieurs tessons de céramique campanienne A, d'amphores italiques et de céramique sigillée ont été trouvés dans une halde jouxtant l'ouvrage minier le plus important (fig. 5, 6 et 7) (Garcia 1993 : 157 ; Ambert 1995 : 502 ; Mauné 1998a : 231)⁴⁶. En revanche, les sept datations ¹⁴C réalisées à partir d'échantillons prélevés dans les déblais sont toutes antérieures au second âge du Fer, les deux plus récentes ayant donné deux fourchettes chronologiques désignant la transition Bronze final-premier âge du Fer (2875 ± 50 BP, 850-740 BC cal. ; Bouquet *et al.* 2006 : 152 ; Ambert *et al.* 2009 : 100).

Sur la colline de Pioch-Farrus, ce sont plusieurs fragments de mobilier céramique, en particulier des tessons d'amphores italiques, qui ont été trouvés dans le réseau souterrain de Pioch-Farrus IV (fig. 8). A ces éléments s'ajoutent trois lampes à huile trouvées dans les réseaux Pioch-Farrus I et IV, correspondant à des lampes dite lampes aux oiseaux, à bec en enclume flanqué de tête d'oiseaux schématiques (fig. 9). Apparu au cours de la deuxième moitié du I^{er} s. av. n. è., ce type est encore utilisé au début du I^{er} s. de n. è.⁴⁷ Par ailleurs, un tesson de vase de la transition Bronze final-premier âge du Fer a été découvert dans les déblais de Pioch-Farrus IV. Enfin, une datation ¹⁴C réalisée au milieu des années 1990 sur le manche d'une herminette découverte sur la paroi du puits terminal du réseau Pioch-Farrus IV a désigné la fourchette chronologique 2100 ± 50 BP. Une autre datation ¹⁴C réalisée sur un aménagement en bois construit dans le réseau donne un intervalle assez proche (2050 ± 60 BP) (Landes 1989a : 99 ; Landes 1989b : 225 ; Salvaire *et al.* 1997 : 87).

A ces données s'ajoutent deux sites étudiés dans les années 1980 et 1990 et considérés comme des aires de traitement des minerais de cuivre. Celui des Condamines, situé à quelques centaines de mètres de la mine de la Roussignole a été daté du I^{er} s. de n. è. Mais les fouilleurs ne précisent pas la nature du mobilier recueilli, citant uniquement la réutilisation de *tegulae* dans

⁴⁵ Les enquêtes réalisées depuis 1979 ont révélé l'existence d'une mise en valeur des gisements de cuivre de ce secteur dès le début du III^{ème} millénaire.

⁴⁶ L. Bouquet *et al.* affirment que ce type d'élément est présent dans la plupart des mines de la zone de Cabrières, sans autre précision (Bouquet *et al.* 1997 : 157).

⁴⁷ Elle est rattachée par C. Landes aux types Dressel-Lamboglia 4, Ponsich 1c, Deneauve II (Landes 1989b : 225).

la construction de la structure de traitement (Landes 1989a : 102). Sur le site de la Tude, l'étude plus détaillée proposée par N. Houlès est accompagnée de la liste du mobilier recueilli en surface autour du site et dans les unités stratigraphiques comblant une fosse liée à l'activité de traitement. Le matériel de surface se compose ici de huit tessons de céramique sigillée arétine⁴⁸, et de soixante et un tessons de sigillée de la Graufesenque, appartenant à plusieurs types de vases⁴⁹. Parmi ces éléments, un tesson portait une estampille du potier *Privatus*, daté des décennies 60-80 de n. è. Ce matériel était associé à de la céramique commune au spectre typologique relativement large, un fragment d'amphore italique, un fragment d'amphore de Bétique Dressel 20, trois monnaies en bronze (1 demi-as de Nîmes, un bronze de Trajan et un bronze de Faustine mère) et enfin une fibule en bronze présentant des caractéristiques très proches de la fibule *Aucissa* classique (Houlès 1997 : 95). En revanche, le mobilier céramique identifié dans la fosse et associé à des résidus de traitement est bien moins abondant⁵⁰. A la lumière de ce mobilier, N. Houlès a défini une chronologie d'occupation relativement large, comprise entre le début du I^{er} s. de n. è. et le II^{ème} s. Mais il limite l'activité métallurgique aux premiers temps de l'occupation, sans étendre la période d'activité jusqu'au II^{ème} s. (Houlès 1997 : 94-96).

L'ensemble de ces informations a incité l'équipe travaillant dans les monts de Cabrières à placer dans cette zone minière une phase d'exploitation antique, centrée sur le I^{er} s. av. n. è. et le I^{er} s. de n. è. P. Ambert propose de fixer le démarrage de l'activité peu avant le changement d'ère (Ambert 1999a : 395-397). Sur cette question, à vrai dire, le mobilier découvert à la mine des Neuf-Bouches incite à la prudence : l'association de céramique campanienne A et d'amphores italiques ne permet pas d'exclure une mise en valeur du gisement dès la première moitié du I^{er} s. av. n. è.

On peut en outre s'interroger sur la validité de certaines propositions de datation. En effet, à plusieurs reprises, parmi les arguments avancés à l'appui de certaines restitutions chronologiques figurent notamment les caractéristiques morphologiques des travaux. Ainsi, les auteurs semblent parfois considérer que les similitudes observées entre certains fronts d'abattage par le feu sont des indices d'une parenté chronologique. Ainsi, à propos des parois de l'ouvrage B1 de la mine des Neuf-Bouches (fig. 7), L. Bouquet *et al.* observent que « *la taille des surfaces affectées par [le] gommage [du litage stratigraphique de la dolomie] renvoie aux puits d'extraction préhistorique de Pioch-Farrus IV. Leur forme de gouttière verticale légèrement concave s'évasant vers le bas, n'est pas sans évoquer la morphologie des alvéoles de Pioch-Farrus et plus encore de la Roussignole 2, recoupées elles aussi par des exploitations ultérieures* » (Bouquet *et al.* 2006 : 151). Un peu plus loin dans le même article, à propos des ouvrages B7 et B8 de la mine des Neuf-Bouches (fiche , ils estiment que « *leurs petites tailles (une centaine de m³) et leurs contours sinueux soutiennent leur attribution à l'âge du Cuivre* » (Bouquet *et al.* 2006 : 157). Or, les auteurs étendent ensuite ce raisonnement à l'ensemble des travaux de la mine des Neuf-Bouches et s'appuient sur ces similitudes

⁴⁸ Dont des éléments appartenant à une assiette de forme Drag. 17, et un petit tesson portant une estampille attribuée au potier arétin *P. Cornelius*, datée du dernier quart du I^{er} s. av. n. è.

⁴⁹ Formes Drag. 24/25, Drag. 27, Halt. 14 ; Ritt. 8, Drag. 36 ; Drag. 15/17, Drag. 18/31, Drag. 29, Drag. 30, Herm. 7, Drag. 37.

⁵⁰ Il se compose d'un tesson de lampe indéterminé (US C8), d'un tesson de vase augustéen et d'un bord de vase à paroi fine de même époque (US C9), d'un tesson de lampe indéterminée et de tessons de céramique commune (US C14 et C15).

morphologiques pour proposer une estimation du volume global des travaux ouverts au Chalcolithique à la mine des Neuf-Bouches (Bouquet *et al.* 2006 : 151-152 et 157-158). Comme le reconnaissait déjà P. Ambert en 2002 (Ambert 2002 : 715), une telle approche peut sembler assez problématique dans la mesure où la technique de l'abattage par le feu ne constitue pas un réel marqueur chronologique, comme l'ont montré plusieurs études menées spécifiquement sur cette question dans des contextes chronologiques variés (Weisgerber, Willies 2000 ; Ancel, Py 2008 ; Py 2009 : II, 1045-1227). Son utilisation couvre en effet un large spectre chronologique de la préhistoire à l'époque moderne, voir même jusqu'au XIX^{ème} s. dans certaines mines d'Allemagne ou de Scandinavie. En outre, aucun phasage chronologique de l'activité ne semble pouvoir être élaboré sur la base d'une discrimination morphologiques des stigmates laissés par cette technique de creusement (Simonin 1867 : 461 ; Berg 1992 ; Weisgerber, Willies 2000). Plus largement, en l'absence d'une étude chronotypologique détaillée, il semble peu opportun de chercher un indice de contemporanéité de creusement au travers des caractéristiques morphologiques élémentaires des ouvrages miniers (dimensions des travaux, sections...) ⁵¹. Ce point invite à considérer avec réserve les datations d'ouvrages miniers proposées sans réelles preuves matérielles et/ou datations en laboratoire dans les monts de Cabrières.

Haute vallée de l'Orb et bassin supérieur du Dourdou

Une seconde zone de production, comprise entre la haute vallée de l'Orb (Hérault) et le bassin supérieur du Dourdou (Aveyron) abrite l'une des plus importantes concentrations de gisements de cuivre, argent et plomb du Languedoc occidental (fig. 3 et 10). Ce secteur paraît s'étendre sur plus d'une centaine de kilomètre carrés à la lumière des différentes cartographies proposées par les archéologues travaillant sur cette zone (Léchelon 1997 : 167-169 ; Gourdiolle, Landes 1998a : 51). L'essentiel des sites miniers ⁵² et métallurgiques associés à des éléments de datation antiques se concentrent autour du Mont Faulat et du Grand Mourgis, entre les vallées de l'Orb et de la Nuéjous.

L'un des sites les plus emblématiques est sans nul doute la mine de Bouco-Payrol, ouverte sur un gisement filonien* et sur une série d'amas minéralisés en tétraédrite argentifère, bournonite, malachite et azurite. Le développement total du réseau minier souterrain reconnu à ce jour est de l'ordre de 3 km, les travaux s'enfonçant sur près de 110 m de profondeur (fig. 11 et 12).

Ce site est le fruit de plusieurs phases d'activité. L'existence d'une intervention

⁵¹ Ce n'est qu'à la suite d'un programme d'étude archéologique et géologique détaillé qu'un tel rapprochement a été pu être réalisé dans les mines d'or de la vallée de Roşia Montană (Roumanie), où les galeries taillées à l'outil adoptant une section trapézoïdale sont caractéristiques de l'activité développée dans ce secteur au II^{ème} s. de n. è. (Cauuet, Tamas 2012 : 224-225). Mais à la même époque, l'abattage par le feu est aussi utilisé dans ces mines (secteur de Cărnic ; Cauuet, Tămaş 2012 : 224). Ceci illustre le problème posé par la prise en compte du seul critère morphologique pour la datation d'un ouvrage.

⁵² Une quinzaine de mines ouvertes sur des gisements de cuivre, plomb et argent et associées à du mobilier antique sont reconnues à ce jour dans ce secteur (mines de Maynes, Magnes-Hommes, Col du Brunal, Fontaine des Allemands, Faulat, Bournac, La Rabasse, Bois de Bouisse, col de la Moutune, Cénommes, Mourgis, Hautes-Fages, Labaume et Bouco-Payrol : Gourdiolle, Landes 1998a : 56 ; Léchelon 2011 : 253).

chalcolithique repose actuellement sur une seule datation ^{14}C (3950 ± 40 BP) et la découverte de nombreux outils en pierre. Cette proposition chronologique, on le conçoit, mériterait des compléments d'enquêtes (Léchelon 1974 ; Léchelon 2011 : 260-261). En revanche, il est certain qu'une exploitation s'est développée sur ce gisement à la fin du I^{er} millénaire avant notre ère. Dès les années 1930, L. Balsan découvre dans les travaux souterrains des fragments de lampe à huile datées de la seconde moitié du I^{er} s. av. n. è. Puis, au cours de la seconde moitié du XX^{ème} s., un abondant mobilier céramique, constitué de lampes à huile du I^{er} s. av. n. è., d'amphores Dressel 1A et 1B, Pascual 1, Dressel 2-4 de Tarraconnaise, Dressel 7-11 et Dressel 20, est identifié à la surface des deux principales haldes de la mine et dans le réseau souterrain. A ces vestiges s'ajoutent d'autres éléments de mobilier antique identifiés près de travaux miniers connexes (Cave de la Matche)⁵³. Ce matériel incite B. Léchelon à situer à Bouco-Payrol une phase d'activité couvrant le I^{er} s. av. n. è. et le début du II^{ème} s. de n. è. (Léchelon 2011 : 263). Cette chronologie corrobore la datation proposée trois décennies auparavant par E. Hédan et A. Vernhet, qui, à la suite d'une exploration du site et de la découverte de mobilier céramique dans les travaux (amphores italiques et Dressel 20, céramique commune, sigillée sud-gauloise, lampes à huile) plaçaient l'activité entre le milieu du I^{er} s. av. n. è et le milieu du I^{er} s. de n. è. (Hédan, Vernhet 1975 : 73-74).

Ces données concordent dans leurs grandes lignes avec les éléments matériels recueillis sur la plupart des autres sites miniers et métallurgiques antiques du secteur du haut bassin du Dourdou et des monts d'Orb.

Ainsi, à la mine de Cénomés, le mobilier recueilli dans les travaux souterrains⁵⁴ s'inscrit entre la fin du I^{er} s. av. n. è. et la fin du II^{ème} s. de n. è. (Léchelon 2011 : 256-257). Sur le plateau sommitale du mont Faulat, une quarantaine de fosses d'un diamètre moyen de 20 m et d'une profondeur variant de 3 à 8 m ont été récemment identifiées (Léchelon 2011 : 257). Le matériel céramique repéré autour des travaux, est largement dominé par les amphores italiques, abondantes, rattachées en particulier au type Dressel 1A, et associées à quelques tessons de céramique campanienne A⁵⁵. Au Mourgis, aux Bayles et aux Hautes-Fages, où ont été identifiées d'autres fosses de dimensions plus limitées, un mobilier céramique similaire a été repéré parmi des déblais miniers (Léchelon 2011 : 259).

À la mine de Maynes, un long dyke* de quartz de près de 1500 m minéralisé en cuivre a fait l'objet de travaux dont l'ampleur n'est pas précisée, répartis sur tout son tracé. Un sondage réalisé dans les années 1980 sur un site de traitement des minerais implanté à proximité de l'un de ces ouvrages a livré des fragments d'amphores italiques Dressel 1A et 1B et de la céramique sigillée italique et sud-gauloise (Gourdiolle, Landes 2002 : 278), tandis qu'à La Rabasse, dont les travaux miniers ne sont plus accessibles, de nombreux fragments de céramique sigillée sud-gauloise ont été identifiés dans les haldes antiques exploitées au début du XX^{ème} s. (Hermet

⁵³ Il s'agit de céramiques sigillées sud-gauloises (en particulier de fragments d'un bol Drag. 27 et d'une assiette Drag. 17) produites à la Graufesenque entre les années 30 et 60 de n. è. (Léchelon 2011 : 263).

⁵⁴ Il est constitué d'un fragment d'une lampe à huile de type Deneauve IV A (20 av. n. è. - 70 de n. è.) et d'un bord de gobelet à paroi fine.

⁵⁵ Un lot de cinquante lèvres a été identifié par B. Léchelon. Les hauteurs sont comprises entre 2,9 et 3,2 cm (vingt lèvres) et 3,4 cm et 4,9 (trente lèvres) (Léchelon 2011 : 258). Au vu de ces informations, les amphores italiques Dressel 1B paraissent absentes (Sanchez 2003 : 658). En revanche, rien n'est dit au sujet de la présence éventuelle d'amphores gréco-italiques.

1912).

À la mine de Mange-Homme, le matériel recueilli dans les déblais miniers lors de deux sondages réalisés dans les années 1960 et 1980 se compose dans un cas (Mange-Homme sud) de céramique grise de la côte catalane, de céramique ibérique peinte, notamment du type *sombrero de copa*, de campanienne B, de trois monnaies longostalètes et de nombreux fragments d'amphores italiques Dressel 1A, appartenant à quatre-vingts individus au minimum (fig. 13-14). Quelques fragments de sigillées arétines et sud-gauloises découverts dans les strates supérieures du sondage pourraient témoigner d'une reprise de l'activité au tournant des I^{er} s. av. n. è. et I^{er} s. de n. è. (Gourdiolle, Vabre 1999 ; Léchelon 2011 : 259). Dans le second cas (Terril de Mange-Homme), le mobilier est sensiblement similaire. Il se compose d'amphores Dressel 1A, de céramique ibérique peinte, dont un fragment de *sombrero de copa*, de céramique campanienne A (bien représentée), mais aussi B et C, de céramique à paroi fine, de céramique indigène et de céramique sigillée, ainsi que de trois monnaies⁵⁶ (Gourdiolle 1977 : 77-78).

Enfin, à la mine de Labaume, le matériel identifié dans les travaux souterrains et sur les haldes se compose d'amphores Dressel 1A et de campanienne A. Mais cette mine, qui s'enfonce à plus de 100 m de profondeur, a vraisemblablement connu plusieurs phases d'activité.

Ces éléments incitent à placer dans le secteur des monts d'Orb et du bassin supérieur du Dourdou une phase d'activité couvrant la période tardo-républicaine, la période augustéenne et le début du Haut-Empire. Le matériel identifié sur l'un des sites de traitement des minerais non-ferreux découverts dans ce secteur (Bournac : amphores Dressel 1A et céramique commune à cuisson réductrice) paraît aller dans ce sens (Léchelon 2011 : 248).

Des datations ¹⁴C réalisées à partir de charbons de bois prélevés sur les sites miniers ou les aires de traitement des minerais sont proposées par B. Léchelon à l'appui de ces éléments matériels (fig. I-14).

Ces datations ¹⁴C couvrent une large fourchette chronologique. Six intervalles obtenus à partir de charbons de bois prélevés sur les sites de Bouco-Payrol, du Mont Faulat, du Péliou et de Bournac couvrent *pro parte* les IV^{ème}, III^{ème} et II^{ème} s. av. n. è. Considérés tels quels, ces résultats inciteraient à placer sur ces sites une activité antérieure à la fin du II^{ème} s. Toutefois, il faut selon nous interpréter ces informations avec prudence.

D'une part, la position stratigraphique et la nature des couches dans lesquelles ont été prélevés les échantillons sont rarement détaillées. Difficile de savoir, dans ces conditions, s'il s'agit de déblais liés au creusement des ouvrages dans lesquels les charbons de bois ont été prélevés ou d'éléments remaniés. Ainsi, à Cénomes, B. Léchelon précise que « *la présence de nombreux charbons de bois prélevés sur le sol des descenderies sous les coupes des attaques au feu a permis d'obtenir plusieurs datations qui indiquent une forte probabilité d'exploitation entre les années 40 a.C. et 80 p.C* » (Léchelon 2011 : 256-257). Faute d'une présentation plus précise des modalités d'échantillonnage⁵⁷, de la stratigraphie et de la dynamique de l'exploitation, la manipulation d'une telle information est assez délicate. A la lecture de cette seule description, on serait tenté

⁵⁶ Une monnaie à la croix non spécifiée, une monnaie numide à l'effigie du roi Micipsa, émise entre 148 et 118 av. n. è. et une hypothétique monnaie celtibérique.

⁵⁷ Nous ne disposons pas de documents plus précis.

de conclure que ce ne sont ni la descenderie ni les attaques réalisées par le feu qui ont été datées, mais uniquement une période de fréquentation des travaux.

Type de site	Référence	Laboratoire	Âge ¹⁴ C	Date ¹⁴ C calibrée à 2 sigma	Date ¹⁴ C calibrée à 1 sigma
mine	Bouco-Payrol 22	Beta -221099	3950 ± 40 BP	2570 BC à 2330 BC	2480 BC à 2450 BC
mine	Bouco-Payrol 11	Ly-6991	2135 ± 45 BP	341 BC à 38 BC	200 BC à 100 BC
mine	Faulat 1	Beta-263902	2120 ± 40 BP	350 BC à 40 BC	200 BC à 90 BC
traitement minerais	Pélistou 01	Ly-1760 (OxA)	2110 ± 40 BP	347 à 3 BC	200 BC à 50 BC
mine	Bouco-Payrol 06	Ly-6813	2100 ± 45 BP	229 à 41 BC	170 BC à 40 BC
mine	Bouco-Payrol 10	Ly-7066	2075 ± 45 BP	180 BC à 24 AD	130 BC à 40 BC
traitement minerais	Bournac 01	Beta-257991	2060 ± 50 BP	200 BC à 50 AD	160 BC à 10 BC
mine	Bouco-Payrol 04	Gif-9838	1980 ± 50 BP	60 BC à 131 AD	32 BC à 80 AD
mine	Cénomés 01	Arc-2321	1970 ± 60 BP	115 BC à 135 AD	40 BC à 80 AD
mine	Cénomés 03	Eth-27558	1965 ± 50 BP	65 BC à 135 AD	40 BC à 80 AD
mine	Bouco-Payrol 18	Beta-200779	1960 ± 60 BP	80 BC à 150 AD	30 BC à 100 AD
mine	Bouco-Payrol 19	Beta-200780	1960 ± 50 BP	50 BC à 130 AD	10 BC à 90 AD
traitement minerais	Fang 986	Ly-7926	1950 ± 45 BP	25 BC à 187 AD	10 AD à 120 AD
mine	Cénomés 02	Arc-2320	1935 ± 50 BP	5 BC à 180 AD	20 AD à 130 AD
mine	Bouco-Payrol 12	Arc-1400	1902 ± 40 BP	5 AD à 225 AD	50 AD à 135 AD
mine	Cénomés 04	Arc-2334	1895 ± 45 BP	25 AD à 235 AD	50 AD à 140 AD
mine	Bouco-Payrol 23	Beta-234400	1750 ± 40 BP	210 AD à 390 AD	240 AD à 340 AD
mine	Bouco-Payrol 24	Beta-238073	1670 ± 40 BP	260 AD à 430 AD	340 AD à 420 AD
mine	Bouco-Payrol 07	Ly-6814	1555 ± 65 BP	394 AD à 626 AD	470 AD à 590 AD
mine	Labaume 04	Eth-27560	1375 ± 50 BP	595 AD à 770 AD	620 AD à 690 AD

Fig. I-14 : datations ¹⁴C réalisées sur des sites miniers et métallurgiques de la zone Dourdou-Orb (d'après Léchelon 2011 : 254).

D'autre part, plusieurs des charbons de bois soumis à datation ¹⁴C ont été prélevés à la tarière pédologique. C'est le cas en particulier des échantillons provenant du site métallurgique du Fang ou de celui du Pélistou, « *qui a livré, au moyen d'une tarière pédologique, de nombreuses scories de fusion et des fragments de paroi scorifiée du creuset [...]. Des charbons de bois, prélevés au même niveau que les scories ont été datés de 2110 ± 40 BP (Ly-1760-OxA), soit 200 à 50 a.C.* » (Léchelon 2011 : 249). Or, un tel mode de prélèvement est sujet à caution, étant donné les risques de pollution des unités stratigraphiques inhérents à un tel mode de prélèvement. Qui plus est, ce type d'intervention ne permet en aucun cas de dresser une stratigraphie claire du dépôt de déchets métallurgiques, préalable indispensable à la caractérisation d'une chronologie de l'activité. Enfin, dernier point important, nous n'avons aucune certitude quant à la réalisation d'une détermination anthracologique des charbons de bois préalablement à leur datation. Par conséquent, comment interpréter les fourchettes chronologiques obtenues ? Les datations couvrant les IV^{ème}-II^{ème} s.

sont-elles liées à un effet « vieux bois » ou témoignent-elles véritablement d'une activité antérieure à la fin du II^{ème} s. av. n. è. ? Une telle remarque peut être formulée à l'endroit des datations ¹⁴C couvrant le Bas-Empire et le haut Moyen Âge. Si elles permettent d'envisager une phase d'activité postérieure au Haut-Empire, il est difficile, au vu des biais signalés plus haut, d'en tirer des informations plus précises.

Lodévois

A une quinzaine de kilomètres à l'est de la haute vallée de l'Orb, dans le Lodévois (haute vallée de la Lergue), une autre zone de production antique a été identifiée dans les années 1980. Les recherches se sont ici limitées à une série de reconnaissances de surface et souterraines.

Plusieurs ensembles de travaux anciens, parfois importants, ont été reconnus sur des gisements de cuivre autour de Lodève, notamment au Puech, au Cayrals, aux Gériols, à Prémérlet, à Fozières et à Terre-Blanc (Lopez 1989 : 111-112). M. Lopez a identifié sur ces points une trentaine de travaux qu'il considère comme « gallo-romains ou médiévaux » (Gourdiolle, Landes 1998a : 55). Le matériel archéologique recueilli à la surface des haldes ou dans les travaux (mobilier céramique, monnaie) incite cet auteur à fixer le démarrage de l'activité minière au cours du II^{ème} s. av. n. è, et à la prolonger jusqu'à I^{er} s. av. n. è.

A vrai dire, les modalités de datation de ces vestiges, à partir d'un mobilier recueilli exclusivement en surface, ne permet pas de restituer la dynamique d'exploitation des gisements et partant, de fixer précisément le démarrage et la fin de l'activité. Les conclusions formulées par R. Gourdiolle et C. Landes au sujet de la zone de production du Lodévois, qui « mériterait une poursuite du travail de M. Lopez, avec une étude exhaustive des sites » dans le but de mesurer l'ampleur réelle et la chronologie de l'activité, corroborent nos réserves (Gourdiolle, Landes 1998a : 55).

2.2.3. Le fer de la Montagne Noire

Le nombre de sites de réduction recensés dans la Montagne Noire entre les années 1970 et 2000 s'élève à deux-cent trois sites (Guilbaut, Landes 1975 ; 1977 ; Sablayrolles 1989a ; Decombeix *et al.* 2000 ; 2004)⁵⁸. Ils se distribuent entre la vallée de l'Alzeau, à l'ouest, et la vallée de la Clamoux à l'est (fig. 40 et 108-112). Avec près de soixante-dix unités inventoriées, le bassin supérieur de la Dure présente la plus forte densité de sites de réduction et s'impose aux yeux des chercheurs comme le cœur de l'activité sidérurgique du massif (fig. 15) (Decombeix *et al.* 2004 : 12-13).

Près de 30 % (58) des sites de réduction inventoriés ont été datés. La chronologie a été déterminée essentiellement grâce au matériel archéologique identifié en surface des concentrations de scories. Au total, moins d'une dizaine d'interventions plus approfondies ont été réalisées (sondages et fouilles extensives ; fig. 1 et 2), parmi lesquelles les fouilles menées sur

⁵⁸ En revanche, bien peu de sites d'extraction du minerai de fer antiques ont été découvertes. Une publication de synthèse sur la sidérurgie antique de la Montagne Noire est en cours de finalisation : Dabosi F., Domergue C., Fabre J.-M. (dir.), *La sidérurgie romaine dans la Montagne Noire*, à paraître dans la collection des suppléments de la Revue Archéologique de Narbonnaise.

une partie des sites du Co d'Espérou et du domaine des Forges (secteurs du Grand Ferrier et de Montrouch, fig. 16).

La plupart de ces interventions ont permis de recueillir du matériel archéologique antique, largement dominé par les fragments d'amphores italiques (40 sites sur 58 ; Sablayrolles 1989a ; Decombeix *et al.* 2004 : 21-25). Dans un cas, ce matériel est accompagné de céramique campanienne. En revanche, seuls deux sites ont livré de la céramique sigillée arétine d'une part, des amphores Pascual 1 d'autre part. Six autres sites ont fourni des fragments de sigillée sud-gauloise. Enfin, l'activité de quelques sites, les plus imposants, s'inscrit dans la durée : des années 60/50 av. n. è. à 260/270 de n. è. au domaine des Forges⁵⁹, une grande partie du Haut-Empire sur le site de Laprade, de la première moitié du I^{er} à la fin du II^{ème}, voire au début du III^{ème} s. au Co d'Espérou (Sablayrolles 1989a : 75 ; Domergue *et al.* 2003b : 241 ; Fabre, Coustures 2005 : 297). Ces informations ont incité l'équipe toulousaine à placer le début de la production de fer antique de la Montagne Noire au milieu du I^{er} s. av. n. (Fabre, Coustures 2005 : 301) en précisant que « *les fouilles réalisées sur des ferriers antiques, au Grand Ferrier et à Montrouch [domaine des Forges], situent le démarrage de l'activité métallurgique au plus tôt dans les années 60-50 av. J.-C. De notre côté, nous n'avons aucun indice aujourd'hui pour envisager une datation plus précoce sur l'un ou l'autre des ferriers recensés ces dernières années* ». Et de s'interroger : « *Est-ce à dire que la région ignorait jusqu'au milieu du I^{er} s. av. n. è. toute activité liée à la production de fer ? S'il est trop tôt pour l'affirmer, il n'en apparaît pas moins que l'essor de la sidérurgie en Montagne Noire se fait à l'ombre de la domination romaine* » (Decombeix *et al.* 2004 : 15).

Les données chronologiques et les résultats des évaluations volumétriques des concentrations de scories dont il sera question plus bas (cf. p. 95), ont conduit l'équipe toulousaine à proposer un schéma d'évolution de la production. Les chercheurs estiment ainsi que les petites unités sidérurgiques ont abrité une activité métallurgique relativement brève dans le temps. Les éléments de datation identifiés à la surface de ces petits sites vont dans le même sens, dans la mesure où le mobilier recueilli, principalement des fragments d'amphores italiques, est généralement pré-augustéen (Decombeix *et al.* 2000 : 32). Seules quelques unités, livrant un mobilier céramique postérieur, illustreraient la poursuite de l'activité après cette période. Il s'agit des ferriers de taille moyenne atteignant 10 000 m³ environ, et des énormes dépôts identifiés au domaine des Forges et à Laprade-Basse dans le bassin de la Dure. Le secteur de Saint-Denis semblerait connaître un phénomène similaire, à l'origine de la formation d'amas de très grande ampleur, couvrant plusieurs hectares et dont l'épaisseur atteint parfois plusieurs mètres (ferriers de Carreleit, Camp Naout, Co d'Espérou...). Selon l'équipe toulousaine, des changements importants paraissent donc intervenir dans la production sidérurgique de la Montagne Noire à l'époque augustéenne ou au début du Haut-Empire : l'activité sidérurgique évoluerait sensiblement, s'orientant notamment vers une réorganisation des sites de production, la plupart des sites de petites dimensions cessant leur activité (Decombeix *et al.* 2000 : 33-36 ; Decombeix *et al.* 2004 : 16-17). Seules quelques établissements, tels que celui Grand Ferrier du domaine des Forges et le site du Co d'Espérou, témoigneraient d'une activité inscrite dans la longue durée. Cette évolution témoignerait d'une concentration de la production de fer à l'époque

⁵⁹ Il est possible que l'activité ait été moindre vers le milieu du II^{ème} siècle, voire même totalement interrompue à la charnière du II^{ème} et du III^{ème} siècle – un hiatus ayant été distingué entre les années 150/170 et 230/240 – avant de reprendre assez intensément jusqu'aux années 260/270 (Domergue 1993 : 123).

augustéenne dans quelques centres, où l'activité se prolongea au moins jusqu'au III^{ème} siècle de n. è. (Decombeix *et al.* 2000 : 29 et 34). Sur la base de ces observations, P.-M. Decombeix *et al.* estiment que « *des centres comme celui du Grand Ferrier, de Laprade ou encore de l'Iszoule haute, et sans doute aussi celui de la Bertrande, détiennent donc désormais, avec quelques autres, le « monopole » de la production de fer régionale, fonctionnant parallèlement, et peut-être aussi en concurrence, avec le secteur de Saint-Denis, qui reste encore actif à l'époque impériale* » (Decombeix *et al.* 2004 : 19).

Ces observations appellent plusieurs remarques. D'une part, le matériel amphorique identifié en surface des sites de réduction semble globalement peu abondant et assez fragmentaire, rare étant les formes caractéristiques. Certains ferriers ont toutefois livré des fragments de Dressel 1A. Dans deux autres cas, les tessons d'amphores italiques identifiés « *présentent une forme de lèvres traditionnellement considérée comme précoce* » (Decombeix, Fabre 1998 : 11 ; Decombeix *et al.* 1999 : 8-10). Dans ces conditions, il semble que l'on ne peut exclure définitivement l'hypothèse d'une production de fer dès le début du I^{er} s. av. n. è., voire dans la seconde moitié du II^{ème} s. av. n. è. Cette hypothèse est renforcée par l'identification d'un mobilier céramique de même nature sur un habitat groupé situé à une quinzaine de kilomètres au sud du bassin supérieur de la Dure et occupé à la fin du II^{ème} s. av. n. è. et durant la première moitié du I^{er} s. (Lacombe : cf. p. 344).

D'autre part, rappelons qu'environ 70 % des sites n'ont pas été datés. Sans minimiser l'importance de la production sidérurgique romaine, à l'origine de la formation des énormes ferriers du domaine des Forges et du Co d'Espérou, on ne peut attribuer la majorité des ferriers à l'époque romaine sur la base d'un simple critère géographique⁶⁰. Plusieurs textes signalent l'existence de sites de réduction du fer entre le XIII^{ème} et le XV^{ème} s. en Montagne Noire, notamment dans le bois de la Grèze (Cabié 1903 ; Verna 2007 : 116-119), où des ferriers ont été identifiés par l'équipe toulousaine. De fait, il ne fait aucun doute que parmi les deux-cent trois ferriers recensés dans ce massif figurent des sites de réduction médiévaux, qui restent à identifier précisément. Cette observation va dans le sens de la remarque formulée par R. Sablayrolles en 1989, qui rappelait qu'on « *ne saurait donc affirmer que tous les ferriers disséminés le long de l'Alzèau ou du Linon appartiennent à l'Antiquité* » en s'appuyant sur documents d'archives mentionnant des sites de traitement médiévaux et modernes dans ce secteur (Sablayrolles 1989a : 75). On peut d'ailleurs s'interroger sur l'absence de sites de réduction médiévaux dans le corpus des sites inventoriés dans le massif. Ce fait éclaire à nos yeux le nombre insuffisant d'interventions réalisées spécifiquement dans le but de préciser la chronologie des sites, et soulève les problèmes d'identification que posent les sites actifs à des périodes pour lesquelles nous ne disposons d'aucun texte et dont les « fossiles-directeurs » sont plus discrets que les amphores vinaires italiques.

En somme, le caractère diachronique de la production de fer de la Montagne Noire ne doit jamais être perdu de vue. Dans le cas contraire, le risque est d'effectuer des raccourcis malheureux, en considérant comme un tout homogène des sites qui en fin de compte témoignent probablement d'une activité pluriséculaire et s'inscrivent dans des cadres

⁶⁰ « *Certains [des ferriers non datés] pourraient appartenir à des périodes plus récentes ; mais cela reste difficile à prouver. De fait, la concentration des sites dans quelques zones bien délimitées reste l'argument essentiel qui autorise à dater la majorité, sinon la totalité des sites de l'époque romaine* » (Decombeix *et al.* 2004 : 15).

économiques distincts ⁶¹. Dès lors, le risque est grand de restituer des schémas de production erronés ne tenant pas de l'hétérogénéité intrinsèque de l'ensemble.

2.2.4. Des zones de production à explorer

Bien que les gisements miniers des Corbières soient fréquemment cités dans différents travaux consacrés à l'économie antique régionale (Mauné 2000 ; Coustures *et al.* 2006 ; Pagès 2008), les connaissances disponibles dans ce secteur ne sont pas comparables, quantitativement et qualitativement, aux données recueillies dans les zones présentées précédemment. Dès le début des années 1970, G. Rancoule réalise un sondage de sauvetage sur un atelier sidérurgique dans la haute vallée de l'Orbieu (La Ferrière, Montjoi), qu'il date de la fin du I^{er} s. av. n. è. (Rancoule 1975). Au même moment, ce chercheur et Y. Solier démarrent deux études sur le peuplement des Corbières durant l'âge du Fer, respectivement dans l'est et l'ouest du massif, au cours desquelles ils menent ponctuellement des prospections dans certaines des principales zones minières des Corbières. Ces reconnaissances apportent les premières preuves archéologiques fiables d'une exploitation antique du fer des Corbières, que les deux chercheurs datent de la deuxième moitié du I^{er} s. av. n. è. et du début du I^{er} s. de n. è. (Rancoule, Solier 1977 : 29). Le nombre de sites de réduction du minerai de fer identifiés (5) est toutefois particulièrement faible.

Ils identifient par ailleurs un site minier ouvert sur un gisement de cuivre, plomb et argent (mine de l'Abeilla, à Palairac), autour duquel abondent des débris d'amphores Dressel 1A, recueillis à l'entrée de plusieurs de ces travaux et dans les haldes (Rancoule, Solier 1977 : 34). Les recherches réalisées par la suite par C. Cambon, G. Langlois, P. Marsac et E. Krawczyk débouchent sur l'identification de quelques nouveaux sites miniers (Tistoulet, Mont Marcus) et d'aires de traitement des minerais de fer et non-ferreux attribués à l'époque romaine (Marsac 1987 ; 1988 ; Cambon 1989 ; Langlois 1989 : 40 ; Krawczyk 1991). Mais les éléments recueillis ne permettent pas d'évaluer l'ampleur, l'organisation et la chronologie précise de l'activité. Les découvertes publiées par la suite par B. et P. Pauc (Pauc, Pauc 1998) enrichissent le corpus de trois nouveaux sites de traitement du minerai de fer, dont l'un, fait notable, est daté des VI^{ème}-V^{ème} s., ce qui en fait le plus ancien site de réduction connu en Languedoc occidental. Mais cette datation est sujette à caution, dans la mesure où le site a été découvert en prospection, à proximité immédiate d'un habitat romain (cf. p. 278).

Malgré ces apports récents, le constat est sans équivoque en 2008 : l'archéologie du métal souffre toujours dans les Corbières de l'absence d'inventaires de grande envergure ou de fouilles extensives. Moins d'une quinzaine de sites d'extraction et de traitement des minerais sont reconnus jusqu'alors. Ils composent un corpus très restreint ne permettant pas de caractériser l'ampleur et les modalités de l'exploitation antique du fer (Mantenant 2009a).

⁶¹ À propos du complexe sidérurgique de la Montagne Noire tel que défini par G. Pagès – définition problématique à nos yeux, (cf. p. 94) – l'auteur estime ainsi que « *si la naissance du complexe sidérurgique du versant méridional de la Montagne Noire prend racine dans un district antérieur, son avènement brutal, qui amène plus de deux cents ateliers de réduction à disparaître au détriment de cinq centres, témoigne d'un processus soudain inconciliable avec une évolution économique élémentaire liée à une demande accrue* » (Pagès 2008 : I, 45).

L'exploitation des gisements de cuivre, argent et plomb du massif est encore plus mal connue avant 2008. Celle-ci, comme le fer, a fait l'objet d'interventions de surface très ponctuelles (Marsac 1987 ; 1988 ; Langlois 1987) qui ont livré des indices d'une mise en valeur de ces ressources durant l'Antiquité. Mais ces découvertes sont restées isolées, rendant illusoire tout essai de synthèse sur la zone de production des Corbières.

Dans la Montagne Noire, force est de constater la persistance de larges zones d'ombre sur le rôle joué par les gisements non-ferreux dans l'économie régionale du métal (Mantenant 2009a). Le site de référence jusqu'en 2008 est la mine des Barrencs, située dans la vallée de l'Orbiel (fig. 42). Décrite pour la première fois dans les années 1890 (Esparseil 1893), elle englobe deux groupes de travaux de surface et souterrains et forment un ensemble particulièrement vaste. J.-E. Guilbaut et C. Landes proposent en 1977 une première synthèse sur le site, reprenant la documentation ancienne et présentant les principales observations effectuées jusqu'alors sur les techniques d'extraction mises en œuvre et la chronologie de l'activité (Guilbaut, Landes 1977b). Une datation est proposée grâce à l'abondant mobilier jonchant le sol autour des travaux de surface, et attribué à la fin du II^{ème} s. et au I^{er} s. av. n. è. (Guilbaut, Landes 1977b ; Decombeix *et al.* 2001a : 15 ; Galant 2001 ; Morin 2001). La nature du minerai est précisée grâce aux analyses effectuées par F. Tollon. Celui-ci identifie un minerai composé de cuivres gris, chalcopryrite et galène, très argentifère, envisageant par conséquent une production de cuivre et d'argent. Pour autant, en l'absence d'étude détaillée du site, ces hypothèses demeurent très fragiles et de nombreux aspects restent problématiques, en particulier le phasage chronologique de l'activité, qui reste à faire, et l'organisation générale de l'exploitation. En outre, l'absence d'autres indices d'une exploitation antique des gisements non-ferreux de la Montagne Noire est une situation paradoxale étant donné l'ampleur de l'activité sidérurgique romaine. Elle ne permet pas de juger précisément de la place occupée par ce massif dans la production régionale du métal.

Plus au nord, l'enquête menée par R. De Filippo, Y. Gracia, X. Peixoto et C. Sauvage au début des années 1980 dresse pour la première fois un état des connaissances sur plusieurs secteurs d'activités anciennes jusque-là peu abordés par la recherche archéologique, en particulier la vallée de la Mare, la région de Bédarieux et le Saint-Ponais. Ils identifient alors au cours de prospections limitées des vestiges d'exploitation des gisements de fer et de cuivre, plomb et argent, témoignant d'une intervention antique qui reste à mieux caractériser. Mais ces découvertes restent peu nombreuses et ne font l'objet par la suite d'aucune étude spécifique (Filippo *et al.* 1982)⁶².

La mise en perspective des données présentées ci-dessus avec la carte de distribution des ressources minières languedociennes (fig. I-3 et I-4) met nettement en évidence la très large méconnaissance avant 2008 de vastes zones riches en gisement. La moyenne vallée de l'Orb, de la vallée de la Mare, le sillon du Thoré, le versant méditerranéen de la Montagne Noire et les Corbières, qui regroupent la majorité des occurrences Cu-Ag-Pb du Languedoc occidental, constituent en définitive des *terrae incognitae* de l'archéologie des non-ferreux. Dans le cas du fer,

⁶² Ce travail a été partiellement prolongé par M.-C. Bailly-Maître et B. Béchiri dans les années 1990 et 2000, dans le cadre d'une étude sur l'exploitation minière médiévale.

les Corbières, où il faut placer la seconde concentration de gisements de fer du Languedoc occidental, restent en net retrait dans ce bilan par rapport au massif voisin de la Montagne Noire. Force est donc de constater la persistance d'importants déséquilibres informatifs. En toute logique, ils transparaissent dans les domaines techniques et socio-économiques.

2.3. Les modalités techniques et socio-économiques de l'activité en Languedoc occidental

Les cadres techniques et économiques de la production métallique n'ont effectivement pas bénéficié des mêmes investissements sur l'ensemble du Languedoc occidental. Ce phénomène traduit avant tout la diversité des interventions archéologiques engagées dans cet espace depuis la fin des années 1960 et la rareté des opérations susceptibles d'apporter les informations les plus pertinentes sur ces questions. Pourtant, quelques avancées majeures ont été obtenues, qu'il convient d'examiner à l'aune du cadre technique présenté au début de ce chapitre.

2.3.1. Des techniques minières méconnues

L'extraction du minerai de fer

Les enquêtes réalisées dans la Montagne Noire entre les années 1970 et 2000 ont rarement permis de distinguer des sites d'extraction du minerai de fer datés de l'Antiquité. Pour l'heure, le site de *Carrus-Vieux*, dans la région de Lastours, constitué d'un ensemble de travaux à ciel ouvert à proximité desquels ont été récoltés des fragments d'amphores italiques, est sans doute l'un des plus intéressants. A ce site s'ajoutent les tranchées repérées au milieu des années 2000 sur le plateau de La Royale (Villardonnell) et datées de la période tardo-républicaine ou du début du Haut-Empire (Ackx 2008 : 48-49). Des travaux anciens associés à du mobilier céramique antique et aujourd'hui disparus sont signalés en outre sur les chapeaux de fer de la région de Salsigne (Decombeix *et al.* 2004 : 6-7). Enfin, à Vélioux (site de La Balme) aurait été mise au jour dans les années 1960 une « mine constituée par une grotte artificielle et des galeries en partie obstruées [qui] contenait des débris d'amphores et de poteries de La Tène, de la céramique gallo-romaine grise et noire du I^{er} s. av. n. è., de la céramique de Lezoux », ainsi que plusieurs structures de traitement du minerai de fer, à proximité desquels ont été ramassés de « nombreux déchets de fonderie (minerai, scories, coulées de métal) ». L'occupation de ce site a été datée du IV^{ème} s. et de l'époque gallo-romaine (Gallet de Santerre 1964 : 497 ; 1966 : 472). Ces données restent toutefois peu précises, l'identification même d'une mine sur ce point étant sujette à caution. Nous n'avons donc aucune certitude quant à la présence sur ce point d'un site d'extraction et de production de fer antérieur à la fin du II^{ème} s. av. n. è.

Aucun de ces sites n'a fait l'objet d'une étude archéologique et géologique détaillée, destinée à caractériser les techniques mises en œuvre et la dynamique d'exploitation. Cette situation n'est pas propre au Languedoc occidental. D'une manière générale, bien peu de mines

de fer antiques ou protohistoriques de la Gaule ont fait l'objet d'une étude archéologique détaillée destinée à caractériser en particulier les modalités techniques d'exploitation et le phasage chronologique de l'activité par le biais d'une analyse de la dynamique opératoire et du remplissage des travaux, à l'image de l'étude réalisée par G. Munteanu sur plusieurs mines de fer situées dans le massif voisin du Canigou (Munteanu 2010). Les sites d'extraction protohistoriques ou antiques du minerai de fer clairement documentés restent donc très rares en France, en particulier les mines en roche. Dans ce domaine, l'un des exemples les mieux connus, en cours d'étude, est la mine de Pikasari, dans le massif de Larla, au Pays Basque (Beyrie 2008).

L'extraction des minerais non-ferreux

L'activité minière antique développée sur les gisements de cuivre, argent et plomb languedocien est à peine mieux lotie. Dans l'ensemble, nous disposons uniquement de descriptions sommaires de travaux repérés dans les trois principaux secteurs miniers reconnus jusqu'à présent (monts de Cabrières, Orb-Dourdou et Lodévois) qui n'apportent que peu d'éléments quant aux modalités d'exploitation de ce type de gisements (Gourdiolle 1989 ; Gourdiolle, Landes 1998a : 61-62 ; Léchelon 2011). Seuls trois sites ont fait l'objet de recherches plus approfondies. Deux d'entre eux se situent dans les monts de Cabrières.

La mine des Neuf-Bouches regroupe un ensemble de huit excavations dont les dimensions sont comprises entre 1 x 1 m et 16 x 4/7 m de diamètre (fig. 5-7). Ces travaux couvrent une surface totale d'environ 31 m de longueur et 13 m de largeur et s'enfoncent sur 15 m de profondeur au minimum. La cavité B1, la plus vaste, correspondrait à un volume de déblais estimé à 1000-1200 m³. Ces travaux seraient les plus vastes cavités artificielles à ciel ouvert de la zone de production des monts de Cabrières (Bouquet *et al.* 2006 : 144 et 157).

Cette mine a fait l'objet d'une série de trois sondages en 1990 puis d'un relevé topographique des fosses et de nouveaux sondages au début des années 2000, complétés par une étude géologique préliminaire du site, un prélèvement d'échantillons de minerai – rendu difficile par la grande rareté de minerai laissé en place dans les travaux – et une série de datations ¹⁴C (Ambert 1990 ; Bouquet *et al.* 2006). Les interventions archéologiques se sont concentrées sur l'étude d'une halde protohistorique entourant le site, qui a permis de préciser le mode de formation de ce dépôt, sa composition et la chronologie de l'activité développée dans la mine.

Celle-ci s'est révélée pluriphasée (Chalcolithique, Bronze final et époque tardo-républicaine : cf. p. 72). L'étude technique et morphologique des parois corrobore ce phasage chronologique. Elle démontre l'existence d'au moins deux phases de creusement, dont une fondée sur la mise en œuvre de l'abattage par le feu et datée de l'âge du Bronze (Bouquet *et al.* 2006 : 152 ; Ambert *et al.* 2009 : 102-103). Néanmoins, le comblement des ouvrages empêche de disposer d'une vision complète de la mine, le fond des travaux étant inaccessible. En outre, le phasage chronologique de l'exploitation n'est pas bien perçu dans le détail, et ne permet pas de discriminer clairement les travaux antiques des ouvrages antérieurs. Par conséquent, cette étude n'apporte guère d'éléments pour la connaissance des techniques minières développées au

cours de l'âge du Fer et de la période romaine dans les monts de Cabrières.

Le site de Pioch-Farrus IV est autrement plus intéressant pour notre sujet. Il a fait l'objet de l'étude archéologique la plus complète. Une première intervention réalisée au début des années 1980 avait permis d'identifier un réseau souterrain ancien largement noyé (fig. 8 et 9) (Bailly-Maître *et al.* 1984 : 330-334 ; Salvaire *et al.* 1997 : 90). Ce n'est qu'à la suite d'un dénoyage partiel et éphémère des travaux au milieu des années 1990 que ce réseau a pu être étudié. Réalisée dans l'urgence en raison de la remontée rapide du niveau de l'eau, cette étude a permis de préciser la dynamique de l'exploitation et les techniques d'abattage et d'éclairage mises en œuvre dans ce réseau, où une seule phase d'activité a été identifiée, et datée du tournant des I^{er} s. av. n. è. et I^{er} s. de n. è. (cf. p. 72) Assez vertical et exploré sur 23 m de profondeur, ce réseau a été reconnu sur 25 m de longueur N-S et 16 m de largeur E-O. et semble se poursuivre dans plusieurs directions par le biais d'ouvrages entièrement colmatés ou noyés (Bailly-Maître *et al.* 1984 ; Salvaire *et al.* 1997 : 84 et 91). Il est constitué d'un ensemble de chantiers d'exploitation reliés par des conduits généralement étroits et bas et partagés en trois niveaux d'exploitation principaux. Le plus grand des chantiers d'exploitation reconnus avoisine 10 m de diamètre. Les travaux ont ciblé deux types d'indices cuprifères (filons et amas karstiques) et ont largement suivi le pendage des terrains encaissants, constitués de dolomies quartzifiées particulièrement dures. L'abattage a été réalisé à l'outil (pointerolles* et pics) et par le feu (Landes 1989b : 226 ; Salvaire *et al.* 1997 : 86).

La découverte de lampes à huile dans les travaux, dont un exemplaire encore en place dans une niche creusée dans la paroi, fournit de précieuses indications sur le(s) mode(s) d'éclairage utilisé(s). Plusieurs aménagements ont été identifiés, qui paraissent liés à la circulation des mineurs et/ou des matériaux extraits (escaliers, aménagements en bois ?), à l'exhaure (barrage ; fig. 21), à la gestion des déblais (murets de soutènement) et au traitement minéralurgique du produit de l'extraction (bassin de lavage, tables de broyage) (Salvaire *et al.* 1997 : 86-87). Nous reviendrons plus bas sur ce dernier aspect⁶³.

La troisième mine ayant fait l'objet d'une étude relativement détaillée, Bouco-Payrol, est autrement plus vaste. Dès 1974, B. Léchelon réalise un premier relevé topographique des travaux miniers (Léchelon 1974). Cette approche est complétée durant les années suivantes par les reconnaissances réalisées par l'équipe réunie autour d'H. Barge (Barge *et al.* 1983).

Ces interventions ont clairement mis en évidence la complexité de ce site minier, ouvert sur une série de filons verticaux à subverticaux et d'amas encaissés dans des calcaires dolomitiques présentant un faciès assez bréchique, et minéralisés en particulier en cuivres gris, bournonite et galène (fig. 11 et 12) (Léchelon 2011 : 260). Plusieurs entrées implantées sur la

⁶³ Outre Pioch-Farrus IV et les Neuf-Bouches, il faut citer la mine de La Roussignole, où le dénoyage partiel du réseau Roussignole 3 a permis d'atteindre la cote -30 m. Une importante partie du réseau « paraît antique » (Ambert *et al.* 2001 : 53). Nous ne savons pas sur quels critères les auteurs se fondent pour avancer une telle hypothèse, dans la mesure où aucune étude détaillée de la mine n'accompagne cette présentation. Une remarque similaire est formulée à propos du site Roussignole 5, là encore, sans réelle argumentation si ce n'est l'appui d'un plan de 1885 sur lequel sont mentionnés des travaux anciens, considérés par P. Ambert *et al.* comme étant *pro parte* préhistoriques et antiques (Ambert *et al.* 2001 : 53-54).

partie sommitale de la colline où se trouve la mine mènent au réseau souterrain. Profond de 110 m, celui-ci a été exploré sur plus de 150 m d'extension dans l'allongement du gisement, dont le pendage atteint 50°.

Une importante zone riche (100 m de longueur, 50 m de hauteur) a été reconnue par B. Léchelon à environ 40 m de profondeur. De vastes chantiers d'exploitation de morphologie assez irrégulière, pouvant atteindre 25 m de longueur et 15 m de largeur, y ont été ouverts selon les techniques des gradins droits ou inversés. Ces salles sont reliées par des conduits étroits, où des aménagements destinés à faciliter la circulation (escaliers...) ont parfois été observés (Léchelon 2011 : 260-261). La présence d'encoches indiquerait la mise en place de boisages en plusieurs points de la mine. Les techniques d'abattage identifiées sont de plusieurs types. Selon B. Léchelon, la principale méthode utilisée est l'abattage par le feu. Mais un abattage à l'outil a aussi été mis en œuvre, soit en appui de l'abattage par le feu, soit de manière exclusive (réseau nord). Une partie des déblais a été stockée au sein même des travaux, selon des modalités qui ne sont pas précisément décrites. Une autre partie a été évacuée à l'extérieur du réseau. Leur rejet a donné lieu à la constitution de haldes importantes, dont les plus grandes dépassent plusieurs milliers de mètres carrés.

Le phasage chronologique de l'activité développée à Bouco-Payrol reste assez problématique. Cette situation semble liée en particulier aux difficultés que posent l'ampleur et la complexité des travaux pour la caractérisation de la dynamique d'exploitation. Par conséquent, tout en reconnaissant l'intérêt des interventions réalisées et le mérite de ceux qui se sont confrontés à cette mine particulièrement vaste, force est de constater l'impossibilité de dresser un bilan des techniques minières développées durant l'Antiquité.

D'une manière générale, excepté dans le cas du site de Pioch-Farrus IV, où l'intervention a nécessairement été très rapide, force est de constater l'absence avant 2008 d'étude détaillée de sites d'extraction des minerais non-ferreux, reposant sur :

- une caractérisation précise des ouvrages miniers, des techniques d'abattages et des moyens/aménagements mis en œuvre,
- une analyse de la dynamique opératoire et du remplissage des travaux, couplée à des programmes de datation (¹⁴C, dendrochronologie), et destinée à préciser le phasage chronologique de l'activité,
- une analyse géoarchéologique des structures minéralisées et des minerais

L'absence de telles enquêtes pose de nombreux problèmes dépassant le domaine purement technique. La méconnaissance de la nature des minéralisations exploitées handicape la détermination des productions métalliques. Le silence relatif qui pèse sur les techniques d'abattages, sur les solutions apportées par les mineurs aux problèmes rencontrés au cours des travaux, et plus largement sur l'organisation de l'activité, empêche de comprendre le cadre socio-économique dans lequel prennent place les mines antiques. Enfin, l'absence d'étude détaillée du phasage chronologique des interventions minières limite fortement la compréhension des rythmes de l'économie du métal du Languedoc occidental. Plusieurs études réalisées sur des sites miniers de l'âge du Fer en France ou dans des pays limitrophes démontrent l'intérêt de telles approches d'un point de vue technique, économique et historique (Ancel *et al.* 2001 ; Cauuet 2004 ; Morin, Tizzoni 2009).

2.3.2. Les traitements des minerais : un net décalage entre métallurgie des non-ferreux et sidérurgie

La sidérurgie antique : apports de quarante ans de recherches en Montagne Noire

Les seuls ateliers sidérurgiques étudiés en détail en Languedoc occidental se situent sur le domaine des Forges. Les campagnes de fouilles menées sur ce site, entre la fin des années 1980 et le milieu des années 1990, ont mis au jour une série d'installations liées au traitement du minerai du fer, datées de la seconde moitié du I^{er} siècle av. n. è. A cette époque, l'un des deux secteurs d'activité identifiés sur le site (Grand Ferrier) est délimité, au nord, par un mur de plus de 80 m de longueur, la séparant d'un dépotoir (fig. 16). Plusieurs installations métallurgiques sont alignées le long de ce mur. Il s'agit de quatre bas-fourneaux orientés au sud du type classique des Martys – dont il sera question plus bas – et d'un bas-fourneau à scorie écoulée plus petit, unique au domaine des Forges (bas-fourneau de petit module F33) (Domergue *et al.* 2003a). A ces vestiges s'ajoutent deux structures métallurgiques difficilement identifiables et une succession de taches rougeâtres signalant l'emplacement d'autres structures disparues. Ne témoignant pas d'un haut degré d'organisation, ce groupe de structures appartiendrait peut-être à une première phase de production remontant au milieu du I^{er} siècle av. n. è. Ce serait, selon C. Domergue et ses collaborateurs, la phase des premiers essais (Decombeix *et al.* 2000 : 28 ; Domergue *et al.* 2003b : 242-243 ; Fabre, Coustures 2005 : 297).

Dans un second temps, un mode de production distinct, plus rationnel, est mis en œuvre aussi bien dans le secteur du Grand Ferrier que dans celui de Montrouch. L'activité sidérurgique repose alors sur des batteries orientées nord-sud, correspondant à de petites cellules de production regroupant chacune plusieurs bas-fourneaux. Les cellules les plus récentes ont été identifiées sur l'atelier pré-augustéen fouillé à Montrouch, qui comprenait une batterie de six bas-fourneaux (fig. 17 et 18). Trois autres batteries ont été découvertes dans le secteur du Grand Ferrier. Incomplètes, elles comprenaient respectivement trois, deux et une structures de réduction (Domergue *et al.* 2003b : 242 ; Fabre 2004b : 183). L'étude de ces installations a mis en lumière leur remarquable homogénéité architecturale, permettant aux archéologues de définir les grandes lignes du bas-fourneau classique des Martys et de la batterie correspondante, dont l'utilisation remonte à la seconde moitié du I^{er} siècle av. n. è.

Ce type de bas-fourneau est constitué d'une cuve d'un volume interne proche de 200 dm³ délimitée par trois gros blocs de granite – un à l'arrière, un de chaque côté – pouvant atteindre 1,30 m de hauteur pour 1,10 de largeur (fig. 19). A l'avant, deux volumineux piédroits encadrent la porte de la structure, toujours orientée vers l'est au cours de la deuxième phase de production. Les parois internes de la cuve sont généralement revêtues d'une couche d'argile réfractaire. Les éléments maçonnés découverts en cours de fouilles ont permis de restituer la partie haute du bas-fourneau. Un linteau en arc surbaissé relie selon toute vraisemblance les parties supérieures des deux piédroits encadrant la porte. Cet élément sert de base à la partie antérieure de la cheminée, construite en plaquettes de schistes cimentées par de l'argile : la hauteur totale de la structure de réduction est estimée à environ 2,20/2,30 m⁶⁴.

Un bas-fourneau classique intègre donc une batterie. Celle-ci est organisée sur deux

⁶⁴ La cuve a une section rectangulaire, aux angles arrondis, atteignant en moyenne 0,90 m de longueur et 0,60 m de largeur (Decombeix *et al.* 2000 : 26 ; Fabre 2004a : 62-63).

niveaux. Le niveau supérieur est constitué en principe d'une terrasse soutenue par un mur de gros blocs de granite et dans laquelle sont encastrés les socles des bas-fourneaux, (fig 19). C'est depuis cette terrasse que sont assurées la ventilation de la cuve et l'alimentation du bas-fourneau en charbon de bois et en minerai via la cheminée. Le système de ventilation comprend trois conduits de 3 à 4 cm de diamètre ouverts sur chaque côté et à l'arrière de la cuve, l'orifice débouchant, à l'extérieur, au niveau de la terrasse (Domergue *et al.* 1999 : 150 ; Fabre 2004a : 63). Au pied du bas-fourneau, devant la porte, le niveau inférieur constitue l'aire de défournement. C'est de ce côté que s'écoule la scorie, via un trou percé dans la porte. A la fin de l'opération, la porte est cassée pour l'extraction de la loupe de fer. Enfin, des aménagements (toiture légère...) protègent la batterie des intempéries.

Il faut noter qu'il ne s'agit là que de constantes. Les expérimentations réalisées dans les années 1990 et 2000 n'ont pas permis de lever le voile sur l'ensemble des paramètres à suivre pour le bon fonctionnement de ce type de structure. Plusieurs incertitudes demeurent, à propos notamment de la hauteur et de la forme de la cheminée, ainsi que des aménagements de la porte du bas-fourneau (Decombeix *et al.* 2000 : 26 ; Fabre 2004a : 63 ; Decombeix 2005).

Plusieurs éléments de moulins à bras et de moulins pompéiens – composés d'une *meta* et d'un *catillus* – ont été découverts du domaine des Forges. Dans un premier temps, sur la base d'une étude macroscopique, microscopique et microanalytique d'un de ces moulins a été formulée l'hypothèse que ceux-ci étaient utilisés pour le broyage de scories, servant de fondant dans les opérations de réduction du minerai de fer (Domergue *et al.* 1997 : 56-58). Récemment, cette proposition a été rejetée sur la base de nouvelles analyses et d'un réexamen des données recueillies dans les années 1990 (Coustures 2012 : 282-284). Cependant, nous verrons que la présence de tels outils au domaine des Forges est particulièrement significative, non pas d'un point de vue technique, mais socio-économique.

Des structures complémentaires ont été identifiées dans le secteur de Montrouch, à proximité des bas-fourneaux (abri, foyer de forge d'entretien des outils). Par ailleurs, un caniveau construit en dalles de granite passe sous la cabane puis sans doute devant la batterie. Selon toute vraisemblance, il alimentait en eau tout le secteur, à la fois pour le confort des travailleurs et pour la préparation du réfractaire, vraisemblablement dans des auges à pétrir (Montrouch) ou sur des plates-formes (Grand Ferrier), sur le niveau inférieur de la batterie, près de chaque four (Fabre 2004b : 183).

L'atelier identifié à Montrouch, avec sa batterie et ses annexes, devait avoir un fonctionnement plus ou moins autonome techniquement. Il est d'ailleurs hautement probable que plusieurs unités du même type coexistaient au cours du I^{er} siècle av. n. è. dans ce secteur et dans celui du Grand Ferrier. Les sites du domaine des Forges et du Co d'Espérou abritaient d'autre part des installations (aires de stockage, charbonnière) destinées à l'approvisionnement en charbon et en minerai de plusieurs ateliers (Sablayrolles 1989a ; Decombeix *et al.* 2000 : 28 ; Domergue *et al.* 2003b : 242).

Les phases postérieures à la réduction sont par contre moins bien documentées. Sur ce point, la découverte la plus intéressante est celle de trois foyers relevant tous d'un même type d'opération (secteur du Grand Ferrier, fig. 20). La structure la mieux conservée correspond à une fosse allongée d'1,90 m x 0,50 m, dotée sur son côté oriental d'un dispositif de ventilation. Elle est délimitée par des blocs de granite liés à un mortier de chaux et de sables et recouverts,

sur les parois internes de la fosse, d'une couche d'argile réfractaire scorifiée. La forme très allongée de la fosse rappelle celle des barres de fer découvertes notamment dans des épaves romaines de la Méditerranée (Long *et al.* 2002 ; Coustures *et al.* 2006 ; Pagès *et al.* 2008). Cette similitude et les indices découverts sur le fond de la structure (amas de nodules de fer oxydés, battitures) inciteraient à faire de ces foyers des forges d'épuration des massiets produits dans les ateliers du Grand Ferrier (Fabre 2004c). Aucun élément n'indique en revanche l'existence d'une phase d'élaboration d'objets en fer sur le site.

L'intérêt des recherches réalisées au domaine des Forges est indéniable sur un plan technique. Mais les zones d'ombre persistent sur la sidérurgie antique de la Montagne Noire. Ainsi, aucune des structures de traitement utilisées à l'époque impériale n'a été identifiée. Au domaine des Forges, rien ne prouve que le bas-fourneau classique a été utilisé durant toute la période d'activité du site, du I^{er} siècle av. n. è. au III^{ème} siècle de n. è. De plus, il faut noter la très large méconnaissance des autres ateliers tardo-républicains à l'œuvre dans la Montagne Noire. Les fouilles réalisées au Co d'Espérou n'ont pas permis d'identifier d'ateliers. Les rares structures de traitement antiques reconnues par ailleurs dans le massif n'ont pas fait véritablement l'objet d'une réelle étude technique⁶⁵.

Dès lors se pose la question du cadre technique de la production de fer antique de la Montagne Noire. Cet espace correspond-il à une même aire technologique ou bien plusieurs solutions techniques ont-elles été mises en œuvre ? Le modèle de bas-fourneau de petit module F33 a-t-il été utilisé sur d'autres ateliers de la Montagne Noire ? L'usage du bas-fourneau classique a-t-il été général dans le massif au I^{er} s. av. n. è. ou au contraire spécifique à certains sites ? Dans quelles conditions est apparu ce modèle ? S'agit-il d'une conception allogène ?

C. Domergue a tenté d'apporter des éléments de réponse à cette dernière question en confrontant sur un plan technique et socio-économique les ateliers du domaine des Forges et les ateliers des Clérimois, près de Sens, et de La Bazoge, à proximité du Mans, donc en Gaule interne. Ces sites se caractérisent par l'adoption à partir de La Tène finale (fin du II^{ème} et I^{er} s. av. n. è.) d'un modèle de bas-fourneau à scorie écoulée. L'un des types utilisés (bas-fourneau de l'atelier de La Bazoge, dont le socle enterré est précédé d'une fosse d'évacuation de la scorie, est assez comparable dans ses dimensions, son système de ventilation, et le mode d'extraction du massiau, par destruction de l'avant du four, au type classique des Martys (Cabboï *et al.* 2007 : 57 ; Domergue 2007 : 27-28). Faut-il envisager, à l'instar des fouilleurs des sites des Clérimois et de La Bazoge, la mise en œuvre d'une même technologie, avec des variations locales, se diffusant sur le territoire des Gaules à La Tène finale (Dunikowski, Cabboï 2001 : 200 ; Cabboï *et al.* 2007 : 61) ? C. Domergue juge la chose possible. Il s'appuie en particulier sur le modèle de bas-fourneau utilisé à La Bazoge, avançant l'hypothèse « *d'une interprétation romaine d'un modèle celtique* », tout en considérant que la formule romaine du domaine des Forges serait d'une part plus rationnelle, d'autre part mieux adaptée aux conditions locales. Pour autant, il n'écarte pas la possibilité d'une influence italique ou ibérique dans la mise en place du modèle classique du domaine des Forges (Domergue 2007 : 28-29).

⁶⁵ Il semble que le modèle de batterie de bas-fourneaux classiques des Martys a été reconnu ponctuellement et sommairement sur quelques autres sites de la région des Martys, notamment à Laprade-Basse, un grand centre de production de fer (Decombeix, Fabre 1998 : fig. 5 ; Domergue *et al.* 2003a : 136).

Pour prolonger cette discussion, on pourrait s'interroger sur le poids du substrat indigène régional, en se demandant si le modèle classique ne serait pas la conséquence de l'évolution sur place d'un type de bas-fourneau utilisé avant le I^{er} s. en Languedoc occidental. Cette dernière proposition reste toutefois une hypothèse de travail, étant donné notre méconnaissance totale de la sidérurgie indigène.

Le traitement des minerais Cu-Ag-Pb : une chaîne opératoire mal cernée

Des vestiges ou des résidus liés au traitement minéralurgique des minerais de cuivre, plomb et argent ont été signalés à plusieurs reprises dans les monts de Cabrières, le Lodévois, la haute vallée de l'Orb et le bassin du Dourdou. Plusieurs articles proposent un aperçu de ces découvertes (Landes 1989a ; 1989b ; Gourdiolle, Landes 1998a : 61-64).

Dans le Lodévois, un élément correspondant soit à une « *table de broyage* », soit à une « *sorte de sluice ayant servi à piéger le métal* » (0,95 m x 0,50 m x 0,15 m) ainsi que des enclumes destinées à broyer le minerai ont été trouvés sur les haldes d'ouvrages miniers, associés spatialement à du mobilier antique (Gourdiolle, Landes 1998a : 55). Dans les monts de Cabrières, trois enclumes en roche dure creusées de cupules ont été découvertes dans le réseau souterrain Pïoc-Farrus IV. Interprétées comme des outils destinés au concassage du minerai, elles se trouvaient à proximité d'une retenue d'eau bâtie en bois et en argile, considérée comme une aire de lavage du minerai concassé et datée du I^{er} s. av. n. è. (fig. 21). Enfin, des enclumes en roche dure et des fragments de meules de moulins rotatifs (*meta* et *catillus* ; fig. 22) ont été identifiés sur le site d'habitat de Lascours, sur lequel nous reviendrons plus bas (Salvaire *et al.* 1997 : 87 ; Gourdiolle, Landes 1998a : 63).

A notre connaissance, la seule installation de traitement minéralurgique des minerais Cu-Ag-Pb étudiée en détail en Languedoc occidental se trouve sur le carreau de la mine de Maynes, dans les monts d'Orb. Fouillée entre 1979 et 1983, elle était aménagée au sommet d'une halde de 2000 m², et date du début du I^{er} s. de n. è. Les vestiges mis au jour se composaient d'un cône de sable composé de plusieurs strates et de 10 m de diamètre environ, au centre duquel se trouvait un massif compact formé de pierres scellées. Ce massif servait d'assise à la *meta* d'un moulin en granit, mesurant 0,80 m de diamètre et retrouvée quelques mètres en contrebas du dispositif (Landes 1989b : 227). Les restes d'un bassin ont été identifiés à proximité. Le fond était couvert d'une dizaine de fines couches de sable et de limon (Gourdiolle 1989 : 15). Ces éléments, et la présence de fragments de canalisation en bois, vestiges possibles d'un sluice, incitent les fouilleurs à placer à Maynes une installation d'enrichissement du minerai par concentration gravimétrique (Landes 1989a : 102 ; 1989b : 227).

Les modalités de traitements métallurgiques des minerais de cuivre, plomb et argent mis en œuvre durant l'Antiquité n'ont guère fait l'objet d'une étude spécifique en Languedoc. Les trois sites fouillés avant 2008 ayant livré des indices d'indices d'un traitement métallurgiques des minerais Cu-Ag-Pb sont tous problématiques.

Deux d'entre eux se situent dans les monts de Cabrières. L'un, daté du premier tiers du I^{er} s. de n. è. est constituée d'un mur semi-circulaire bâti sur l'une des bords d'une fosse de 2,30 m de diamètre, dont le comblement était très riche en charbon de bois et en scories. A ces

éléments s'ajoutent des pierres et des *tegulae* scorifiées, des fragments de tuyère et de minerai (cuivres gris), présents en assez grande quantité près de la structure (Gourdiolle, Landes 1998a : 64). Cette structure n'aurait fonctionné qu'une seule fois pour traiter une faible quantité de minerai. Mais l'interprétation de ces vestiges est assez problématique. S'agit-il d'une structure de traitement métallurgique, comme le propose C. Landes en 1989 ou bien d'une structure de grillage du minerai de cuivre, hypothèse avancée dix ans plus tard par R. Gourdiolle et C. Landes ? Les descriptions proposées (Landes 1989a : 110) inciteraient à opter pour la seconde hypothèse, sans réelle certitude toutefois. La présence de tuyères laisse penser que le processus mis en œuvre était plus complexe qu'un simple grillage, à moins que l'on soit en présence d'une structure de grillage sophistiquée⁶⁶.

Le second site est celui de La Tude, déjà signalé (cf. p. 72). Il est daté du début du I^{er} s. de n. è. comme nous l'avons vu dans le sous-chapitre précédent (Houlès 1997). Les vestiges identifiés se composent d'une fosse de 3,50 m x 2,20 m dont le remplissage était constitué de quinze couches formées d'une part de sables et de graviers considérés comme des résidus de broyage du minerai, d'autre part de charbons de bois et des scories produits lors d'activités de grillage ou de fusion du minerai (fig. 23). Le fouilleur distingue deux types de scories : des scories « *lourdes* » contenant des charbons de bois et « *du cuivre* », des scories légères et « *d'un type pâteux* ». Par ailleurs, il note la présence de quelques fragments de grès « *avec traces de coulées de fusion* » et d'une enclume en grès à cupules (Houlès 1997 : 94-95). Sur la base de ces découvertes, N. Houlès propose l'interprétation suivante : « *L'observation du remplissage de la fosse a permis de mettre en évidence une alternance de phases de grillage et de fusion du minerai de cuivre, précédées de phases de broyage-concassage. Si la fonction originelle de la fosse n'a pu être clairement établie (bassin de lavage du minerai ?), son comblement paraît être lié à la vidange d'un four attendant* » (Houlès 1997 : 94).

Cette opération a le mérite de la rareté. La présence d'une enclume en grès similaire à celles trouvées sur les sites miniers régionaux et la découverte de « *scories lourdes* » contenant « *du cuivre* » incitent effectivement à placer sur ce point un traitement minéralurgique (concassage et/ou broyage) et métallurgique du minerai de cuivre. Toutefois, en l'absence d'analyse détaillée de ces déchets, cette description ne permet pas de caractériser précisément le type d'activité pratiquée sur le site (composition des minerais traités, techniques métallurgiques mises en œuvre, nature des productions...).

Enfin, un troisième site pouvant correspondre à une aire de traitement métallurgique des minerais a été identifié dans les années 1960 dans la haute-vallée de l'Orb, lors de la fouille réalisée au sommet de la halde de Mange-Homme (fig. 13 et 14). A la base de la stratigraphie, R. Gourdiolle a identifié « *un lit charbonneux [contenant] des tessons de céramique campanienne A et B* », puis, dans le prolongement de cette couche, à un niveau inférieur à cause de la déclivité du terrain durant l'Antiquité, « *un foyer d'environ 1 m de diamètre [...] « vitrifié » par des scories cuivreuse* ». A proximité immédiate, le fouilleur a recueilli de la céramique ibérique, des tessons d'amphores et des « *débris métalliques (culots et « larmes » de coulées)* » (Gourdiolle 1977 : 76). Les résidus identifiés sur le site se composent de plusieurs fragments de plomb (languettes repliées et résidus de coulées) et d'un total d'environ « *un kilogramme d'un alliage d'antimoine, de plomb et de*

⁶⁶ Le grillage en fosse ne paraît pas être une technique particulièrement efficace, dans la mesure où peuvent se poser des problèmes d'alimentation en oxygène du foyer (Gruner 1878 : II, 93). Dès lors, on ne peut exclure l'utilisation d'une ventilation forcée dans le but de remédier au problème posé par ce mode de grillage.

cuivre ». Parmi ces éléments en alliage figurent (Gourdiolle 1977 : 78-80) :

- « un fragment de plaque épaisse de 18 mm, qui a dû être coulée sur une surface très lisse (tôle de fer ?), le dessus est légèrement granuleux. La densité est de 8,2, la couleur gris-verdâtre en surface, est argentée sur une coupe fraîche,
- un fragment de lingot lenticulaire, à surface inférieure très irrégulière (coulé peut-être dans un moule en pierre). La face supérieure est cordée et striée (comme un dessin de fougères). La densité n'est que de 6,2 (mais il y a certainement des cavités internes), la couleur gris mat en surface, tachée de quelques traces vertes, est d'un gris brillant, ternissant à l'air, sur une coupe fraîche,
- un fragment de lingot qui semble avoir été coulé dans une cupule ; surface plane grenue, densité 7, même couleur que le précédent ».

A l'issue de cette fouille, R. Gourdiolle conclut à la présence sur ce site d'une aire de traitement métallurgique d'un minerai constitué de cuivres gris, en vue de produire de l'antimoine (Gourdiolle 1977 : 82). Cependant, aucune analyse n'est proposée à l'appui de son identification des éléments métalliques recueillis. Qui plus est, sa description du « foyer » est très succincte et ne permet guère de conclure à la nature de l'activité dont il témoigne. Peut-être s'agit-il d'une aire de grillage du minerai de cuivre ? Enfin, on peut émettre des doutes au sujet de la production de ce site. Certes, la stibine, le principal minerai d'antimoine, est connue durant l'Antiquité (Pline l'Ancien, *Hist. Nat.* : XXXIII, 101), mais son usage semble être resté très limité⁶⁷. On peut émettre plutôt l'hypothèse d'une production de cuivre, voire de plomb ou d'argent, sans réelle certitude.

Outre ces trois sites, des déchets métallurgiques paraissent avoir été régulièrement découverts à proximité des sites miniers de la bordure sud-orientale du Massif central⁶⁸. Néanmoins, la localisation exacte, la morphologie et la composition de ces éléments sont rarement précisées, les rares données publiées pouvant d'ailleurs être problématiques. Ainsi, les scories identifiées sur le site métallurgique de Bournac (monts d'Orb), datés de la période tardo-républicaine, correspondraient à des déchets « issus d'un four de réduction d'un minerai sulfuré riche en cuivre » (Léchelon 2011 : 248-249). Mais l'auteur n'avance aucun élément pour justifier cette hypothèse. A une cinquantaine de mètres d'une des entrées de la mine de Bouco-Payrol, le même chercheur a identifié un second site métallurgique (site du Pélissou), associé à un mobilier céramique des II^{ème} ou I^{er} s. av. n. è. Certains des déchets de traitement prélevés sur le site, correspondant à « des scories de fusion et des fragments de paroi scorifiée du creuset [ayant traité le minerai] » ont fait l'objet d'une série d'analyses à la microsonde électronique (F. Tollon, Laboratoire de Minéralogie de l'Université de Toulouse 3 - Paul Sabatier). Les résultats obtenus ont permis d'identifier « un fragment de paroi scoriacée de creuset ayant traité des minerais à cuivres gris sulfurés de Cu, As, Sb et Ag, dans une gangue barytique » (Léchelon 1997 : 174). On peut toutefois regretter l'absence de description détaillée des déchets recueillis et des données analytiques

⁶⁷ Quelques objets en antimoine sont connus dans des contextes protohistoriques. Durant l'Antiquité, le minerai d'antimoine était utilisé à des fins médicales, et, comme la galène, servait à noircir le contour des yeux (Ramin 1977 : 187).

⁶⁸ « Les traitements chimiques sont suggérés par la présence scories sur presque tous les lieux d'extraction et par la découverte de fragments de sols vitrifiés » (Barruol, Gourdiolle 1982 : 79).

(Léchelon 1997 : 174 ; Léchelon 2011 : 249).

Par ailleurs, les auteurs signalent ponctuellement la découverte de lingots de cuivre ou d'argent près de mines d'époque tardo-républicaine, augustéenne ou antique *s.l.* du Lodévois et des monts de Cabrières ou sur des habitats voisins (Landes 1989a : 102 ; Mauné 1998a : 232-233). Toute la difficulté est alors d'établir un lien direct entre l'activité minière et ces vestiges. A cette incertitude s'ajoutent parfois des problèmes d'ordre sémantique, le terme de lingot pouvant désigner en vérité des éléments de nature très différentes d'un auteur à l'autre.

Ce bilan met clairement en évidence le caractère disparate et parfois contradictoire des données disponibles sur la question des modalités de traitement des minerais de cuivre, plomb et argent. Dans ces conditions, on ne sera pas surpris de constater que la chaîne opératoire protohistorique ou antique du cuivre, du plomb et de l'argent reste particulièrement mal connue en Languedoc occidental.

Cette situation n'est pas propre à la région. A l'échelle de l'ensemble du territoire français, aucune étude spécifique, fondée sur une double approche archéologique et archéométrique des structures ou des déchets de traitement, n'a été menée sur ces questions pour la période qui nous occupe ici. Ce n'est qu'en élargissant notre champ de vision dans l'espace – continent européen – et dans le temps – du Chalcolithique au Moyen Âge – que l'on peut obtenir des éléments de compréhension, grâce aux recherches réalisées en particulier sur la métallurgie des non-ferreux au Chalcolithique, à l'âge du Bronze et l'époque médiévale en France (Ambert 1998 ; Ambert *et al.* 2009 ; Téreygeol 2000 ; Burger 2008 ; Mahé *et al.* 2010), ou son pendant protohistorique et antique dans la péninsule Ibérique, en Grande-Bretagne, dans l'aire alpine (Mittelber, Trentin...) et dans la partie orientale du bassin méditerranéen (Pernicka *et al.* 1985 ; Bachmann, Rothenberg 1980 ; Rothenberg *et al.* 1986 ; Kassianidou 2003 ; Hauptmann 2007 : 242-254 ; Renzi *et al.* 2009).

Mais, comme nous l'avons constaté lors de la rédaction du sous-chapitre 2.1.3 (cf. p. 64), le dépouillement de cette bibliographie peut parfois laisser dubitatif, tant les restitutions des processus proposées dans la documentation peuvent varier en fonction des minerais et de la nature des productions envisagées d'une part, des périodes d'activité d'autre part. En outre, en raison de la rareté des ateliers de traitement de l'âge du Fer et de la période romaine effectivement étudiés, de nombreux points paraissent faire encore débat, ce qui n'est pas pour simplifier les choses. Enfin, dans l'optique d'une approche comparative, on se heurte à d'évidents problèmes de non-contemporanéité des vestiges étudiés, qui tendrait dès lors à oblitérer le caractère évolutif des techniques de traitement.

De ce tableau assez sombre découlent plusieurs questions qui concernent plus spécifiquement notre espace d'étude. Que sait-on, en particulier, des modalités de traitement des minerais sulfurés Cu-Ag de type cuivres gris, largement présents sur l'ensemble de l'aire étudiée, voire prédominants dans certains secteurs tels que les Corbières ? Presque rien, pour ainsi dire. Dès lors, il n'est guère possible de caractériser clairement la nature des métaux produits à partir de ces minerais. Or les minéraux de la famille des cuivres gris (séries tétraédrite-tennantite et tétraédrite-freibergite) constituent une source d'argent potentiellement importante en raison de leurs teneurs en argent : de 0,4-2 % en moyenne dans le cas de la tétraédrite argentifère à 18 % (freibergite) voire plus (argentotennantite, pouvant dépasser 40 %).

Dès lors se pose la question d'une éventuelle production d'argent à partir de ce type de minerai. Nous ne disposons guère comme témoignage sur la nature des métaux produits à partir des minerais non-ferreux que des tessères découvertes à Lascours. Sur ces objets figure le nom d'une société exploitant des mines d'argent dans la haute vallée de l'Orb, où se concentrent des gisements minéralisés en galène et cuivres gris. En revanche, d'un point de vue strictement technique, le silence est total sur ces productions. A titre exemple, aucun déchet caractéristique d'une métallurgie de l'argent (litharge...) ne semble avoir été découvert dans les zones de production languedociennes présentées plus haut. La seule présence d'argent dans du minerai identifié sur un site de traitement ou dans des déchets métallurgiques ne signifie en aucun cas que ce métal a été effectivement produit. A nos yeux, la détermination de la nature des métaux obtenus à partir des minerais sulfurés Cu-Ag, par le biais d'une meilleure caractérisation des processus de traitement de ces minerais revêt pourtant une importance capitale. Celle-ci dépasse le simple cadre technique, et la mise en lumière d'une chaîne opératoire encore très mal connue à l'échelon continental, pour en définitive, mieux définir les potentialités argentifères offertes par le Languedoc occidental.

2.3.3. Evaluation de la production et essais de classement

Le troisième point qu'il convient d'aborder dans ce bilan concerne les essais d'évaluation de la production métallique et de classement des entreprises minières et métallurgiques.

L'évaluation de la production : des critères subjectifs à l'estimation chiffrée

En contexte minier, l'évaluation de l'ampleur d'une intervention à une époque donnée implique une détermination claire phasage chronologique de l'activité afin de distinguer clairement les interventions antiques des travaux antérieurs ou postérieurs, doublée d'une bonne discrimination des travaux de recherche et des opérations d'exploitation proprement dites. Or, aucune approche de ce type n'a été réalisée en Languedoc occidental jusqu'en 2008, exception faite de l'étude de Pioch-Farrus IV. Toutes les tentatives d'évaluation de l'ampleur de l'activité minière reposent avant tout sur des critères subjectifs et non pas sur une estimation chiffrée. Certes, certains phénomènes peuvent être jugés assez significatifs, au premier rang desquels la large distribution du mobilier antique dans certaines zones minières, sur laquelle nous reviendrons dans la seconde partie de cette thèse. Mais aller au-delà de ce constat est souvent plus délicat.

La seule tentative d'évaluation de la production à partir de données chiffrées a été réalisée dans la Montagne Noire. Elle repose sur plusieurs critères définis à la suite d'une triple approche archéologique, archéométrique et expérimentale. Les évaluations se sont appuyées sur les résultats des expérimentations paléosidéurgiques réalisées depuis 1991. Impliquant une étude archéométrique comparative de minerais, scories et autres résidus « archéologiques » et « expérimentaux », elles ont permis notamment d'évaluer les quantités de déchets et de métal produits lors d'une opération de réduction (Jarrier 1993 : 98 ; Jarrier *et al.* 1995 ; Jarrier *et al.* 1996). L'inventaire mené entre 1998 et 2002 sur une partie du versant sud de la Montagne

Noire a été couplé quant à lui à une évaluation du volume de scories présent dans une partie des concentrations de scories inventoriées a mis en évidence la prédominance des ferriers inférieurs à 1000 m³, présents sur l'ensemble du massif. Au sein même de cette catégorie, certains amas de scories mesurent tout au plus quelques dizaines de mètres cubes (Sablayrolles 1989a : 75 ; Decombeix *et al.* 2004 : 14). Les ferriers atteignant quelques milliers de mètres cubes sont en revanche plus rares, mais restent tout de même présents dans les différents bassins étudiés (Alzeau, Linon, Dure, Orbiel...). En revanche, quelques ferriers se distinguent par leurs dimensions exceptionnelles, dépassant plusieurs hectares de superficie et plusieurs mètres d'épaisseur. Il s'agit d'une part des gros amas identifiés dans le bassin supérieur de la Dure (Grand Ferrier au domaine des Forges, Laprade-Basse et La Bertrand) dont le volume de scories dépasse 100 000 m³ dans les deux premiers cas, et vraisemblablement 50 000 m³ dans le dernier, d'autre part des ferriers de dimensions similaires du Co d'Espérou, de Camp Naut et de Carreleit, dans le bassin de l'Alzeau (Sablayrolles 1989a : 75 ; Decombeix *et al.* 1998 ; Decombeix *et al.* 2001b ; Decombeix *et al.* 2004 : 14). Le croisement de l'ensemble de ces informations a permis à l'équipe toulousaine de proposer une estimation quantitative de la masse de fer produite (80 000 t de fer pour près de trois siècles d'activité). Celle-ci, toutefois, n'est pas sans poser problème, en raison de la difficulté d'estimer avec précision le volume de scories constituant les ferriers, *a fortiori* par le biais d'observations de surface. De plus, la marge d'incertitude particulièrement élevée des estimations peut entraîner une importante disparité dans les calculs.

Problèmes de classification et de typologie des zones de production

La caractérisation économique des zones de production est le prolongement logique des essais d'évaluation quantitative des productions métalliques. En Languedoc occidental, les deux approches menées en ce sens depuis une vingtaine d'années ont uniquement concerné la production de fer. Elles tiennent compte exclusivement des sites de réduction.

L'une repose sur la classification des zones de production établie en 1992 par M. Mangin *et al.* lors de l'étude de la sidérurgie antique du Morvan-Auxois (Mangin *et al.* 1992 : 228-231). Elle s'appuie sur les catégories définies en 1983 par H. Cleere dans son classement des principales régions sidérurgiques de l'Occident romain (Cleere 1983 : 106-113). Ces zones sont désignées par le terme de district, par analogie avec le mot employé pour désigner certaines régions productives de l'Empire, en particulier les provinces danubiennes, sans préjuger du statut juridique du territoire englobé dans ce district, ni de celui de la production et de ses travailleurs. La classification proposée par M. Mangin *et al.* tient compte en premier lieu de l'extension de l'espace sur lequel s'inscrivent les districts⁶⁹ et de manière secondaire le nombre de sites de réduction qu'ils comprennent. Elle prend comme référence les zones de production antiques connues au début des années 1990 en Europe occidentale, Europe Centrale et Europe du Nord. Trois niveaux ont été définis (fig. I-15) :

⁶⁹ Cet espace est défini en tenant compte, comme dans la zone de production antique du Weald, dans le sud-est de l'Angleterre (Cleere, Crossley 1985), des limites extrêmes de la zone où se trouvent les sites de réduction inventoriés (Mangin *et al.* 1992 : 14).

District majeur	espace couvrant plus de 1000 km ² comprenant plusieurs centaines de sites.
District intermédiaire	espace de quelques centaines de kilomètres carrés et quelques centaines de sites.
District mineur	espace de moins de 100 km ² comportant quelques dizaines de sites.

Fig. I-15 : proposition de classement des zones sidérurgiques antiques (Mangin *et al.* 1992 : 228-231).

Si l'on suit cette classification, la Montagne Noire, avec ses deux-cent trois sites distribués sur 200 km² entrerait dans la catégorie des districts intermédiaires (Fabre, Coustures 2005 : 300). Or, l'ampleur de la production développée dans le massif (pour rappel, 80 000 t de fer sur près de trois siècles d'activité), et l'existence de ferriers parmi les plus imposants du territoire gaulois font au contraire de la Montagne Noire l'une des principales zones de production de la Gaule. Les limites de cette classification, qui ne tient pas compte du volume de déchets métallurgiques produits sur les sites de réduction, apparaissent ici clairement.

Plus récemment, G. Pagès a proposé une autre typologie des entreprises sidérurgiques à partir des données disponibles en Gaule méditerranéenne. Il établit une double distinction production dispersée/production concentrée et atelier isolé/district/centre/complexe (Pagès 2008 : I, 28-31). Cette classification repose sur l'unité métallurgique élémentaire, comprenant les aménagements de base nécessaires à la transformation du minerai en métal : le bas-fourneau, associé à une zone de rejet des déchets, le ferrier, et éventuellement à un foyer d'épuration, des réserves de charbon de bois, une aire de préparation du minerai et des zones d'extraction (?). L'objectif de cette classification, comme le précise bien G. Pagès, est de « *transcrire les modifications apportées [à cette unité] pour accroître et/ou pérenniser l'activité* », en distinguant les moyens de production adoptés en ce sens (fig. I-16 et I-17) (Pagès 2008 : I, 28).

Le mérite revient à G. Pagès d'avoir tenté de dépasser la simple distinction entre districts majeurs, intermédiaires et mineurs, en tenant compte des modes de production. Néanmoins, peut-on réellement distinguer un « district » constitué d'ateliers isolés d'un « complexe » regroupant plusieurs « centres », le complexe considéré par G. Pagès désignant le groupe de vastes ferriers de plusieurs hectares de la Montagne Noire (Co d'Espérou, domaine des Forges, Camp Naut, Carreleit, Laprade-Basse) ? Au-delà des problèmes sémantiques que posent les termes utilisés, ceux-ci désignent une même entité, en l'occurrence une zone de production telle qu'elle a été définie plus haut (cf. p. 71). Or, rappelons que 70 % des sites de réduction demeurent non datés dans la Montagne Noire⁷⁰. On ne peut donc définitivement exclure l'existence de petits ateliers contemporains des grands centres de la Montagne Noire. Si cette hypothèse se confirmait, la construction proposée ci-dessus deviendrait caduque, dans la mesure où elle ne traduirait plus une réalité historique et économique. Dès lors, il faudrait envisager un système plus complexe dans lequel, à côté d'une production de masse, se maintiendrait une activité plus éclatée, obéissant à des modèles économiques et techniques distincts.

⁷⁰ Tandis que 53 des 200 sites de réduction identifiés dans le Morvan-Auxois jusqu'en 1992 ont livré des éléments de datation (Mangin *et al.* 1992 : 218-219).

moyens de production sidérurgique dispersés	atelier isolé	unité élémentaire (bas-fourneau, ferrier + foyer d'épuration, aires de travail)	<ul style="list-style-type: none"> - faible production - séquence de production courte
	district	regroupement d'ateliers de réduction isolés dans une unité topographique caractérisée par la présence importante de minerai(s) de fer	<ul style="list-style-type: none"> - subdivision établie en fonction de la durée (district sidérurgique chronique/district sidérurgique conjoncturel) ou de la « quantité » (petits districts, districts moyens, grands districts)
moyens de production sidérurgique concentrés	centre	unité élémentaire renforcée de manière à accroître ses possibilités de production	<ul style="list-style-type: none"> - production de manière continue et dans une « perspective durable » - capacité productive importante et limitative - fixité topographique - démultiplication et concentration des infrastructures sidérurgiques en un même lieu (bas-fourneaux en batterie, aménagements connexes liés au stockage et au traitement des minerais ou du fer produit) - main d'œuvre importante - bâtiments occupés par l'autorité contrôlant le centre
	complexe	regroupement de plusieurs centres	<ul style="list-style-type: none"> - faible nombre de centres en raison du caractère limitatif de la production de ces derniers - mise en œuvre de moyens de production concentrés et diversifiés - entreprises entretenant de nombreux rapports (entente ? autre relation ?)

Fig. I-16 : synthèse de la typologie des entreprises de réduction directe proposée dans Pagès 2008 : 27-

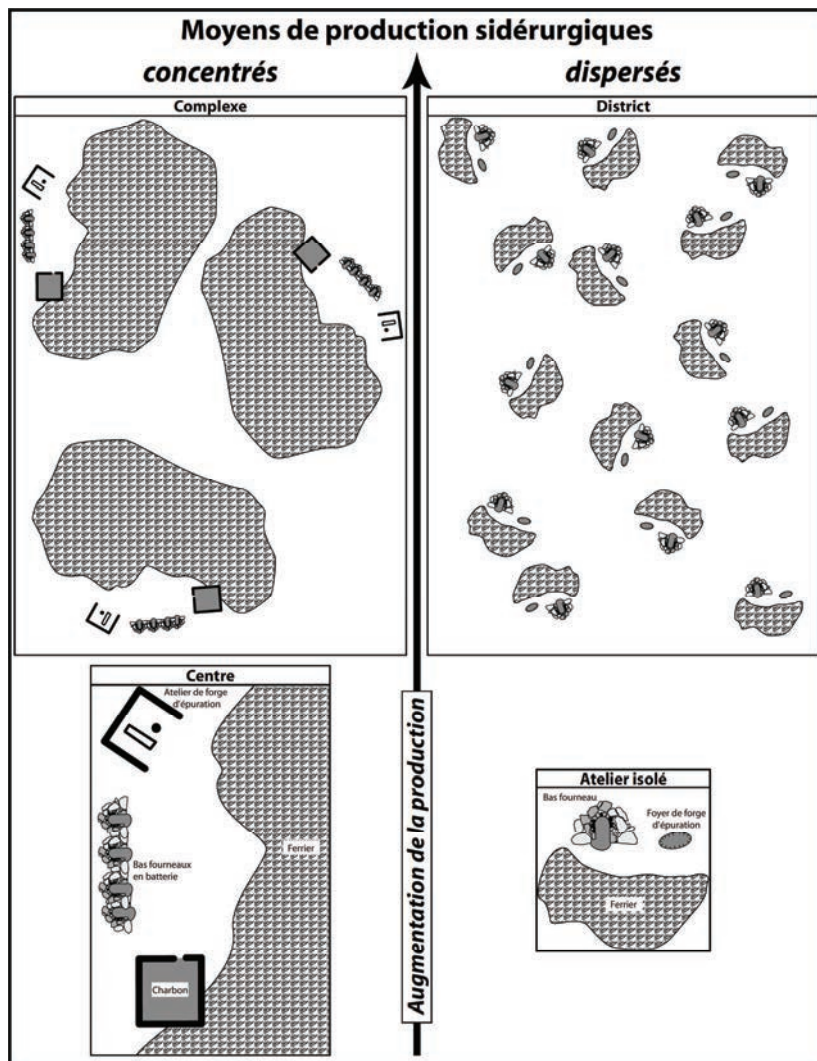


Fig. I-17 : représentation graphique de la typologie des entreprises de réduction directe proposée dans Pagès 2008 : 27-31.

Par ailleurs, le niveau de concentration spatiale des sites de production ne peut être estimé de manière exhaustive, *a fortiori* dans les massifs méditerranéens. De nombreux biais naturels ou méthodologiques sont susceptibles d'empêcher le recensement des sites de production ayant effectivement existé dans la zone considérée.

Enfin, toute la difficulté est de cerner précisément le mode de production dont relèvent les sites d'extraction et de traitement des minerais. Cette approche fait appel à des concepts (production domestique, artisanale ou manufacturière/proto-industrielle/industrielle) dont la détermination repose sur un ensemble de paramètres (chronologie, durée d'activité, techniques mises en œuvre, ampleur et organisation de la production...), difficiles à caractériser avec précision par l'archéologie. C'est plus particulièrement vrai dans le cas de prospection ou de sondages, les interventions prédominantes depuis cinquante ans en Languedoc occidental.

Même dans le cas des sites les mieux connus, les modes de production ne sont pas totalement clarifiés. Au domaine des Forges, les techniques sidérurgiques mises en œuvre et l'organisation des moyens de production étudiés depuis 1972 tendaient effectivement vers une optimisation de l'activité et une production massive de fer. Fondamentalement excédentaire,

celle-ci était orientée vers le profit et l'échange, notamment à longue distance. L'ampleur de l'amas de scories du Grand Ferrier imprimait clairement la marque de ce mode de production dans le paysage avant sa destruction. Ces caractéristiques, entre autres, sont en adéquation avec la définition de la production manufacturière proposée par A. Gorgues : une production de masse, le dégagement de la valeur ajoutée la plus élevée possible, impliquant la production la plus forte possible, une fragmentation de la chaîne opératoire et la mise en place d'une « *chaîne hiérarchique* » au sommet de laquelle se place le propriétaire de l'outil de production. La production manufacturière désigne alors le « *degré de rationalité dans l'organisation de la production le plus élevé que l'on puisse constater sans l'intervention de la machine-outil, seuil au-delà duquel on rentre dans le cadre de la production industrielle* » (Gorgues 2010 : 43)⁷¹. Dans ces conditions le site du domaine des Forges entre clairement dans la catégorie des centres sidérurgiques, telle que définie par G. Pagès (Pagès 2008 : I, 30).

Cependant, force est de constater que même le centre du domaine des Forges, n'est en définitive connu que très partiellement. Il a en effet été en partie détruit avant le démarrage des fouilles en 1972, qui n'ont elles-mêmes concerné qu'une partie (un espace d'environ 100 x 150 m, partiellement étudié) de la superficie initiale du site (plus de 4 ha). Les moyens de production identifiés datent tous du I^{er} s. av. n. è., et la masse de scories visible autrefois sur le site était le fait d'une activité certes inscrite dans la durée (près de trois siècles), mais qui paraît avoir connu plusieurs phases de production, entrecoupées de temps faibles voire de temps morts. Peut-on être certain, dans ces conditions, qu'une activité de type proto-industriel s'est maintenue sur le site durant la totalité de ces trois siècles ? Si oui, a-t-elle toujours suivi le même schéma ?

Ces quelques remarques mettent en lumière les difficultés que rencontrent encore aujourd'hui les essais de classification des zones de production et des entreprises minières et métallurgiques. Ils ne semblent pas suffisamment tenir compte des biais méthodologiques engendrés par les méthodes de recherche mises en œuvre, la difficulté de dater les sites d'extraction ou de traitement des minerais (cf. p. 131) et plus généralement le caractère souvent disparate de la documentation.

La zone de production est avant tout un phénomène inscrit dans le temps long, dont la temporalité nous apparaît aujourd'hui de manière parcellaire. Cette diachronie fragmentée ne doit jamais être perdue de vue, au risque d'établir des distinctions artificielles qui n'ont pas lieu d'être, de simplifier d'autant l'organisation de la production, de créer une impression d'unité en complet décalage avec les réalités historiques et susceptible d'entraîner des raccourcis et des interprétations économiques défaillantes. L'identification au sein des zones de production

⁷¹ Dans le cadre d'une réflexion plus générale sur l'économie du métal avant l'époque moderne, T. Stöllner emploie les termes anglais d'*industrial/industry*, pour désigner « *a process that embraces early investing structures, a producing concept widely used and technically advanced, with spatial concentration and massive consequences for regional economy, social systems and the environment. This phase is always connected with a congruent demand for raw materials and products* » (Stöllner 2003 : 433). Pour K. Dark, enfin, « *proto-industrialization is the situation in which long-standing crafts-working practices are coordinated to undertake mass-production aimed at long-distance trade. Proto-industrial economies are, therefore, « industrializing » – in that they mass-produce for distant markets, but have not experienced an « Industrial Revolution ». They lack centralised factories and use no new technology, relying on the collective efforts of many small-scale workshops and « traditional » manufacturing practices to produce standardised goods* » (Dark 2001 : 20).

d'ensembles de sites dont le fonctionnement s'inscrit dans un même cadre chronologique et économique, voire politique, peut être tentée. Mais l'argumentation doit avant tout reposer sur des critères d'ordre chronologiques, topographiques et économiques correctement caractérisés pour chacun des sites de l'ensemble envisagé.

2.3.4. L'organisation socio-économique de la production

Le dernier volet important à aborder dans le cadre de ce bilan concerne l'organisation socio-économique de la production métallique. Dans ce domaine, les éléments de réflexion les plus intéressants ont été découverts sur l'habitat groupé de Lascours, dans la haute vallée de l'Orb.

Lascours et la Societas Argentofodinarum Rotenorum

L'étude du site de Lascours a été reprise dans les années 1970 puis 1980 par R. Gourdiolle et C. Landes, près d'un demi-siècle après les premières fouilles de J. Brunel. La chronologie du site, fouillé sur 2000 m² (fig. 24) et situé au cœur de la zone minière des monts d'Orb, à proximité de mines antiques, est précisée lors de ces recherches.

Une phase ancienne est placée à la fin du II^{ème} s.⁷² correspond à la formation de l'agglomération. Celle-ci est organisée autour d'une rue principale et semble alors dotée d'un cœur monumental, non localisé par les fouilleurs, mais dont subsistent quelques éléments architectoniques. Parmi ceux-ci, un chapiteau dorique ou toscan dont le profil rappelle des chapiteaux italiens du II^{ème} s. av. n. è. (Gourdiolle, Landes 1998a : 58). L'implantation du site en fond de vallée expose le village à des problèmes de crues et plus généralement d'érosion et d'alluvionnement. Cette situation pourrait expliquer le soin particulier porté au système d'évacuation des eaux pluviales.

Au cours d'une seconde phase, dite « classique » et datée du I^{er} s. av. n. è. et du début du I^{er} s. de n. è., de nouveaux édifices à couverture de *tegulae* sont édifiés. Il s'agit en particulier de solides bâtiments correspondant sans doute à des écuries ou des entrepôts, et d'un petit établissement thermal, peut-être privatif au vu de ses dimensions (5,40 x 4,75 m). Le système de chauffage identifié dans ce bâtiment est une technique de tradition hellénistique⁷³ antérieure à celle de l'hypocauste sur pillettes. Aux yeux de R. Gourdiolle et C. Landes, « *les thermes de Lastours sont les plus anciens actuellement connus en Transalpine, avec ceux d'Antibes* » (Gourdiolle, Landes

⁷² Chronologie définie grâce en particulier à la découverte de céramique campanienne présente en abondance, des gobelets bi-tronconiques à une anse en céramique catalane grise, des vases de type « sombrero de copa » en céramique ibérique peinte et une série de monnaies de bronze (sept monnaies Longostalètes, une monnaie « volque », plusieurs bronzes de Marseille et une monnaie frappée à Athènes au II^{ème} s. et rarissime en Gaule : face, tête casquée d'Athéna dirigée vers la droite ; revers, Zeus brandissant la foudre ; dans le champ ADE ; en bas à droite, aigle ; Gourdiolle, Landes 1998a : 57).

⁷³ Le système de chauffage est constitué d'une *suspensura* faite de grosses briques et de dalles de schistes, reposant sur des massifs de maçonnerie d'environ 1 m x 1,20 m de sections, espacés de 10 à 15 cm en moyenne, entre lesquels circulait l'air (Gourdiolle, Landes 1998a : 59).

1998a : 57-61 ; Mauné 2000 : 252).

L'existence d'un tel habitat au cœur de la zone minière des monts d'Orb soulève de nombreuses questions. Tout d'abord, quel était son rôle ? Des fragments de minerai et des scories de cuivre et de plomb auraient été découverts sur le site (Gourdiolle, Landes 1998a : 64). Mais aucune structure de traitement métallurgique n'y a été identifiée. Par ailleurs, quatre lourdes meules de type pompéien, taillées vraisemblablement dans de la phonolite téphritique à leucite d'Orvieto ainsi que des meules rotatives en grès local et des blocs-enclumes ont été retrouvées sur le site (Domergue *et al.* 1997 : 54 ; Gourdiolle, Landes 1998a : 60). L'hypothèse d'une utilisation de certaines de ces meules pour le broyage du minerai non-ferreux a été émise en raison de la présence sur l'un des *catilli* de stries d'usure larges et profonds « *témoignant du broyage de minerai et non de céréales* » (Gourdiolle 1989 : 16 ; Domergue *et al.* 1997 : 56-57). Néanmoins, aucune aire de concassage/broyage n'ayant été trouvée sur le site malgré l'ampleur de la surface fouillée, il n'est pas certain que ce *catillus* ait été utilisé sur place. De fait, à ce jour, aucun élément ne permet de placer à Lascours une production métallique.

En revanche, il est clair que ce site a un lien avec l'exploitation des gisements miniers des monts d'Orb. Ce lien est illustré par l'identification d'un ensemble d'objets manufacturés en plomb et en alliage cuivreux étudiés par G. Barrauol et R. Gourdiolle au début des années 1980 et en partie réexaminés par la suite (Barrauol, Gourdiolle 1982 ; Gourdiolle, Landes 1998a : 61).

Il s'agit tout d'abord d'un lot de neuf masses de plomb de forme régulière (cylindres, troncs de cône, troncs de pyramide, prismes rectangulaires) et de six petits pesons en plomb munis d'un trou de suspension (50 x 10/18 mm ; ép. 6 mm) (fig. 26). L'hypothèse de G. Barrauol et R. Gourdiolle (éléments ayant pu servir de poids) est tout à fait recevable. Malheureusement, les deux auteurs ne précisent pas les poids respectifs de ces objets. D'autre part, quatre plaquettes rectangulaires, de petites dimensions (33 x 27 mm ; ép. 2/4 mm) ont été découpées dans des plaques de plomb et légèrement martelées sur leur tranche. Un petit trou circulaire (2/4 mm) percé près de l'un des petits côtés semble avoir été destiné à enfiler une cordelette. Deux de ces plaquettes portent deux lettres capitales en relief (SR), sur lesquelles nous reviendrons (fig. 27). Il s'agirait des étiquettes destinées à sceller des sacs (Barrauol, Gourdiolle 1982 : 84).

Enfin, une trentaine de tessères complètent la liste. Elles ont été découvertes sur l'ensemble du site, lors des différentes campagnes de fouille réalisées entre les années 1930 et 1980. Fabriquées en plomb, mais aussi, dans quelques cas, en alliage cuivreux, elles correspondent à des disques d'environ 2 à 3 cm de diamètre, souvent épigraphe et figurés sur les deux faces. Ces éléments auraient été fabriqués sur place, les auteurs appuyant leur hypothèse sur la découverte de déchets, toutefois non précisément décrits. L'étude de vingt-neuf tessères a permis de distinguer quatre types principaux, auxquels s'ajoutent deux autres types identifiés au milieu des années 1980 (fig. I-18 et fig. 28-31) (Barrauol, Gourdiolle 1982 : 84 ; Gourdiolle, Landes 1998a : 61).

Les dessins anthropomorphes semblent représenter des divinités, en particulier Minerve (personnage casqué), Jupiter (personnage tenant un foudre) et Mercure (personnage portant un pétase à ailerons). Les outils, quant à eux, ont été associés sans doute avec raison au travail de la mine et à celui du métal (Barrauol, Gourdiolle 1982 : 89 ; Gourdiolle, Landes 1998a : 61). L'interprétation des « constructions » visibles sur les types I et II est en revanche nettement plus délicate. G. Barrauol et R. Gourdiolle proposent d'y voir un four de grillage ou de réduction des

minerais. Cette hypothèse a été largement discutée, notamment par J.-R. Maréchal, R.F. Tylecote (Barruol, Gourdiolle 1982 : 91) et A. Soutou (Soutou 1984 : 8-9), ce dernier interprétant cette figure comme une hotte en vannerie permettant de transporter le minerai dans la mine. A vrai dire, l'état de conservation de ces tessères et surtout la méconnaissance de l'échelle de ces « constructions » ne permet pas d'être affirmatif dans ce domaine, et rien ne permet d'exclure une autre interprétation sans aucun rapport avec l'activité minière et métallurgique.

Type	Nombre	Droit	Revers
I	9	<p>iconographie : « construction » en forme de tronc de cône aux parois lisses ou couvertes de croisillons ; la base présente six petites ouvertures sous arcades ; la partie supérieure est crénelée ; sur certaines pièces apparaît une contremarque en creux en travers de la construction (petit rectangle dont un des longs côtés est convexe, il s'agirait d'un dauphin selon R.G. et C.L.) ; grènetis en relief à la périphérie de la tessère.</p> <p>légende : légende épigraphique en bordure, pratiquement indéchiffrable (10 à 13 lettres), identique sur 4 pièces.</p>	<p>iconographie : maillet emmanché au centre, pinces à droite, pièce conique pointue (coin, pointerolle sans manche ?) à gauche ; grènetis en relief en périphérie.</p> <p>légende : IN RUT ARC[...].</p>
II	2	<p>iconographie : « construction » en forme de pyramide tronquée, aux parois couvertes de stries parallèles disposées sur quatre registres superposés et différentes du type 1 ; la base présente des arcatures plus nombreuses et plus étroites.</p> <p>légende : aucune légende observée sur le seul exemplaire net.</p>	<p>iconographie : proue de navire et gouvernail.</p> <p>légende : quelques lettres peu lisibles.</p>
III	6	<p>iconographie : personnage en pied, nu, marchant à gauche ; dans un cas, le personnage porte un pétase à ailerons ; sur un exemplaire, la tête du personnage semble casquée ; sur un autre exemplaire, le personnage tient un foudre (?) de sa main droite (Jupiter ?).</p> <p>légende : ROT (3 ex.)</p>	<p>iconographie : quadrupède muni de cornes – un taureau ? – s'avancant à droite.</p> <p>légende : SOC ARC (2 ex.)</p>
IV	1	<p>iconographie : croix à six branches en forme d'étoile ; 4 petites boules en relief dans les quatre cantons de la croix.</p> <p>légende : SS</p>	<p>iconographie : quadrupède muni de cornes – un taureau ? – s'avancant à droite.</p> <p>légende : SOC ARC (2 ex.)</p>
V	?	face lisse	
VI	?	iconographie : Personnage casqué, outils.	

Fig. I-18 : tableau de synthèse des légendes et représentations figurées représentées sur les tessères de Lascours.

En revanche, les légendes fournissent de précieuses informations aidant à la caractérisation de la nature de l'occupation. G. Barrauol et R. Gourdiolle les développent comme suit (fig. I-19) (Barrauol, Gourdiolle 1982 : 90) :

Type	Légende développée
Plaquettes (SR)	<i>S(ocietas) R(utenensis) / S(ocietatis) R(utenensis)</i>
IV	<i>S(ocietas) S(egodunensis)</i>
III / IV	<i>Soc(ii) Arg(entarii) / Soc(ietatis) arg(entariorum) / Soc(iorum) arg(entariorum)</i>
III	<i>Rot(eni)</i>

Fig. I-19 : Proposition d'interprétation des légendes figurant sur les tessères de Lascours d'après Barrauol, Gourdiolle 1982 : 90.

Par la suite, un nouvel examen des tessères à la loupe binoculaire en lumière rasante a permis de compléter le corpus (fig. I-20) (Gourdiolle, Landes 1998a : 61).

N° inventaire	Légende développée
inv. 01, 05, 12	<i>[Ar]gento fodinae</i>
inv. 03	<i>Soc(ietas) arg(ento) f(odinarum)</i>
inv. 11	<i>Arg(ento fodinae) Rot(enorum)</i>
inv. 09	<i>Soc(ietas) arg(ento fodinarum) / Rot(enorum)</i>
inv. 13	<i>S(ocietas) R(utenorum)</i>
inv. 05	<i>[Ar]gento fo[dinae] / in Ruta[enis]</i>

Fig. I-20 : Proposition d'interprétation des légendes figurant sur les tessères de Lascours (d'après Gourdiolle, Landes 1998a : 61).

Malgré quelques voix discordantes quant au développement de certaines légendes (Soutou 1984 : 8-9), ces propositions ont été largement acceptées dans l'ensemble (Mauné 2000 : 251 ; Domergue 2008 : 194). Ces légendes incitent à identifier une *societas argentofodinarum Rotenorum*⁷⁴, une *société des Mines d'Argent Rutènes*, actives dans les monts d'Orb au début du I^{er} s. av. n. è. et peut-être avant, si l'on en croit la datation proposée pour une tessère portant la légende *Soc(ietas) Rut(enorum)*, découverte dans le remblai de la terrasse centrale réalisée dans le premier tiers du I^{er} s. av. n. è. (Gourdiolle, Landes 1998a : 61). Des éléments de comparaison sont bien connus en péninsule Ibérique, où une longue liste de noms de sociétés minières peut être dressée, dans laquelle figurent notamment la *societas argentariarum fodinarum Montis Ilucronensis Galena*⁷⁵ connue à la fois par une inscription figurant sur un lingot de plomb repêché dans le Tibre à Rome et par des lingots estampillés *Societ(as) Mont(is) Argent(arii) Ilucr(onensis)* découverts dans le district minier de Mazarrón, près de Carthagène (Domergue 2008 : 194 ; Rico 2010 : 397-399). A quoi ces tessères ont-elles servi ? Ont-elles eu un usage commercial, dans le cadre des transactions réalisées par la *societas* et/ou les travailleurs placés sous sa responsabilité ? Ont-elles été utilisées comme une sorte de monnaie à usage local ? Ont-elles pu servir de jetons d'accès à certains services ou certaines structures de l'agglomération ? Des éléments semblables découverts dans

⁷⁴ C. Domergue lit de son côté *Societas Argentifodinarum Rotensium* (Domergue 2008 : 194).

⁷⁵ SOC. ARGENT. FOD. MONT. ILUCR (CIL XV : 7916).

le village de mineurs de la Loba, dans la péninsule Ibérique, posent eux aussi un problème d'interprétation, les fouilleurs ne parvenant pas à caractériser précisément l'usage auquel ces objets étaient destinés (Chaves Tristán, Otero Morán 2002 : 189).

Quoi qu'il en soit, ils fournissent un éclairage singulier sur le site de Lascours. Celui-ci, par sa chronologie haute, l'influence italienne nettement prégnante sur le site à travers les outils utilisés (meules de type pompéien produites dans la région d'Orvieto), le faciès céramique (importance quantitative de la céramique importée) et les éléments architectoniques (chapiteau toscan, utilisation de *tegulae*, certaines portant la marque *SOC* (fig. 25), établissement thermal), et sa situation très enclavée dans la haute vallée de l'Orb, à près de 70 km de la colonie romaine de Narbonne, dénote en effet quelque peu dans le contexte régional du tournant des II^{ème} et I^{er} s. av. n. è. Tous ces indices incitent R. Gourdiolle et C. Landes, à identifier l'installation d'Italiens dans l'agglomération (Gourdiolle, Landes 1998a : 59-60). Cette présence italienne est sans doute liée à l'existence, dans le même secteur, d'une société des mines d'argent rutènes, pour laquelle le site de Lascours a très vraisemblablement constitué un point d'ancrage important, peut-être son quartier général comme le proposent R. Gourdiolle et C. Landes au vu du nombre de tessères retrouvées sur le site.

Cette société était-elle seule à œuvrer dans ce secteur ? L'une des tessères présente une légende *SS*, que G. Barraol et R. Gourdiolle développent en *S(ocietas) S(egodunensis)*, le second terme devant être rapproché du nom de l'agglomération rutène *Segodunum*, l'actuel Rodez. Si l'identification du premier terme ne pose pas de problème, la proposition avancée pour le second terme est en revanche plus hypothétique. Ces deux lettres *SS* semblent tout de même renvoyer à une *societas* distincte de *Societas Argentifodinarum Rotenorum*. S'agit-il d'une seconde société minière ? La légende présente sur le revers de la même tessère, *SOC(...)* *ARC(...)*, apparaît sur d'autres tessères associées à la légende *ROT*. Elle complique donc le problème.

C'est une certitude, les gisements miniers des monts d'Orb ont suscité l'intérêt d'entrepreneurs italiens dès la fin du II^{ème} s. dans la région. La question est de savoir si ce phénomène fut ponctuel où s'il a concerné l'ensemble des gisements du Languedoc occidental ? Par ailleurs, la présence d'Italiens à une date si précoce dans cette région éloignée du littoral soulève la question de la situation politique des monts d'Orb, et plus généralement de la bordure sud-orientale du Massif central, située en périphérie de l'espace sous contrôle romain à l'époque tardo-républicaine. Si cette question peut être étendue à l'ensemble des zones minières languedociennes, toutes situées dans les massifs de l'arrière-pays, elle a dans le cas de la haute vallée de l'Orb une résonance particulière étant donné les problèmes géopolitiques posés par les transformations qui touchent le territoire rutène à l'époque tardo-républicaine, sur lesquels nous reviendrons plus loin (cf. p. 41).

Le cas de la sidérurgie antique de la Montagne Noire

Aucun document épigraphique similaire aux tessères de Lascours n'a été identifié dans la Montagne Noire. Néanmoins, certaines données archéologiques apportent un éclairage singulier sur la situation socio-économique de la sidérurgie antique dans ce massif, tout en aidant à la caractérisation de l'organisation de la production.

Une série d'éléments ne possédant pas de lien direct avec les activités sidérurgiques

permet d'entrevoir les cadres socio-économiques de la production de fer dans deux de ces grands centres, le domaine des Forges et du Co d'Espérou. Ce sont tout notamment plusieurs bâtiments annexes édifiés durant la période impériale et ayant servi d'entrepôts et d'établissement thermal (fig. 32-35) (Pailler *et al.* 1977 : 64 ; Sablayrolles 1989a : 74 ; Domergue 1993 : 260-364). Ces constructions à usage collectif éclairent le cadre dans lequel vivaient les populations sidérurgistes.

Au cours de la première période d'activité du centre métallurgique du domaine des Forges, entre 60 et 30 av. n. è., le nombre de travailleurs intervenant sur le site a été estimé à une centaine d'hommes au minimum. Ce chiffre tient compte du mode de production mis en œuvre, fondée sur l'utilisation d'une batterie de six bas-fourneaux dont le fonctionnement impliquerait selon l'équipe toulousaine la présence d'une quinzaine d'ouvriers, auxquels s'ajouteraient les travailleurs chargés des approvisionnements en matières premières (minerai, combustible, argile...) ⁷⁶ (Decombeix *et al.* 2000 : 35). Accompagnés peut-être de leurs familles, ils formaient alors une véritable communauté partageant les mêmes habitudes culinaires romano-italiennes comme le démontre l'étude du mobilier céramique de cette époque (Gorgues 1998 : 109 ; Domergue *et al.* 2003b : 244). Cette analyse a en effet mis lumière l'usage d'amphores à vin et d'une vaisselle caractéristique, une large ouverture aux importations, un régime alimentaire propre au domaine italien et la présence de graffiti en lettres latines sur la céramique. Dès lors, il semblerait qu'au milieu du I^{er} s. av. n. è., les travailleurs du fer du domaine des Forges, du moins une partie d'entre eux, étaient d'origine italienne ou bien évoluaient dans un cadre italianisé, empreint toutefois de traditions indigènes.

De la question de l'identité des hommes travaillant dans les ateliers des Martyrs découle celle des gestionnaires de l'activité. Un parallèle intéressant peut-être tracé avec le village de Lascours, dans la haute vallée de l'Orb. Faut-il envisager l'existence d'une société minière italienne similaire à la Société des Mines d'Argent Rutènes ? La présence d'Italiens dans le bassin supérieur de la Dure, mais aussi l'importation d'un matériel lourd d'origine italique pourraient effectivement trahir la présence d'une structure typiquement italienne à la tête de la production (Domergue *et al.* 2003b : 244). Néanmoins, la question du statut des entreprises métallurgiques de la Montagne Noire reste donc posée dans la mesure où les données littéraires et épigraphiques font totalement défaut.

⁷⁶ D'après les restitutions proposées à l'issue des expérimentations, quatre servants au minimum auraient été nécessaires pour actionner les dispositifs de ventilation de chaque bas-fourneau classique – en comptant les temps de pause de chacun d'eux – auxquels il faut ajouter un cinquième personnage chargé de l'alimentation en charbon de bois et en minerai. Sur une batterie telle que celle de Montrouch, où six fourneaux ont été identifiés, et dont trois devaient fonctionner simultanément, une quinzaine de personnes devait probablement assurer le fonctionnement de l'atelier (Decombeix *et al.* 2000 : 27). Il faut toutefois rappeler que le protocole auquel obéit le fonctionnement du bas-fourneau classique des Martyrs reste en partie méconnu (Fabre 2004a : 62-63).

2.4. Pour une nouvelle lecture de la production des métaux entre le début du second âge du Fer et la fin de la période romaine

Au terme de la première partie, il convient désormais de mettre en perspective l'ensemble des données proposées dans les pages précédentes. Ce travail permet de définir plus précisément les questionnements qui guideront nos travaux dans la suite de la thèse.

2.4.1. La situation de la production des métaux au second âge du Fer

Les indices témoignant d'une production locale d'objets en fer, en alliages base-cuivre ou en plomb (résidus de fonte, objets usagés ou cassés stockés pour la récupération, outils, foyers...) sont assez régulièrement signalés dans des habitats du Languedoc occidental à partir du VI^{ème} s. Au Cayla de Mailhac, la métallurgie du bronze est attestée par la découverte de nombreux éléments métalliques destinés à la refonte ou d'objets en cours d'élaboration dans des niveaux de la seconde moitié du VI^{ème} s. et de la première moitié du siècle suivant. A Montlaurès, scories, vestiges de forge et moules de fondeurs témoignent de la pratique du travail du fer et du bronze sur le site durant la même période. A Pech-Maho, si les indices d'un travail du bronze sont peu fréquents, les activités de forge comprenant vraisemblablement deux types d'opérations (épuration de loupes de fer et élaboration d'objets) paraissent bien présentes dans certains quartiers de l'agglomération⁷⁷. A Béziers, les niveaux d'occupation d'un secteur de l'agglomération, datés des V^{ème} et IV^{ème} s. av. n. è., ont livré de nombreux déchets de forge (Olive, Ugolini 1998 ; Chazelles 2002 : 481 ; Gailledrat *et al.* 2002 : 128-132 et 182-185 ; Coustures *et al.* 2004 : 449-455).

Le travail du métal – fer et alliages base cuivre – est présent en outre dans les habitats groupés de l'intérieur des terres, notamment sur les habitats de hauteur de la Montagne Noire, des Corbières (moule de fondeur découvert au Roc de Carla à Albas, Solier 1992 : 355), du Lauragais (oppidum de l'Agréable, Villasavary : Ournac *et al.* 2009 : 495) ou sur des habitats groupés situés en périphérie de notre aire d'étude, tels que le site de Puech de Mus (Sainte-Eulalie-de-Cernon, 12) où les activités métallurgiques polymétalliques occupent une bonne place entre la fin du V^{ème} s. et le milieu du IV^{ème} s. et ont atteint un degré de technicité élevé (Gruat *et al.* 2007). Enfin, le travail des métaux a aussi été pratiqué sur des habitats ruraux, si l'on en croit les découvertes réalisées sur le site de *Christol*, à Carcassonne (fin du VI^{ème} s. - milieu du V^{ème} s. av. n. è.). L'activité de fabrication d'objets en fer, qui y a été identifiée – associée au travail du bronze, plus limité – a vraisemblablement dépassé les besoins internes du site, alimentant probablement un « marché » (Ropiot *et al.* 2011).

Des découvertes similaires ont été réalisées dans des horizons des IV^{ème} et III^{ème} s. Ainsi, les derniers niveaux d'occupation de Pech Maho (III^{ème} s.) ont livré de nombreux indices d'une fabrication locale d'objets métalliques, largement dominés par les témoins d'un travail du fer. Un tel phénomène a été observé sur les principaux habitats groupés languedociens occupés aux

⁷⁷ Des résidus métallurgiques ont été identifiés en plusieurs points du site dans des niveaux de la deuxième moitié du VI^{ème} s. et de la première moitié du V^{ème} s.

IV^{ème} s. et III^{ème} s., à l'image du site de Lattes, en périphérie de notre espace d'étude, où la métallurgie des alliages cuivreux paraît bien représentée durant cette période (Feugère 1993 : 54 ; Py, Garcia 1993 : 64-69 ; Raux 1999 : 513 ; Gorgues 2010 : 90 ; Anwar 2010 : 338).

De grands progrès ont été réalisés depuis une vingtaine d'années dans le domaine de l'archéologie du métal, notamment dans la prise en compte des déchets du travail des métaux en contexte d'habitat (Feugère, Serneels 1998a ; Ropiot *et al.* 2011 ; Gailledrat, Solier 2004 ; Gorgues 2010 : 85-151). Néanmoins, les avertissements formulés au sujet de ces activités par M. Py en 1990 à propos du Languedoc oriental (Py 1990 : 157) semblent encore d'actualité. Nombreux, les problèmes que rencontrent la reconnaissance et l'étude de ces activités sont liés notamment à la nature même des indices découverts (déchets largement remaniés) et à la rareté des aires de travail effectivement fouillées. En outre, les orientations suivies par les fouilles d'habitats peuvent être à l'origine de variations importantes, d'un site à l'autre, du taux de représentation des indices d'activité. Ces facteurs, combinés à des phénomènes historiques et économiques (déplacement des aires de travail, évolution de la place occupée par les activités productives au sein des groupes indigènes, variabilité des usages des différents métaux) peuvent biaiser notre perception de ces pratiques⁷⁸.

Néanmoins, d'une manière générale, ces données recueillies sur les habitats languedociens paraissent aller dans le sens d'un essor de ce type d'activité, en particulier du travail du fer, à partir de la deuxième moitié du VI^{ème} s. ou du V^{ème} s. Ce phénomène a été observé par ailleurs dans d'autres régions de Méditerranée nord-occidentale, aussi bien en Languedoc oriental et sur la bordure sud-orientale du Massif central (Py 1990 : 505-512 ; Lebeaupin 1998 ; Rétif 1998 ; Gruat *et al.* 2007 ; Py 2012 [1993]: 159), que dans le Nord-Est de la péninsule Ibérique. Dans cette dernière région, c'est à partir du tournant des VI^{ème}-V^{ème} s. av. n. è., qu'apparaissent les premiers indices clairs d'un travail du fer, cette activité connaissant un palier de développement à la fin de la période considérée ici, dans la deuxième moitié du III^{ème} s. av. n. è. (Rovira 1998 : 72-73 ; Rovira i Hortalà 2012 : 47). La plus grande fréquence de témoins d'un travail du métal en contexte d'habitat à partir de la fin du premier âge du Fer paraît donc s'inscrire dans un mouvement plus large qui voit notamment se développer l'usage du fer en Gaule et en Méditerranée nord-occidentale. Cette évolution a poussé certains chercheurs à identifier là le véritable début de l'âge du Fer « *au sens propre* » (Pleiner 1988 : 180 ; Orengo 2007 : 388 ; Serneels 2007 : 427 ; 2009 : 435-436). Ce phénomène se traduirait au cours des siècles suivants par une généralisation progressive de l'utilisation de ce métal, observée notamment à Lattes. En Gaule, le fer est alors employé non seulement dans les panoplies militaires mais aussi dans l'outillage, en particulier l'outillage agricole, ou le mobilier domestique. Cette extension est très marquée à partir du III^{ème} s., qui voit une croissance significative des rejets de fer dans les habitats de la Gaule, traduisant une augmentation de la masse de fer en circulation (Domergue 2004a : 138 ; Domergue *et al.* 2006 : 139-140 ; Dunikowski *et al.* 2007 : 284-288 ; Orengo 2007 : 388-389 ; Marion 2013 : 364).

Cette dynamique économique n'est pas sans soulever de nombreuses questions, tant en ce qui concerne la nature de l'activité, artisanale ou domestique, les techniques mises en oeuvre et les débouchés de la production que l'approvisionnement en matières premières. Aux yeux de

⁷⁸ Voir sur ce point les observations de L. Orengo au sujet des forgerons arvernes (Orengo 2003 : 213-214).

nombreux protohistoriens, il ne fait guère de doute que les gisements miniers du Languedoc occidental ont alimenté l'économie régionale du métal à l'âge du Fer. Pour D. Garcia, « *dans l'arrière-pays héraultais, la relation habitat/gîte cuprifère/dépôts d'objets et de lingots est établie avec certitude* » au début du premier âge du Fer (Garcia 2003 : 33). M. Py, de son côté, fait une allusion du même type, en notant que « [l'on a remarqué] à *Saint-Saturnin dans l'Hérault, la conjonction du dépôt de Roque-Courbe avec plusieurs habitats contemporains et des gîtes cuprifères, l'ensemble évoquant l'existence d'un véritable centre d'activité métallurgique, qui pourrait illustrer un modèle de structure de production spécialisée* » (Py 2012 [1993] : 159). Dans le cas de l'agglomération de Pech-Maho, une alimentation de ce site en fer des Corbières a été envisagée par Y. Solier et E. Gailledrat, en raison de la proximité géographique de l'agglomération avec les gisements miniers du massif et sa position à l'embouchure de la Berre, qui prend sa source au cœur de la zone ferrifère du massif (Rancoule, Solier 1977 : 32 ; Solier, Gailledrat 2004 : 439 et 448-455). Enfin, M. Py note qu'au IV^{ème} et III^{ème} s., les arrière-pays de l'Hérault et de l'Aude « *montrent également de réelles potentialités agricoles et artisanales (en liaison notamment avec l'activité minière), et purent fonctionner comme de larges zones d'exploitation pour les comptoirs littoraux [...]* » (Py 2012 [1993] : 275). De fait, nombreux sont les auteurs citant les métaux produits dans l'arrière-pays parmi les contreparties proposées par les communautés languedociennes aux produits d'importation méditerranéens en plein âge du Fer (Bouloumié 1989 ; Gailledrat 1997 : 301 ; Gras 2004 : 227)⁷⁹.

Ces rapprochements, reposant en règle générale sur une simple potentialité minière ou une proximité géographique parfois toute relative. Ces arguments ne sont pas sans poser problème étant donné la quasi-absence d'indices d'une production métallique régionale entre le VI^{ème} et le III^{ème} s. (cf. p. 71). Dans les monts de Cabrières, l'une des zones de production les mieux connues – force est de constater l'absence de preuve d'une quelconque mise en valeur des gisements de cuivre et argent durant la période considérée (Ambert 1999a : 395). Dans le bassin supérieur du Dourdou, des indices d'une activité remontant aux IV^{ème}-III^{ème} s. av. n. è. ont été identifiés dans les mines de Bouco-Payrol, de Faulat par le biais de datations ¹⁴C. Mais ces informations nécessitent des compléments d'enquêtes. Enfin, les rares indices d'exploitation du minerai de fer identifiés sur le site de La Balme (Vélieux) sont particulièrement problématiques.

La posture qui consiste à supposer une mise en valeur des ressources minières du Languedoc occidental sous prétexte que les gisements y sont nombreux et peu éloignés des sites où le métal a été travaillé est critiquable, faute de disposer de preuves évidentes. Elle oblitère trop facilement les mécanismes complexes susceptibles de régir le commerce du métal, qui fait l'objet dès le début de l'âge du Fer d'échanges à longue distance (Guilaine 2004). Néanmoins, ce type de proposition a tout de même le mérite de pointer du doigt le paradoxe que constitue le déséquilibre entre l'absence d'indices clairs d'une production métallique régionale et le dynamisme du travail du métal en Languedoc occidental.

Dans un contexte de contacts intenses et sans doute fructueux caractérisés par une plus large ouverture aux échanges méditerranéens et aux communautés qui les promeuvent –

⁷⁹ J. Guilaine formule de son côté une hypothèse assez proche, lorsqu'il rappelle en 2004 que la production de bronze launacienne, caractéristique de la fin de l'âge du Bronze et du début de l'âge du Fer en Languedoc « *probablement pour base les gîtes cuprifères des Cévennes, de la Montagne Noire, des Corbières et du versant sud-ouest du Massif central* » (Guilaine 2004 : 121-122).

étrusques, grecques et ibériques, puis italiques – se pose inévitablement la question du rapport des groupes indigènes aux ressources fournies par leur territoire. Quel est le rôle joué par les gisements miniers dans les processus d'échanges qui se développent à partir du VI^{ème} s. en Languedoc ? Les structures socio-économiques indigènes ont-elles réellement permis un essor conséquent de l'activité minière régionale, tendant vers une production excentaire et inscrite dans la durée, susceptible de constituer une contrepartie aux produits méditerranéens importés ? Peut-on accepter, dans le cas du fer, l'hypothèse d'une absence de « *substrat sidérurgique indigène* » (Pagès 2008 : I, 44) ? Peut-on considérer que la « *sidérurgie apparaît potentiellement introduite et certainement développée par Rome au moment où celle-ci domine ce territoire, spécialement à partir de la conquête de la Transalpine, en 118 avant notre ère* » (Pagès 2008 : I, 247) ? Les données archéologiques disponibles jusqu'en 2008 et les problèmes méthodologiques pointés tout au long du chapitre 2 ne permettent guère de répondre à ces questions.

2.4.2. La production des métaux aux II^{ème}-I^{er} s. av. n. è. : le paradigme de la Conquête ?

Dans l'évolution économique dessinée ici à grands traits, la conquête romaine est considérée généralement comme une étape décisive dans la mise en valeur des ressources minières régionales, ouvrant une période d'essor minier important. Ainsi, pour R. Gourdiolle et C. Landes, « *la fièvre métallique qui avait saisi les trafiquants italiens sur les gisements miniers de Cisalpine et des Alpes [...] s'est déplacée dans le courant du I^{er} s. av. notre ère vers la Transalpine* » (Gourdiolle, Landes 2000 : 61-62). Une telle affirmation repose en particulier sur un passage de la *Géographie* de Strabon, où il est fait mention implicitement de l'existence d'une activité minière d'une certaine ampleur en Gaule Transalpine :

« L'exploitation des mines de ces régions [de Gaule Cisalpine], en revanche, n'est pas aujourd'hui aussi poussée, peut-être parce que les gisements de Celtique Transalpine et d'Ibérie rapportent davantage [...] »⁸⁰.

Etant donné notre méconnaissance de la production des métaux à l'âge du Fer, on peut toutefois s'interroger sur la validité des termes traditionnellement utilisés – développement, essor – pour qualifier le phénomène perçu à l'époque tardo-républicaine en Languedoc occidental. Il faudrait pour cela disposer d'une connaissance suffisante de la situation antérieure et la perception d'une réelle croissance de l'activité. Prenons le cas des gisements de cuivre, plomb et argent de la bordure sud-orientale du Massif central. De toute évidence, malgré les problèmes pointés, un vaste mouvement d'exploration semblerait toucher ces trois secteurs à l'époque tardo-républicaine. Néanmoins, les données chronologiques ne permettent pas en règle générale de fixer clairement le démarrage de l'activité. La mine des Barrençs constitue un autre cas instructif. Les rares explorations réalisées sur ce site ont révélé l'état de conservation exceptionnel des travaux (Esparseil 1893 ; Astre 1947 ; 1948 ; Galant 2001 ; Morin 2001). Il ne fait guère de doute aux yeux de la plupart des intervenants que le gisement a connu une

⁸⁰ « Τά δέ μέταλλα νυνί μὲν οὐχ ὁμοίως ἐνταῦθα σπουδάζεται διὰ τὸ λυσιτελέστερα ἴσως εἶναι τὰ ἐν τοῖς ὑπεραλπειοῖς Κελτοῖς καὶ τῇ Ἰβηρίᾳ » (Strabon, *Géogr.* : V, 1, 12).

importante phase d'activité entre la fin du II^{ème} s. av. n. è. et le début du I^{er} s. de n. è. La fourchette chronologique proposée est particulièrement courte : de toute évidence, au vu de l'ampleur des travaux décrits, l'exploitation paraît avoir été intense ! (Guilbaut, Landes 1977b ; Decombeix *et al.* 2001a : 15). Néanmoins, ces propositions ne semblent pas satisfaisantes pour au moins deux raisons. D'une part, les différentes propositions chronologiques formulées au XX^{ème} s. s'appuient quasi exclusivement sur le matériel identifié en surface, autour des travaux à ciel ouvert, et dans quelques cas, sur du mobilier céramique découvert dans les travaux mais dont la position n'est pas précisément connue (Astre 1947 ; 1948). D'autre part, faute d'étude détaillée de la mine, rien ne prouve que l'ensemble des travaux a été ouvert à la fin du II^{ème} s. et au début du I^{er} s. de n. è.

Il faut aussi rappeler le problème posé par les données recueillies dans la zone de production de fer antique de la Montagne Noire, où « seulement » 30 % des sites ont été datés, généralement par le biais d'éléments matériels identifiés lors des prospections pédestres. Dans les Corbières, la situation est encore plus floue. Certes, les vestiges reconnus jusqu'à la fin des années 1990 vont dans le sens d'une exploitation des gisements du massif entre le milieu du I^{er} s. av. n. è. et le milieu du I^{er} s. de n. è. Mais ces données composent un corpus très restreint, trop restreint pour saisir l'importance de cette activité et faire de cette période la principale phase d'exploitation.

Or, le fait même que la conquête romaine s'inscrive dans un processus économique et politique initié plus d'un siècle auparavant invite à s'interroger sur l'impact, sur les ressources minières régionales, des phénomènes économiques et politiques qui touchent le Languedoc occidental à partir de la fin du III^{ème} s. Ne peut-on pas envisager une nette stimulation de la production des métaux dans cet espace dès avant la conquête romaine ? Ne faut-il pas placer au tournant des III^{ème} s. et II^{ème} s. av. n. è. un premier palier dans la mise en valeur des ressources minières languedociennes ? Ou, au contraire, doit-on considérer, à l'instar d'Y. Roman, que les gisements miniers n'ont jamais fait l'objet d'une exploitation de grande envergure avant la Conquête (Roman 1983 : 89) ?

Dans ce domaine, outre l'augmentation générale de la masse de fer retrouvée dans les habitats de la Gaule avant la fin du II^{ème} s. (Orengo 2003 : 201), le développement d'un monnayage indigène d'argent et de bronze le long du littoral languedocien et de l'axe Aude-Garonne à partir de la seconde moitié du III^{ème} s. av. n. è. est susceptible d'ouvrir d'intéressantes perspectives de recherche (Boudet 1989 ; Depeyrot 2002 : 3-9 ; Gruel, Haselgrove 2006 : 125 ; Py 2006 : 1164 ; Py 2008 : 173 ; Feugère, Py 2011a : 235 ; Callegarin *et al.* 2013). Ce phénomène implique la recherche de nouvelles sources d'approvisionnement ou une plus forte mise à contribution des sources existantes, non seulement sur le territoire de diffusion des frappes, mais aussi au-delà (Gruel 2002). Plus largement, en cette période d'essor économique et de profonds changements politiques, qui voit Rome étendre progressivement son pouvoir en Méditerranée nord-occidentale, les gisements miniers du Languedoc occidental ont pu revêtir une plus grande valeur économique et stratégique. On manque toutefois de preuves matérielles pour le démontrer.

Qu'en est-il des rares textes antiques mentionnant l'existence de mines chez les peuples indigènes du Sud de la Gaule ? Dans ce domaine, la documentation à notre disposition est non seulement assez lacunaire mais aussi parfois d'interprétation délicate. Un premier dossier

regroupe deux informations fournies par Strabon dans le livre IV de la *Géographie*. La première précise à propos des Tectosages que « *la terre qu'ils occupent regorge d'or*⁸¹ » (Strabon, *Géogr.* : IV, 1, 13). La seconde concerne le passage sur le fameux trésor des Tectosages, constitué d'importantes quantités d'or et d'argent, pillé lors de la prise de *Tolosa* par les légions du consul *Q. Servilius Caepio* en 106 av. n. è. (Strabon, *Géogr.* : IV, 1, 13). Cet extrait dans lequel Strabon reprendrait le témoignage de Poseidonios d'Apamée, qui aurait visité une partie de la Gaule méditerranéenne, notamment Narbonne, Marseille et Port-Vendres, entre 101 et 91 av. n. è. (Duval 1971 : 244), suscite encore de nombreux commentaires et de nouvelles traductions⁸². Il ne nous appartient pas de l'étudier en détail. Les points de discussion sont nombreux, qui concernent en particulier la nature et la localisation des lieux dans lesquels avaient été déposées ces richesses, la composition de ces dernières et l'origine des métaux ainsi amassés. Dans ce domaine, le texte de Strabon oppose à l'hypothèse du pillage du sanctuaire de Delphes par les Tectosages celle d'une exploitation des ressources minières régionales. Cette opposition pillage/production métallique régionale est toujours d'actualité. En effet, les dernières propositions formulées dans ce domaine attribuent une grande partie de ces masses de métal à la pratique du pillage lors des conflits menés par les Tectosages avant la prise de *Tolosa* par les Romains. L'exploitation des ressources minières régionales est généralement ramenée à un rôle secondaire (Domergue 2001 : 24 ; Domergue, Moret 2002 : 90-91), quand elle n'est pas purement et simplement écartée. Ainsi, C. Goudineau et P. Thollard réfutent une telle hypothèse, « *puisque les recherches archéologiques récentes concluent à l'impossibilité d'une production d'or et d'argent de cette quantité dans le pays des Tectosages* ». Ils précisent que « [...] *le territoire des Tectosages n'a révélé actuellement aucun gisement d'or exploitable par extraction [...]. Quant à l'argent, les ressources ne paraissent guère plus importantes, ni les mines plus nombreuses* » (Goudineau, Thollard 2009 : 57). Ils ajoutent plus loin que « *le montant des « richesses » est abracadabrant par rapport à tout ce que l'on connaît [...]. Les ressources minières régionales, même au sens large, n'offrent aucune possibilité* » (Goudineau, Thollard 2009 : 62). L'état des connaissances avant 2008 sur les mines d'or et d'argent des Tectosages ne contredit pas une telle proposition. Peut-on cependant écarter aussi rapidement – en une phrase (Goudineau, Thollard 2009 : 57) – une contribution des gisements miniers régionaux à la formation de ce trésor, ceci, bien avant la prise de *Tolosa* par les légions du consul *Caepio* ?

Le second dossier repose sur autre passage de la *Géographie* de Strabon, dans lequel l'auteur aborde l'activité minière développée chez les Rutènes :

⁸¹ « Πολύχρυσόν τε νέμονται γῆν ». Par ailleurs, dans le livre III de la *Géographie*, Strabon rappelle que les Gaulois estimaient détenir des mines d'or aussi riches que celles de Turdétanie dans le Mont Cemmènes et au pied du Mont Pyréné : « Ἀξιούσι δέ Γαλάται κράτιστα παρ' ἑαυτοῖς εἶναι τὰ μέταλλα τὰ τε ἐν τῷ Κεμμένῳ ὄρει, καὶ τὰ ὑπ' αὐτῇ κείμενα τῇ Πυρήνῃ· τὸ μέντοι πλέον πάντεσθεν εὐδοκιμεῖ » (Strabon, *Géogr.* : III, 2, 8).

⁸² Sur ce point, voir les articles de P. Moret, C. Domergue, J.-L. Boudartchouk, C. Goudineau et P. Thollard (Moret 2001 ; 2002 : 85-88 ; Domergue 2001 ; Domergue, Moret 2002 ; Boudartchouk *et al.* 2006 ; Goudineau, Thollard 2009). Certains ont été jusqu'à nier l'existence d'une telle concentration de richesses, considérant qu'il s'agissait là pour une bonne part d'un mythe relayé par Poseidonios et à sa suite Strabon (Goudineau, Thollard 2009 : 63-64). Cependant, l'existence d'un butin fait par les Romains lors de la prise de *Tolosa* ne peut être niée, dans la mesure où les « richesses » des Tectosages sont utilisées par le tribun L. Appuleius Saturninus pour l'achat de nouvelles terres coloniales en 100 (Goudineau, Thollard 2009 : 63).

« *Il y a de remarquables ferromneries chez les Pétroriciens ainsi que chez les Bituriges Cubes, une industrie du lin chez les Cadurques, des mines d'argent chez les Rutènes. Les Gabales possèdent également des mines d'argent*⁸³ ».

Selon F. Lasserre, auteur de la traduction utilisée ici, cette information proviendrait d'un texte de Poseidonios⁸⁴. Si l'on suit cette proposition, l'exploitation des gisements argentifères rutènes qu'induit ce court extrait pourrait donc remonter au plus tard aux années 90 av. n. è.⁸⁵. Ce texte et cette datation doivent être mis en perspective avec la situation géopolitique de la bordure sud-orientale du Massif central à la fin du II^{ème} s. et dans la première moitié du I^{er} s. av. n. A cette époque intervient le fameux démembrement par Rome d'une partie du territoire des Rutènes. Celui-ci aurait eu lieu à une date encore débattue mais forcément antérieure à César (Christol 2011 : 182-185). Dès lors, la localisation de ces mines se discute. Où se situent-elles ? Chez les Rutènes demeurés indépendants ou chez les Rutènes qui, à la suite du démembrement, sont devenus « provinciaux » ? Qui les contrôle ? Cette mention renvoie-t-elle à une activité qui, lors du passage de Poseidonios dans le Sud de la Gaule, était ancrée dans une longue tradition minière ?

Par ailleurs, on ne peut que constater l'importance de la période augustéenne dans l'évolution économique, politique et culturelle du Languedoc occidental. Elle apparaît comme l'aboutissement d'un processus de structuration d'une économie régionale de plus en plus diversifiée. Elle constitue aussi, d'un point de vue culturel, le terme des transformations qui touchent les communautés indigènes du Languedoc occidental à partir de la fin du III^{ème} s., marquées en particulier par l'influence de plus en plus forte de la sphère italienne (Sanchez 2003 : 39 ; Gorgues 2010 : 432-433). Dès lors, cette période est susceptible d'apparaître comme une étape importante dans la mise en valeur des ressources minières de cet espace. Les recherches menées dans la Montagne Noire apportent dans ce domaine quelques éléments de réponse. Qu'en est-il dans les autres zones de production ?

Enfin, le rôle joué par Narbonne dans cette évolution ne semble pas particulièrement bien caractérisé, malgré les propositions récentes de M.-L. Bonsangue, qui mériteraient d'être parfois mieux étayées (Bonsangue 2011).

Bien évidemment, l'importance de l'étape fondamentale qu'est la conquête romaine ne doit pas être minimisée. Les changements qu'elle fait intervenir d'un point de vue politique, économique et socio-culturel ont nécessairement introduit de nouveaux facteurs de développement. Si ceux-ci peuvent être perçus localement, il manque une réflexion d'ensemble menée à l'échelle du Languedoc occidental, permettant de caractériser clairement la nature et le rythme de ces changements. L'identité des acteurs, l'ampleur réelle du fait minier, les phénomènes de transferts technologiques et la nature même des productions sont les principaux points qu'il nous paraît nécessaire d'aborder. En outre, derrière l'exploitation des ressources minières languedociennes, se pose la question de la situation politique des massifs

⁸³ « Παρά μὲν οὖν τοῖς Πετροκορίοις σιδηρουργεῖα ἔστιν ἀστεῖα καὶ τοῖς Κούβοις Βιτούριξι, παρὰ δὲ τοῖς Καδοῦρκοις λινουργία, παρὰ δὲ τοῖς Ῥουθηνοῖς ἀργυρεῖα · ἔχουσι δ' ἀργυρεῖα καὶ οἱ Γαβαλεῖς » (Strabon, *Géogr.* : IV, 2, 2).

⁸⁴ Strabon, *Géogr.* : IV, 2, 1, p. 147, note 2 et notice, p. 107.

⁸⁵ Cette attribution n'est pas certaine.

périphériques durant cette période de mutation dans la maîtrise du territoire.

2.4.3. L'exploitation minière à l'époque impériale

La large distribution des indices d'un travail des métaux, en particulier du fer, dans les agglomérations du Languedoc occidental et plus largement de Narbonnaise occidentale (Passelac 1998 : 140-141 ; Raynaud 1998 : 162 ; Pagès 2008 : I, 250-251) dont la première d'entre elles, à savoir Narbonne (Bonsangue 2002) paraît illustrer le dynamisme du marché du métal sur cet espace au Haut-Empire. Les découvertes réalisées dans la Montagne Noire corroborent ce tableau, la production de fer atteignant un niveau très important au cours du Haut-Empire. Des barres de fer, trouvées dans des épaves échouées au large des Saintes-Maries-de-la-Mer datées de la fin du I^{er} s. av. n. è. et du I^{er} s. de n. è., auraient vraisemblablement été chargées dans le port de Narbonne au début du Haut-Empire. L'hypothèse d'une origine languedocienne a été confirmée pour certaines de ces barres à partir du croisement des données épigraphiques et archéométriques (Long *et al.* 2002 ; Coustures *et al.* 2006 ; Pagès *et al.* 2008 ; Pagès *et al.* 2011a). Elles témoignent de l'existence d'un commerce du fer de la Montagne Noire au début du Haut-Empire, apportant une illustration supplémentaire de l'importance de l'activité sidérurgique développée dans ce massif.

Mais qu'en est-il des autres zones minières du Languedoc occidental ? A ce jour, très rares sont les éléments matériels permettant d'y envisager une poursuite de l'activité au-delà du I^{er} s. de n. è. Certaines datations ¹⁴C réalisées dans le bassin supérieur du Dourdou, couvrant la période comprise entre le II^{ème} et le V^{ème} s., constituent une indication intéressante, qui selon nous doit être mieux étayée (Léchelon 2011 : 254). En revanche, l'hypothèse de M.-L. Bonsangue selon laquelle les Corbières et le Biterrois ont été les zones d'approvisionnement en cuivre et en argent des artisans travaillant les métaux à Narbonne au Haut-Empire ne repose sur aucune base solide (Bonsangue 2010 : 186).

Le fer de la Montagne Noire est-il donc l'unique production métallique du Languedoc occidental à l'époque impériale ? Un document épigraphique suggère le contraire. Parmi les nombreuses inscriptions latines découvertes lors du démantèlement du mur d'enceinte de Narbonne au XIX^{ème} s. figure en effet l'épithaphe singulière du naviculaire Tib. Iunius Eudoxus (fig. I-21) (CIL XII : 4398) :

*D(is) m(anibus) / Tib(erii) Iun(i) Eudoxi / navicular(ii) mar(imi) / C(oloniae)
I(uliae) P(aternae) C(laudiae) N(arbone) M(arti) / Tib(erius) Iun(ius) Fadianus
/ (se)vir Aug(ustalis) / C(oloniae) I(uliae) P(aternae) C(laudiae) N(arbone)
M(arti) et / cond(uctor) ferr(ariarum) / ripae dextrae / fratri piiss(imo)*



Fig. I-21 : épitaphe du naviculaire Tib. Iunius Eudoxus mentionnant les « *ferrariae ripae dextrae* » (CIL XII : 4398, d'après Gayraud 1981 : 535).

La mention de l'épithète *Claudia* dans les titres de la colonie de Narbonne fournit un jalon chronologique important pour dater cette inscription. Selon M. Gayraud, elle n'a pas été rajoutée à la suite de la déduction césarienne de 45 av. n. è., conduite par *Ti. Claudius Nero*, car la ville ne porte pas cette épithète sur la longue inscription figurant sur l'autel au *numen Augusti*⁸⁶, datée de 11 de n. è. (Gayraud 1981 : 330). Le même auteur écarte l'hypothèse d'un ajout accordé par Tibère, fils de *Ti. Claudius Nero*, en hommage à son père, dans la mesure où Arles, une autre fondation conduite par ce personnage, ne porte pas l'épithète *Claudia*. Ce raisonnement l'a conduit à choisir le règne de l'empereur Claude (41-54) pour dater l'ajout de ce terme, et à dater l'inscription du II^{ème} s. sur la base de critères paléographiques (Gayraud 1981 : 331), proposition largement acceptée par ailleurs (Sablayrolles 1989b : 159, note 22 ; Bonsangue 2002 : 206, note 18 ; Christol 2010 [1982] : 601).

L'intérêt de cette inscription réside dans la mention de l'une des deux charges du frère du défunt Eudoxus et commanditaire de l'épitaphe. *Ti. Iunius Fadianus* est non seulement sévir augustale (*(se)vir Augustalis*), mais aussi *cond(uctor) ferrar(iarum) ripae dextrae*, c'est à dire fermier des mines de fer de la rive droite. La localisation de ces *ferrariae* a longuement été débattue. L'inscription, complète, ne fournit pas d'autres précisions géographiques. E. Desjardins, suivi par O. Hirschfeld et J.-P. Waltzing, les placent sur la rive droite du Rhône, plus précisément chez les Helviens, arguant de la présence de nombreux gisements de fer sur le territoire de ce

⁸⁶ Le nom s'y « limite » à *C(olonia) I(ulia) P(aterna) N(arbo) M(artius)* (CIL XII : 4333, l. 11)

peuple (Desjardins 1876 : 414-415 ; Waltzing 1895-1900 : III, 551, n° 2051). Cette hypothèse est réfutée par M. Gayraud, qui reprend une proposition formulée en son temps par C. Jullian (Jullian 1927 : 209 ; Gayraud 1981 : 93 et 481). A ses yeux, le *conductor* Fadianus, sévir augustal à Narbonne, bien qu'il appartienne à une famille aisée de Narbonne et dont le frère a été naviculaire, n'a pas l'envergure nécessaire à l'exploitation des redevances de toutes les mines de fer de la rive droite du Rhône, secteur qui plus est trop vaste et aux limites très imprécises. Vraisemblablement destinée à être exposée à Narbonne durant l'Antiquité, cette inscription ferait référence selon lui à des mines de fer situées en rive droite⁸⁷ de l'Aude, dans les Corbières, proposition également retenue par R. Sablayrolles et C. Domergue⁸⁸ (Gayraud 1981 : 481 ; Sablayrolles 1989b : 159, note 22 ; Domergue 2008 : 192). Il faudrait dès lors envisager l'existence de mines de fer actives au II^{ème} s. de n. è. dans ce massif. Or, les données archéologiques disponibles avant 2008 n'en apportent pas la preuve.

On s'interroge par ailleurs sur le poids des phénomènes qui touchent le Languedoc occidental, à partir du II^{ème} s. et plus encore au III^{ème} s. sur la production métallique languedocienne. Nous avons vu que la fin du Haut-Empire apparaît comme une période complexe. Les facteurs d'évolution semblent être nombreux et paraissent interagir selon des modalités difficiles à caractériser, variables en fonction du domaine d'activité et de l'échelle envisagés. Plutôt que de déclin, la majorité des auteurs parlent d'« étiolement », d'« assouplissement » ou d'« atonie », voire de « mise en ordre sélective » (Fiches 1996b : 12 ; Christol 1996 : 23). Dès lors, qu'advient-il de la production des métaux ? L'évolution de ce domaine d'activité durant la période impériale suit-elle le même rythme ? Si tel est le cas, quelles explications peuvent être avancées ? Et, enfin, qu'en est-il au Bas-Empire, alors même que, le marché du métal, en particulier celui du fer, tendrait à évoluer vers une nouvelle forme d'organisation, caractérisée vraisemblablement par une plus grande dispersion des ateliers de forge, fréquemment associés aux habitats ruraux⁸⁹ ?

Bilan intermédiaire

Au terme de ce second chapitre, plusieurs zones d'ombre et déséquilibres importants dans les recherches sur l'exploitation minière régionale peuvent être retenus. Le premier est d'ordre spatial. Certaines zones de production restent en effet très mal connues. En ce qui concerne la production de fer, c'est plus particulièrement le cas des Corbières, qui concentrent pourtant avec la Montagne Noire une grande partie des ressources ferrifères languedociennes. Dans le

⁸⁷ Il ne semble pas que l'on puisse envisager pour l'expression « rive droite » un sens différent de l'expression actuelle. Pour exemple, voir Strabon, *Géogr.* : IV, 12.

⁸⁸ A moins que l'expression *ripa dextra* ne renvoie à une aire plus vaste, englobant les Pyrénées orientales, et donc le district sidérurgique du Canigou (Domergue 2004c : 186). En effet, il semble que ce soit entre la fin du I^{er} s. et le milieu du II^{ème} s. que le territoire de Ruscino, sur lequel se situe le massif du Canigou, est rattaché à la cité de Narbonne (Gayraud 1981 : 321-324).

⁸⁹ Plusieurs articles publiés dans Feugère, Serneels 1998a, notamment Feugère, Serneels 1998b : 259, proposent un aperçu sur cette question, à l'échelle de la Narbonnaise. Consulter par ailleurs Pagès 2008 : I, 247-257 et Buffat 2011 : 144-146.

cas de la production des métaux non-ferreux (or et étain exclus), les Corbières figurent à nouveau parmi les zones les plus mal loties dans ce bilan, avec la Montagne Noire.

L'autre point d'achoppement important réside dans les problèmes de caractérisation des productions métalliques. L'exploitation d'un minerai de cuivre, plomb et argent ne se traduit pas forcément par la production de cuivre, plomb et argent. Or, la nature des métaux produits à partir de ces gisements est uniquement perçue grâce à certaines légendes figurant sur les tessères de Lascours. Celles-ci ne constituent qu'un témoignage indirect. Elles ne permettent pas d'identifier la nature des minerais à l'origine de cette production d'argent. Au cours de ces quarantes dernières années, certaines hypothèses au sujet de la nature des productions ont été pourtant proposées. Celle-ci tendent toutefois à évacuer complètement les critères techniques et économiques susceptibles d'entrer en jeu dans les choix des exploitants d'exploiter tel ou tel gisement, ou leur capacité à produire effectivement du cuivre, de l'argent ou du plomb à partir des minerais en question.

On touche là à un problème majeur, à savoir la large méconnaissance de la chaîne opératoire des métaux non-ferreux, liée en grande partie à la quasi absence d'études un tant soit peu approfondies des sites de traitement des minerais Cu-Pb-Ag. Or, comme nous l'avons dit plus haut, la caractérisation des modalités de traitement de ces minerais en Languedoc occidental, et partant, la détermination de la nature des métaux produits à partir de ces minerais, permettraient de franchir un palier important dans la compréhension d'une activité mal cernée à l'échelle de l'ensemble du territoire gaulois et plus largement du continent européen, pour la période qui nous occupe ici.

Cette remarque est plus particulièrement valable en ce qui concerne l'exploitation des minerais de type cuivre gris. Les modalités de traitement de ces minerais sont encore très largement méconnues. Leur étude est selon nous une priorité. Ce type de ressource est en effet omniprésent dans les gisements non-ferreux languedociens, voire même dominant dans certaines zones minéralisées (Corbières, monts de Cabrières). Il constitue potentiellement une importante source d'argent et de cuivre. L'étude spécifique de la mise en valeur de ces minerais permettrait de mieux caractériser le potentiel minier languedocien pour la période qui nous occupe ici. Etant donné l'évolution historique et économique du Languedoc occidental entre le milieu de l'âge du Fer et la fin de la période romaine, on comprend que les enjeux d'une telle approche dépassent le cadre technologique.

CONCLUSION DE LA PARTIE I

Nous ne rappellerons pas l'ensemble des points abordés dans cette partie mais plutôt les principales questions sur lesquelles nous souhaitons nous arrêter dans la suite du travail.

Le Languedoc occidental constitue une région au potentiel minier élevé, caractérisé par une grande diversité de ressources. Il semble pertinent de s'interroger sur le rôle joué par ceux-ci au moment où Rome accroît son emprise sur la Méditerranée nord-occidentale, à partir du tournant du III^{ème} et II^{ème} s. av. n. è. Cette période voit se développer le commerce italique dans cet espace méditerranéen, se structurer la puissante entité tectosage, et apparaître les premières frappes monétaires indigènes. Peut-on considérer que cette évolution a pu être favorisée par les ressources minières régionales ? Il convient parallèlement de se demander si les structures socio-économiques indigènes, malgré les phénomènes cités dans les pages précédentes, ont réellement permis une exploitation de ces gisements orientée vers une production excentaire, susceptible d'alimenter des courants d'échanges dépassant le cadre local et de constituer une contrepartie aux produits méditerranéens importés.

En outre, quels sont les changements induits par la conquête romaine et la fondation de Narbonne la fin du II^{ème} s. ? Le bilan proposé dans le chapitre 2 met clairement en avant la place centrale occupée par les périodes tardo-républicaines et augustéennes dans les recherches réalisées depuis une quarantaine d'années en Languedoc occidental sur l'exploitation minière régionale⁹⁰. Elle traduit un phénomène historique que l'on ne peut nier. Cependant, l'omniprésence des indices d'une intervention d'époque tardo-républicaine et augustéenne est-elle entièrement représentative du dynamisme de l'activité minière en Languedoc occidental ? Dans la mesure où les recherches réalisées depuis cinquante ans ont pris majoritairement la forme de reconnaissances de surface, complétées par de rares sondages et de très rares fouilles extensives, on peut s'interroger en effet sur la représentativité des données actuellement disponibles et sur leur signification. Par ailleurs, quelles conséquences a eu précisément l'affirmation d'une nouvelle « société englobante » au cours du II^{ème} s., peut-être dès la fin du III^{ème} s. sur les modalités de mise en valeur des gisements miniers régionaux ? Le rôle tenu par les groupes indigènes dans cette activité est fonction, pour une part, de leur capacité de contrôle des zones minéralisées, et donc de la place que le nouveau pouvoir est susceptible de leur avoir laissée. Etant donné les changements perçus durant la période tardo-républicaine, les indigènes ont-ils perdus toute maîtrise sur ces ressources ? Doit-on envisager un mode d'exploitation fondé sur le rapport exploitant italien dominant/main d'œuvre indigène dominée ou, au contraire, la situation a-t-elle été plus complexe ? Quel impact a pu avoir la position géographique des indices miniers, dans des zones de montagne, relativement éloignées du littoral méditerranéen et des principaux bassins de peuplement, sur les formes prises par la production métallique languedocienne ? Les données recueillies dans la haute vallée de l'Orb et la Montagne Noire fournissent pour certaines de ces questions des précisions de premier ordre pour la période tardo-républicaine et le tournant de l'ère. Mais la situation que l'on perçoit dans

⁹⁰ Nous ne tenons pas compte ici des travaux réalisés sur la période médiévale dans les massifs de la bordure sud-orientale du Massif central et de la Montagne Noire par M.-C. Bailly-Maître et C. Verna, qui n'ont au demeurant jamais donné lieu à des opérations archéologiques de grande envergure. De même, nous écartons de ce travail les recherches de G. Langlois et C. Verna sur les mines médiévales des Corbières (Verna 2001 ; Langlois 2001 : 20-21 et 184-185 ; Bailly-Maître 2010a).

ces espaces est-elle la norme ? Peut-on envisager, au même moment, l'existence d'autres modes d'intervention ? Qu'en est-il ensuite, durant la période impériale ?

La caractérisation des rythmes de la production métallique du Languedoc occidental dans le but de répondre à ces différentes questions nécessite au préalable d'atténuer le déséquilibre informatif existant entre les différentes zones minière de l'espace considéré. Cette approche doit s'appuyer sur un important travail de terrain. L'extraction du minerai, sa transformation en métal et la diffusion de ce dernier impliquent en effet des interactions fortes avec le milieu naturel, les communautés et les autres activités de production. La production des métaux apparaît dès lors comme un tissu d'activités à fort ancrage territorial, qu'il convient d'aborder par une approche globale, tenant compte de l'ensemble des facteurs, naturels et anthropiques, susceptibles d'avoir eu un impact direct sur cette activité.

PARTIE II

LA PRODUCTION DES MÉTAUX EN LANGUEDOC OCCIDENTAL AU SECOND ÂGE DU FER ET À L'ÉPOQUE ROMAINE. NOUVELLES DONNÉES

1. MÉTHODOLOGIE ET OUTILS DE L'ENQUÊTE

Le Languedoc occidental est un territoire bien trop vaste (plus de 7500 km²) pour engager une approche globale telle que définie en conclusion de la partie précédente. Tout en gardant cet espace comme cadre de réflexion, nous avons fait le choix de recentrer nos investigations de terrain sur deux zones minières à fort potentiel archéologique, définies en fonction du bilan présenté dans la première partie. Ces deux zones, la Montagne Noire et le massif des Corbières (fig. I-22), présentent en particulier un potentiel minier au caractère polymétallique marqué, autorisant à terme une approche comparative intéressante entre d'une part l'exploitation des gisements de fer, d'autre part, l'exploitation des gisements de cuivre, plomb et argent. La réalisation d'un travail de terrain approfondi dans ces deux secteurs visait à répondre à quatre points essentiels :

- l'organisation et l'ampleur spatiale de la production,
- la caractérisation technique et économique des interventions minières et métallurgiques,
- la chronologie de l'activité,
- la nature des productions, en s'interrogeant en particulier sur l'exploitation des gisements de cuivre-argent.

1.1. Les lieux et les objets de la recherche

1.1.1. Les lieux

La première des zones choisies pour la réalisation de notre enquête de terrain correspond au versant sud de la Montagne Noire. Elle est limitée à l'ouest par le bassin du Lampy, à l'est par celui de l'Argent-Double (fig. I-22 ; fig. 36). La limite nord reprend approximativement la ligne de partage des eaux atlantiques et méditerranéennes. La limite sud se superpose quant à elle à la bordure méridionale du massif primaire de la Montagne Noire. D'une superficie de 547 km², cette zone occupe l'extrémité occidentale du versant sud du massif géologique de la Montagne Noire, et la bordure méridionale de la zone axiale (fig. 37). Englobant les bassins moyens et supérieurs du Lampy, de l'Alzeau, de la Dure, de l'Orbiel, du Clamoux et de l'Argent-Double, elle recouvre approximativement le district minier moderne de Salsigne. Elle est largement boisée et atteint 526 m d'altitude moyenne. Son relief est formé d'une série de plateaux et de crêtes dont l'altitude va en s'accroissant du sud au nord, séparés par de profondes vallées d'orientation N/S à NE/SO. Celles-ci sont entaillées dans les schistes et les calcaires primaires du versant sud du massif géologique de la Montagne Noire et dans les séries métamorphiques et plutoniques de la zone axiale. Le choix de cette zone a été arrêté en tenant compte de la fouille programmée démarrée en 2009 à la mine des Barrencs, dans la vallée de l'Orbiel. Il s'agissait de mettre à profit la fenêtre scientifique représentée par cette opération, à

laquelle nous collaborons, et de replacer cette mine exceptionnelle dans le contexte minier et métallurgique régional.

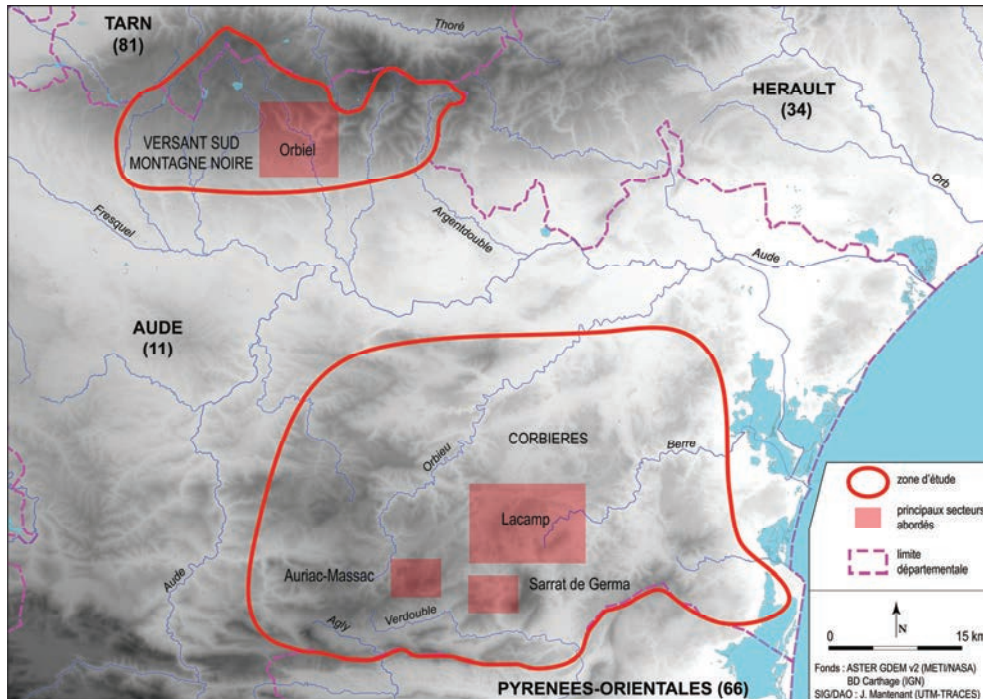


Fig. I-22 : localisation des zones d'études et des principaux secteurs abordés dans chacune d'entre elles.

La seconde zone d'étude englobe l'ensemble du massif des Corbières (2087 km²), entre la vallée de l'Aude, le littoral méditerranéen et la dépression du Fenouillèdes (fig. I-22 ; fig. 38-39). Couvrant la totalité du massif primaire de Mouthoumet, dans les Hautes-Corbières, et de la nappe secondaire des Corbières orientales, elle s'étend jusqu'à l'écaille dévonienne de la Montagne d'Alaric au nord, à travers les formations tertiaires des Basses-Corbières. Elle est partagée en trois grands bassins hydrographiques : celui de l'Orbiou, affluent de l'Aude, au centre et au nord, celui de la Berre, fleuve côtier, à l'est, et celui du Verdoubie, affluent de l'Agly, au sud. L'ouest et le nord-ouest du secteur se partagent en revanche en une série de petits bassins. Le relief des Corbières, s'élevant à 339 m d'altitude moyenne, est particulièrement cloisonné, à peine aéré au nord par la plaine de l'Orbiou. Cet espace est entièrement compris dans le département de l'Aude.

1.1.2. Les pratiques et leurs traces

Nous avons vu dans la partie I précédente la complexité de la chaîne opératoire du métal (cf. p. 53). Le modèle suivant tente de restituer les principaux types de vestiges recherchés au cours de notre enquête et rattachés aux différentes étapes de la production des métaux, de l'extraction des minerais à leurs traitements, en passant par l'acquisition du combustible nécessaire aux opérations de traitement (fig. I-23).

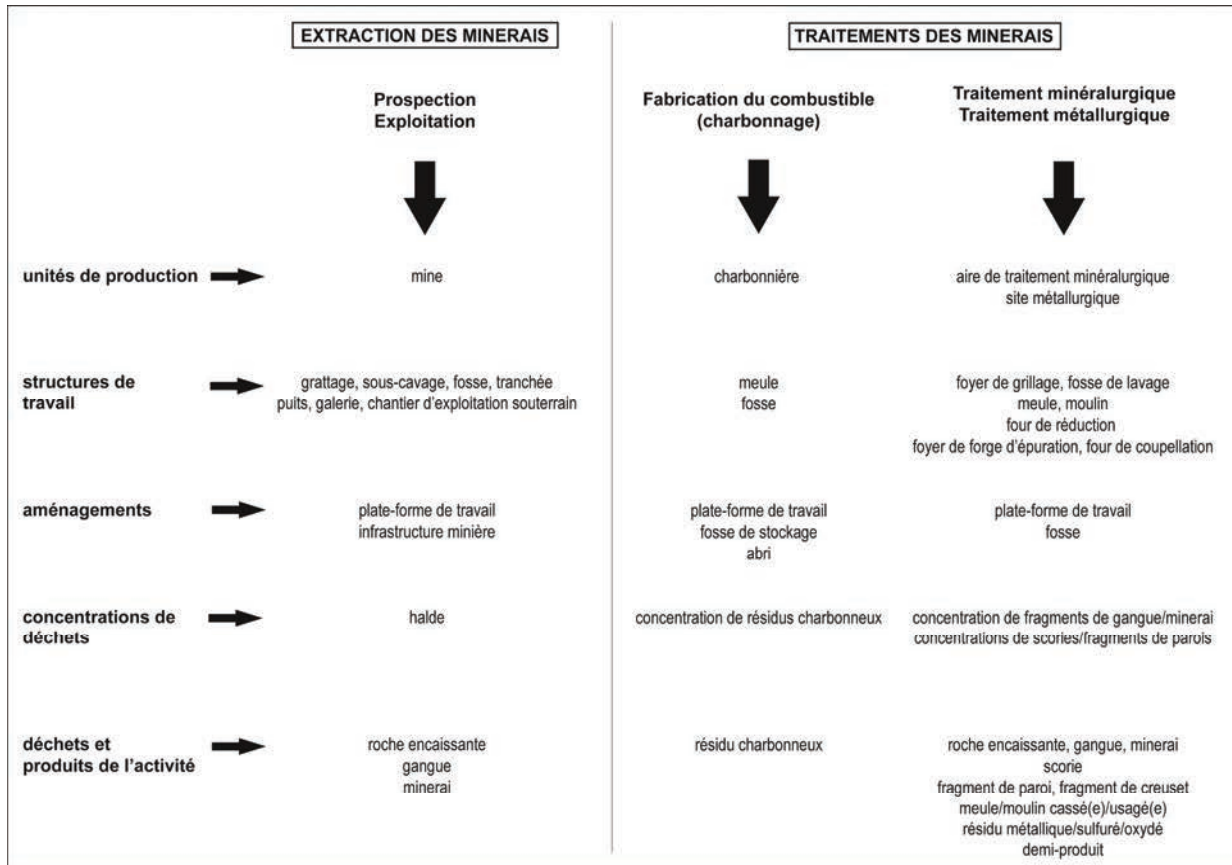


Fig. I-23 : les principaux types de vestiges recherchés.

De nombreuses zones d'ombre demeurent toutefois sur les traces que certaines pratiques ont pu laisser. Celles-ci peuvent être très ténues et difficiles à interpréter, en raison des nombreux biais engendrés par les phénomènes érosifs ou les activités anthropiques. Ces biais, parmi d'autres, peuvent générer des difficultés dans la caractérisation de l'organisation spatiale des activités de production. A cela s'ajoutent de nombreuses contraintes naturelles, sur lesquelles nous reviendrons plus bas. Il a donc été nécessaire de distinguer deux catégories de vestiges.

Un **site** désigne une structure ou une concentration de déchets d'activité témoignant d'une activité ou d'une occupation sur le lieu de la découverte, sur un espace bien délimité et de manière plus ou moins durable. Un ouvrage minier (galerie, puits, tranchée..., la halde et le carreau associés) correspond à un site, qui a pu connaître plusieurs périodes d'activité entrecoupées d'abandons. Il peut être isolé ou appartenir à un ensemble de travaux établis sur un même gisement minier. Cet ensemble est ici désigné sous le terme de mine, qui peut inclure des installations de surface liées à l'exploitation minière.

Le choix de faire d'un ouvrage minier un site à part entière peut paraître problématique aux yeux de certains archéologues, plus habitués à désigner sous le terme de site minier un groupe de travaux concentrés sur un espace réduit et sur un même gisement, mais bien individualisés spatialement. Notre choix découle de notre expérience de terrain et des problèmes de caractérisation des entités de productions que nous avons identifiées. Ainsi, dans

le secteur du plateau de Lacamp et, dans une moindre mesure, dans celui du Sarrat de Germa, les zones d'extraction se caractérisent par un mitage des interventions en une multitude de fosses, puits et galeries. Certes, on observe ponctuellement des concentrations d'ouvrages miniers. Néanmoins, il demeure bien difficile d'en fixer des limites qui ne soient pas totalement artificielles. En outre, nous avons observé plus fréquemment l'existence de zones où les travaux miniers ne sont pas concentrés, mais dispersés sur des surfaces parfois vastes. Enfin, il existe de nombreux cas d'ouvrages actuellement isolés. Or, si l'on suit la définition classique d'un site minier, un groupe de fosses et un ouvrage isolé constitueraient chacun un site. A nos yeux, c'est là un mode de caractérisation problématique, susceptible d'engendrer des biais dans l'analyse des résultats, au même titre que la définition d'emblée des limites d'un groupe, qui dans notre cas seraient extrêmement aléatoire. Bien que désignée sous le même terme, chacune de ces entités renverrait à des réalités distinctes. La présence d'un gisement minier exploité par un même ensemble de fosses n'est pas non plus un critère déterminant à nos yeux pour faire de cet ensemble un site. Ainsi, dans le cas du plateau de Lacamp, la morphologie des amas de minerai et leur large distribution sur le plateau ne permet pas d'être totalement certain que des travaux concentrés sur une surface de quelques milliers de mètres carrés aient été ouverts sur un même gisement de fer. Enfin, à titre de comparaison, examinons le cas de plusieurs ferriers non datés concentrés sur une surface similaire dans un vallon. Leur concentration sur ce point pourrait s'expliquer éventuellement par la présence d'une forêt où est produit du charbon de bois, en quelques sortes un « gisement de charbon ». Or, chacun de ces ferriers distants pourtant de quelques dizaines de mètres les uns des autres sera considéré comme un site à part entière, et l'ensemble formera un groupe de sites témoignant chacun d'une intervention métallurgique bien individualisée dans l'espace et pas forcément contemporaine des sites voisins. A nos yeux, un parallèle peut être effectué avec les ouvrages miniers, qui, bien que concentrés sur une même zone et éventuellement sur un même gisement, témoignent chacun d'une intervention plus ou moins bien individualisée dans l'espace, et éventuellement dans le temps. En règle générale, rien n'indique *a priori*, que les fosses d'un même ensemble ont été ouvertes au même moment. Par souci de cohérence, nous distinguons donc par le terme de site l'entité correspondant au plus petit niveau de production clairement individualisé spatialement. Ce n'est que dans un second temps que nous définissons des ensembles de sites en fonction de critères géographiques, géologiques et archéologiques⁹¹.

Un **indice de site** désigne un élément(s) isolé(s) (scorie ou mobilier) sans aucun lien physique avec une concentration de déchets ou de mobiliers. La présence d'éléments isolés peut être liée à plusieurs facteurs, souvent complémentaires, abordés notamment par les équipes travaillant sur l'évolution des paysages depuis l'Antiquité (Leveau *et al.* 2000 ; Nuninger 2002 : 48-51).

⁹¹ Il restera toujours des aspects problématiques. Ainsi, notre définition se heurte aux difficultés posées par des ouvrages miniers complexes ou par les travaux isolés de grande ampleur, et par les problèmes de visibilité des vestiges miniers en surface, dont les limites réelles ne sont pas toujours visibles. Nous avons toutefois estimé que ces cas, à examiner en tenant compte du contexte géographique et archéologique, engendraient moins de biais dans le raisonnement que la désignation sous le terme de site d'un groupe d'ouvrage minier concentrés dans une même zone mais bien individualisés morphologiquement et spatialement. Enfin, la position isolée d'un ouvrage minier reflète une situation actuelle. La présence possible de travaux aujourd'hui invisibles n'est jamais exclue.

- site masqué par une épaisse couche d'alluvions/colluvions,
- site entièrement détruit par l'érosion⁹² ou par des activités anthropiques postérieures au fait archéologique. Les sites de faible amplitude surfacique sont les plus sensibles à ces phénomènes,
- élément isolé déplacé à la suite de colluvionnements et/ou alluvionnements,
- élément dispersé à la suite d'une action anthropique ténue et aléatoire (circulation, fréquentation très courte, pratiques agraires, apports de terre pour la construction de terrasses agricoles ou lors de traçages de pistes)⁹³.

Dans le cas des déchets de traitement des minerais, toute la difficulté est de fixer la limite entre une petite concentration de faible densité et des déchets isolés. Dans ce domaine, nous n'avons pas suivi de règle pré-établie. La distinction s'appuie généralement sur des critères variables d'un site à l'autre : taphonomie, topographie, visibilité des vestiges au sol. Ponctuellement, de petites interventions (carottage à la tarière) ont permis de vérifier la présence éventuelle de concentrations de déchets sous-jacentes.

1.2. La démarche : de l'étude ponctuelle à l'approche extensive, et inversement

Classiquement, la première phase d'une telle étude consiste en une recherche documentaire couvrant trois champs disciplinaires principaux, la géologie, l'histoire et l'archéologie. Il n'est guère utile de s'étendre sur le processus de recherche suivi au cours de cette première étape, qui ne diffère guère des enquêtes réalisées par ailleurs sur cette thématique. Tendante à la diachronie, les étapes suivantes comprennent trois volets complémentaires.

1.2.1. Un site de référence : la mine des Barrencs

Le programme d'étude réalisé entre 2009 et 2012 sur le site minier des Barrencs (communes de Lastours et Fournes-Cabardès)⁹⁴ constitue un point d'ancrage essentiel dans notre travail (Fabre *et al.* 2009 ; Beyrie *et al.* 2010 ; 2011 ; Maintenant *et al.* 2013). L'état de conservation exceptionnel du site, l'absence de reprises de l'exploitation aux époques modernes ou contemporaines et l'ampleur des travaux miniers réalisés font des Barrencs l'une des plus importantes mines en roche antérieures au Moyen Âge actuellement connues en France. Ces

⁹² Ainsi, les sites implantés en bordure d'un cours d'eau peuvent être partiellement ou entièrement démantelés par incision lors des crues parfois dévastatrices qui touchent régulièrement le Languedoc méditerranéen, à l'image de l'*aigat* de l'automne 1999.

⁹³ L. Nuninger, notamment, a abordé ces questions (Nuninger 2002 : 159-161).

⁹⁴ Cette opération a été menée par une équipe composée d'E. Kammenthaler (IKER archéologie-TRACES), G. Munteanu (UTM-TRACES), C. Rico (UTM-TRACES, resp. op.) J.-M. Fabre (CNRS-TRACES), A. Beyrie (Iker- archéologie-TRACES), N. Morell i Cortes, L. Arboledas (TRACES) et l'auteur de ces lignes. Elle a été financée par le Ministère de la Culture, le Conseil Régional Languedoc-Roussillon, la commune de Lastours et le Pôle de Régional de l'Enseignement Supérieur de Toulouse.

caractéristiques ont permis de démarrer en 2009 une première opération de fouille à but exploratoire, prolongée en 2010 par un programme triennal, achevé en 2012.

Ces recherches visaient en particulier à déterminer la chronologie de l'activité. Le matériel archéologique recueilli autour des travaux miniers, en surface, incitait à placer aux Barrencs une phase d'activité importante au tournant des II^{ème} et I^{er} s. av. n. è. (Decombeix *et al.* 2001a). Mais plusieurs indices permettaient d'envisager un démarrage de l'activité bien avant la conquête romaine. La caractérisation de la chronologie du site impliquait une bonne compréhension de la dynamique de l'exploitation et des techniques mises en œuvre par les mineurs.

Pour répondre à cet objectif, il convenait de dresser dans un premier temps un plan détaillé de la mine afin d'évaluer l'ampleur et l'organisation des travaux, et partant, le potentiel archéologique du site. Entre 2009 et 2012, cette étape initiale et fondamentale, dont a été tributaire le reste des opérations, a concerné exclusivement les travaux dit du Mourral de la Grave, ouvert sur l'un des deux principaux groupes de filons exploités aux Barrencs. Elle a été systématiquement réalisée par une équipe réduite. Cette équipe devait être rompue aux techniques spéléologiques de progression en conditions d'exploration. La verticalité des travaux a nécessité l'équipement de la mine suivant les normes spéléologiques. L'exploration s'est accompagnée d'un premier relevé topographique du réseau, au moyen d'un cheminement classique en milieu souterrain, associant mesures des directions (boussole), des pendages (clinomètre) et des longueurs (lasermètre). Le traitement de l'ensemble de ces mesures au moyen d'un logiciel (Visual Topo) permet de restituer une première cartographie de la mine⁹⁵

Cette première étape a été le préalable indispensable à l'étude proprement dite des travaux. Cette seconde phase est fondée sur l'observation des ouvrages, destinée à caractériser les techniques d'abattage et de progression des mineurs, l'architecture de la mine et la géologie du site, pour tenter de restituer la dynamique de l'exploitation. Elle a été menée à l'échelle de l'ensemble du secteur exploré et topographié au Mourral de la Grave, et s'est appuyée sur le document cartographique établi lors de la première étape. Dans cette optique, une étude statistique du gabarit des galeries de recherche n'ayant pas fait l'objet d'exploitation et peu ou pas remblayé a été initiée. Elle a été réalisée au moyen d'un PGSM[®] (PhotoGalerieSectionMètre) délivrant un faisceau lumineux selon un plan perpendiculaire à la galerie, combiné à un appareil photographique numérique⁹⁶.

Cette seconde étape est complétée par une étude géologique⁹⁷, afin de caractériser la distribution de ces structures filoniennes et de leur relation avec l'encaissant d'une part, la nature du minerai et de la roche encaissante d'autre part. Une prise d'échantillons réalisée en tenant compte de l'architecture des travaux et de la dynamique de l'exploitation a complété cette approche. Ces échantillons ont été soumis à une série de microanalyses et analyses globales suivant un protocole présenté p. 138.

Enfin, au cours d'une troisième étape, des sondages ont été réalisés en différents points

⁹⁵ Cette première étape a été réalisée par E. Kammenthaler et G. Munteanu sur l'ensemble du secteur Nord. L'exploration et le relevé du secteur sud ont été assurés par J. Maintenant, J.-M. Fabre et C. Rico.

⁹⁶ Cet appareil a été conçu par E. Kammenthaler, IKER Archéologie, et B. Ancel, Service culturel de l'Argentière-La-Bessée et réalisé par IKER Archéologie. L'étude a été faite par E. Kammenthaler, assisté dans le relevé des sections par G. Munteanu et J. Maintenant.

⁹⁷ Cette étude est menée par G. Munteanu.

de la mine⁹⁸. Le choix des secteurs sondés a été établi en tenant compte de leur position dans la dynamique d'exploitation (travaux de recherche, chantier d'exploitation). A chacune des interventions, il s'agissait d'une part de comprendre les modes de remplissage, de caractériser la nature de ce dernier, de réaliser un relevé et une étude technique détaillés des ouvrages sondés, et, surtout, de recueillir des éléments permettant d'affiner la chronologie.

Parallèlement à ces interventions, nous souhaitions comprendre comment s'organisaient les travaux souterrains vis-à-vis de la surface, en tentant de localiser les entrées originelles de la mine et les éventuels ouvrages d'assistance destinés à assurer l'exhaure ou l'aérage de la mine. Il s'agissait en outre de déterminer l'existence d'installations de surface connexes à l'activité minière (aires de traitement des minerais, zones d'habitat). Une prospection systématique du plateau des Barrengs et de ses versants a permis d'inventorier un ensemble de sites correspondant à des travaux miniers de surface et des épandages de matériel archéologique. Une prospection géophysique réalisée à l'emplacement du carreau supposé de la mine a complété ces observations⁹⁹.

1.2.2. Du site à l'espace de production : l'approche extensive

L'objectif de cette thèse nécessitait la mise en œuvre d'une approche extensive réalisée dans une perspective diachronique. Cette approche implique la réalisation d'un inventaire des vestiges d'exploitation, tant pour le fer que pour les minerais non-ferreux. Nous avons exploré dans un premier temps toutes les zones du versant sud de la Montagne Noire et des Corbières où des indices d'une activité ancienne avaient été recensés lors de la recherche documentaire. Trois secteurs en particulier ont retenu notre attention (plateau de Lacamp, vallée du Torgan et moyenne vallée de l'Orbiel ; fig. I-22) et ont fait l'objet d'une enquête plus complète.

On ne saurait toutefois qualifier cette prospection de systématique. Dans le milieu naturel qui est celui de l'arrière-pays narbonnais, une telle approche est illusoire. Elle se heurte à de nombreuses contraintes propres aux zones de montagnes languedociennes, qui ne constituent pas un terrain particulièrement favorable à la recherche archéologique. Les massifs de la Montagne Noire et des Corbières, aux altitudes moyennes plutôt modestes (200- 800 m) ont un relief très compartimenté fait d'une succession de longues crêtes, de hauts plateaux, de vallons aux pentes fortes et d'étroits bassins, qui rendent la circulation particulièrement difficile. De plus, ces territoires ont connu au cours du XX^{ème} s. une crise économique et démographique particulièrement forte, entraînant l'abandon des terres les moins riches. Ce phénomène est surtout perceptible dans les Hautes Corbières, au relief plus découpé, et dans la partie centrale de la Montagne Noire. Les cultures dites traditionnelles – céréales, oliviers, vignes, châtaigniers – ont largement disparu de ces hautes terres, tout comme l'élevage des ovins et caprins, le bétail le mieux adapté à ces massifs méditerranéens. Les champs, les pâturages et les vignes ont peu à

⁹⁸ Ces sondages ont été effectués par J. Maintenant, E. Kammenthaler, A. Beyrie, J.-M. Fabre et N. Morell i Cortes.

⁹⁹ Cette opération a été réalisée par M. Llubes (UPS - GET UMR 5563 Toulouse) et deux étudiants (Sylvain Mader et Lilian Gonin) dans le cadre d'un stage du master Sciences de la Terre de l'université Toulouse III-Paul Sabatier. Les sondages de vérifications des anomalies repérées seront effectués lors de la reprise de l'opération de fouille de la mine des Barrengs.

peu laissé place aux mattes et aux forêts de chênes verts, devenues aujourd'hui prédominantes (fig. I-24), remplacées, au-dessus de 400 à 500 m d'altitude par des formations mixtes à chênes verts et chênes à feuilles caduques (Durand *et al.* 2004 : 18). Les terres labourées sont particulièrement rares.

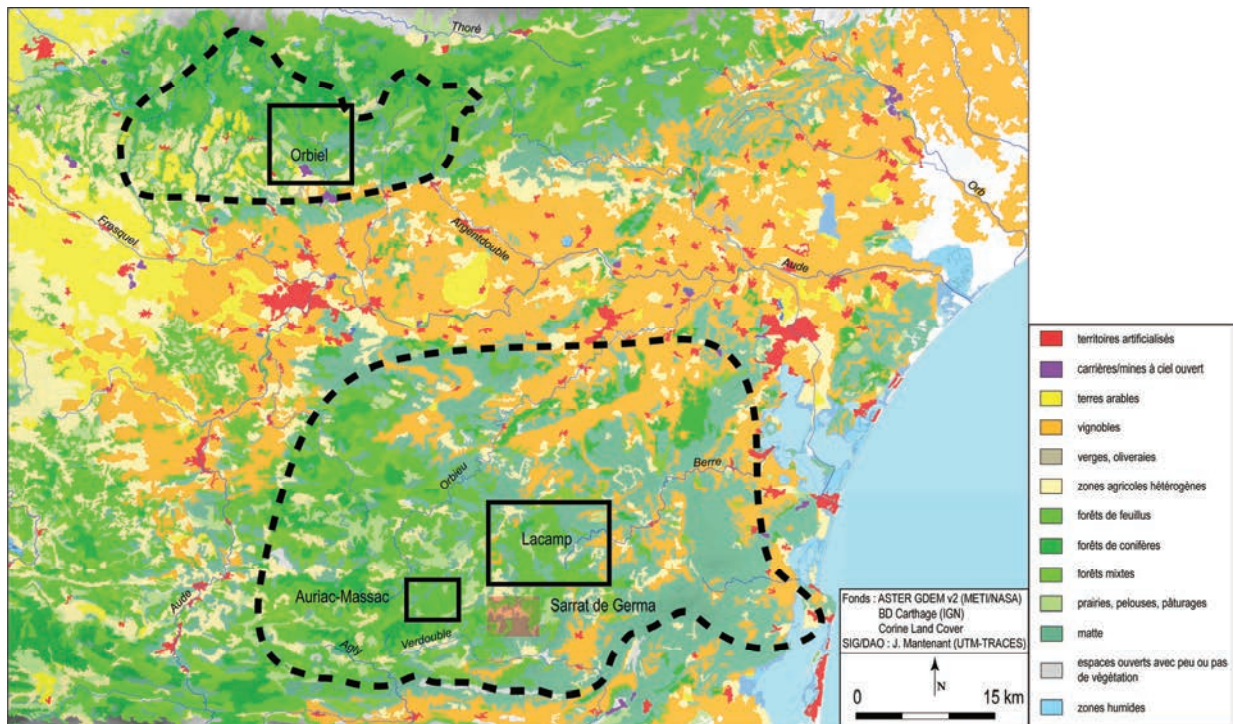


Fig. I-24 : carte d'occupation des sols (d'après Corine Land Cover 2006).

Par conséquent, la visibilité des vestiges au sol s'en trouve considérablement réduite et la progression n'est guère commode. Si la topographie et la végétation n'interdisent pas le repérage des sites archéologiques lors des prospections, elles le rendent nettement plus long et difficile. En outre, dans ces conditions, l'apport de la photographie aérienne, susceptible d'apporter des résultats significatifs en archéologie minière (Cauet, Didierjean 1992) est très faible, voire nul, excepté dans quelques secteurs relativement dégagés.

A défaut de pouvoir parcourir l'ensemble des zones de recherches prioritaires, nous avons donc tenté de couvrir dans un premier temps de manière plus ou moins égale tous les types d'unités naturelles (fond de vallée, versant, plateau, sommet/crête) en concentrant nos recherches autour des zones d'extraction des minerais. A l'instar des études menées au tournant des années 1990 et 2000 sur la sidérurgie antique de la Montagne Noire, ce travail, particulièrement long, a mis en lumière la position privilégiée des sites de traitement des minerais et des charbonnières dans certains types d'unités naturelles, en particulier les fonds de vallée et les glacis, en pied de versant. Nous avons donc fait le choix de réorienter nos prospections vers ces deux types d'unités et de multiplier les interventions sur l'ensemble des trois secteurs considérés, tout en poursuivant, plus ponctuellement qu'auparavant, la couverture des autres unités naturelles. Ceci, dans le but d'obtenir une vision la moins faussée possible des facteurs topographiques pouvant expliquer la position des sites de traitement. Ce travail a été complété par l'exploration systématique des ouvrages miniers identifiés, faisant généralement

appel aux techniques spéléologiques.

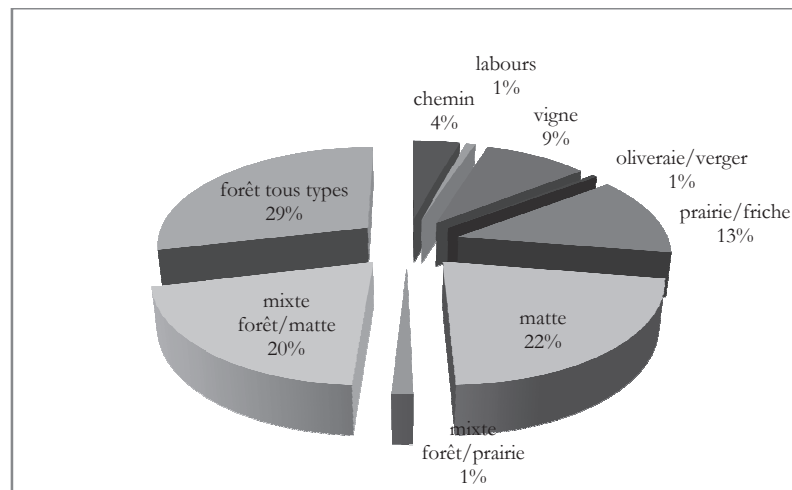


Fig. I-25 : diagramme de répartition des terrains prospectés en fonction des formes d'occupation du sol.

Ces recherches de terrain se sont déroulées entre l'automne 2009 et le printemps 2012 (Mantenant 2009b, 2010, 2011a, 2012). Au total, plus de 1500 ha ont été prospectés de manière intensive, auxquels s'ajoutent de nombreuses visites de sites non comptabilisées et des prospections plus aléatoires¹⁰⁰. Ces terrains sont largement occupés par une végétation peu favorable à la recherche archéologique (fig. I-25).

Le nombre de sites ou indices de sites (ouvrages miniers, sites et indices de traitement des minerais, sites de charbonnage) inventoriés entre fin 2009 et début 2012 au cours de la recherche documentaire et du travail de terrain s'élève à 1094, toutes périodes confondues (fig. 40). Il comprend en particulier 277 sites de traitement minéralurgiques et métallurgiques des minerais (fer et non-ferreux), 74 indices de traitement des minerais¹⁰¹, et 698 ouvrages miniers, appartenant (hors ouvrages isolés) à l'une des 236 mines (regroupement d'ouvrages miniers) recensées lors de la recherche documentaire et/ou du travail de terrain¹⁰². A ce chiffre de 1094 entités s'ajoutent 65 sites ou indices d'occupation inédits, associés dans certains cas à des déchets de travail des métaux (fer, bronze, plomb, argent) (annexes I et II).

¹⁰⁰ Les campagnes de prospections pédestres ont été menées généralement seul, excepté pendant une dizaine de jour (entre 2009 et 2012), au cours desquels ce travail a pu être réalisé avec l'aide d'une à trois personnes.

¹⁰¹ Au total, 351 sites et indices de traitement des minerais ont été recensés, parmi lesquels figurent les 203 sites de réduction identifiés entre les années 1970 et 2000 au cours des recherches réalisées sur la sidérurgie antique de la Montagne Noire. Le reste du corpus comprend 64 sites de réduction du minerai de fer inventoriés dans les Corbières, 6 sites de traitement métallurgique des minerais non-ferreux (Corbières et Montagne Noire ; problématiques dans la majorité des cas, car détruits ou mal caractérisés) et 4 sites de traitement minéralurgique des minerais (fer et non-ferreux, Corbières et Montagne Noire).

¹⁰² Toutes ces mines n'ont pu être prospectées. Le nombre total d'ouvrages miniers regroupés dans ces 236 mines est donc nettement supérieur au chiffre de 698.

1.2.3. Retour aux sites : les sondages

Notre volonté de dépasser les biais engendrés par un mode de datation exclusivement fondé sur des données recueillies lors de prospection de surface a nécessité l'ouverture d'une série de sondages archéologiques. Au total, huit opérations de ce type ont pu être engagées entre 2010, 2011 et 2012 (Maintenant 2010, 2011, 2012 ; fig. I-26).

Sondages	Montredon	Montredon 4	Caunetta	Fourques 1	Lizadou 1	Vicence 4	Vicence 5	Caraillet 1
Année	2010	2010	2011	2011	2011	2011	2011	2012
Type	mine	réduction	mine	réduction	réduction	réduction	réduction	réduction
Substance	fer	fer	cuivre argent	fer	fer	fer	fer	fer

Fig. I-26 : liste des sondages réalisés dans les Corbières (2010-2012).

Elles ont été réalisées sur six sites de réduction du minerai de fer, une mine de fer et une mine de cuivre-argent des Corbières. Ces interventions avaient aussi pour but de déterminer l'ampleur de certains amas de scories ou sites miniers, de caractériser les modes de dépôts des déchets métallurgiques ou du comblement des travaux miniers afin de comprendre l'évolution des sites, de spécifier, enfin, la nature des déblais miniers ou la typologie des déchets métallurgiques¹⁰³. Nous n'avons pas pu réaliser l'ensemble des opérations de sondage envisagées en raison des difficultés posées par les modalités de gestion des crédits alloués, qui ont considérablement diminué notre capacité d'intervention sur le terrain entre 2009 et 2012.

1.3. Les données de la recherche : méthode d'étude et outils de traitement

1.3.1. L'approche chronologique des sites miniers

En contexte minier et métallurgique, la caractérisation de la chronologie de l'activité est soumise à de nombreux aléas diminuant sa valeur informative.

La datation des sites miniers ou des sites de traitement par le biais du seul matériel archéologique se heurte à la rareté de ce dernier sur ce type de site. Qui plus est, la surreprésentation des amphores dites italiques parmi le mobilier observé en prospection sur ces sites, qu'avait déjà noté A. Tchernia (Tchernia 1986 : 92 ; Domergue 1991) n'est pas sans poser de nombreux problèmes d'interprétation. Elle présente le risque d'oblitérer des phases d'activité dont les fossiles directeurs sont moins abondants et moins faciles à identifier. La datation de ces

¹⁰³ Une prospection géophysique a par ailleurs été tentée sans succès sur un site antique de traitement des minerais non-ferreux (*Camp del Olin*, Duilhac-sous-Peyrepertuse), sur lequel le sondage archéologique envisagé à la suite de ce travail n'a pu être réalisé. Cette opération a été réalisée par M. Llubes (LEGOS) et un étudiant, Timothé Fournier, dans le cadre d'un stage du master en Sciences de la Terre de l'Université Toulouse III - Paul Sabatier.

éléments pose elle-même problème, *a fortiori* lorsque les formes caractéristiques font défaut, notamment les bords. Comme le note C. Sanchez, il n'est guère possible de proposer une datation sûre au cours de la seconde moitié du II^{ème} s. et du I^{er} s. à partir d'ensemble quantitativement peu importants (Sanchez 2003 : 658). Le titre d'un article récent de F. Olmer, « *Les amphores sont-elles utiles à la chronologie de la fin de l'âge du Fer ?* », illustre tout le paradoxe que constituent ces conteneurs, omniprésents mais d'un maniement peu aisé d'un point de vue chronologique, tant en raison des difficultés d'identification des éléments fragmentaires et que de la réutilisation récurrente de ce type d'objet (Piot 2001 ; Olmer 2012 : 317). Or, dans le domaine de la production des métaux, les possibilités de réutilisation des amphores sont nombreuses, en particulier pour l'éclairage et/ou le transport de charbons incandescents, la conservation de l'eau ou de matériaux divers¹⁰⁴. A ce titre, l'une des conclusions de l'article de F. Olmer est particulièrement explicite, l'auteur proposant de « *renoncer temporairement à dater les ensembles avec seulement les Dressel 1, dont nous pensons qu'elles ne sont pas un marqueur chronologique aussi fiable qu'on veut bien le dire* » (Olmer 2012 : 335). Nous verrons effectivement qu'une mise en perspective des données de prospection avec les informations livrées par les sondages archéologiques réalisés à la mine des Barrencs et dans les Corbières invite à reconsidérer certaines interprétations chronologiques proposées à partir des seules découvertes d'amphores italiennes.

Dans le cas des sites miniers, l'approche chronologique est rendue plus délicate par l'existence possible au sein d'un même site de plusieurs phases d'activité. De fait, la caractérisation de la chronologie d'un ouvrage minier, *a fortiori* dans le cas de travaux de grande ampleur, implique l'élaboration d'une chronologie fine, susceptible de renseigner les différentes phases d'activité.

L'étude des techniques mises en œuvre par les mineurs, en particulier les techniques d'abattage de la roche, est susceptible d'apporter des précisions dans ce domaine. Mais cette approche se heurte à la pérennité de certaines d'entre elles (Py 2009 : 204-205). Ainsi, l'abattage à la pointerolle ou l'abattage par le feu ne peuvent constituer des indices de datation fiables. Le premier mode d'abattage est en effet largement utilisé en Europe de l'âge du Fer à l'époque contemporaine. La seconde pratique est quant à elle en usage sur le territoire français du Chalcolithique jusqu'au XVIII^{ème} s., et se maintient dans certaines régions d'Europe jusqu'au XIX^{ème} s. (Berg 1992 : 65-76 ; Ancel, Py 2008 : 41 ; Pierre 2008 : 47-49)¹⁰⁵. De fait, contrairement à ce que certaines études laissent entendre (Ambert 2002 : 714 ; Bouquet *et al.* 2006 : 150-152), on ne peut en aucun cas établir une chronologie de l'activité basée sur l'étude morphologique des stigmates laissés par l'abattage par le feu.

Certaines techniques d'abattage d'introduction récente donnent en revanche des résultats significatifs dans l'approche chronologique d'un site. Ainsi, l'abattage à la poudre ou à l'explosif apparaît à partir des premières décennies du XVII^{ème} s. dans l'aire germanique, et peut-être dès la seconde moitié du XVI^{ème} s. en Italie (Pierre 1992 ; Bailly-Maître 2002 : 84-85 ; Ancel, Py 2008 : 41). De fait, la présence des stigmates caractéristiques de cette technique permet

¹⁰⁴ Aux Barrencs, la réutilisation de culots d'amphores pour l'éclairage et/ou le transport de charbons incandescents est très vraisemblable (cf. partie II, chapitre 2).

¹⁰⁵ Communication orale B. Ancel, réunion de la SAFEMM, novembre 2007 (*Bibracte*/Glux-en-Glenne, 58).

d'identifier assurément une intervention moderne ou contemporaine¹⁰⁶. En revanche, comme on l'a vu ci-dessus, l'absence d'indice d'un abattage à la poudre ou à l'explosif n'est pas toujours significative d'un point de vue chronologique, l'abattage à l'outil ou par le feu pouvant être mis en œuvre à ces époques, dans certains contextes géologiques et économiques.

Plus largement, l'étude de la dynamique opératoire, qui tient compte en particulier des sens de creusement, de l'architecture des travaux et de l'organisation d'ensemble de la mine, participe à l'établissement d'une chronologie relative de l'activité. Mais les longs cycles d'exploitation et les différentes reprises de l'activité peuvent compliquer la tâche¹⁰⁷.

En somme, l'étude des techniques mises en œuvre ou le mobilier archéologique associé aux travaux sont susceptibles de fournir une vision déformée du phasage chronologique de l'activité. Il s'avère nécessaire de faire appel aux méthodes de datations en laboratoire. En contexte minier et métallurgique, plus particulièrement dans les travaux souterrains et dans des conditions d'humidité adéquates, l'abondance et la bonne conservation des matériaux organiques (boisages*, résidus charbonnés de foyers d'abattage par le feu, aménagements et outils en bois), permet généralement de faire appel à la datation par le radiocarbone (datation ¹⁴C) ou à la dendrochronologie.

En l'absence de bois en bon état, seule la première technique a pu être mise en œuvre dans le cadre des différentes interventions réalisées au cours de notre enquête. Les échantillons de charbons qui ont fait l'objet de datation ¹⁴C réalisées systématiquement en AMS¹⁰⁸ ont été prélevés au cours des sondages réalisés aux mines des Barrencs et de la Caunetta, et sur les sites de réduction Lizadou 1, Vicence 4 et Vicence 5. Au total, vingt-trois datations par le radiocarbone en AMS ont été réalisées à partir de charbons de bois prélevés dans des travaux miniers et sur des sites de traitement des minerais. Dans la mesure du possible, ce sont des fragments de branches et branchettes qui ont été datés : présentant peu de cernes de développement, ces fragments sont en principe contemporains ou de peu antérieurs à l'année d'abattage¹⁰⁹ (Van Strydonck *et al.* 1999 : 435 ; Évin, Oberlin 2001 : 101-101 ; Évin, Oberlin 2005 : 80).

Les intervalles de dates calibrées sont exprimés pour une probabilité de 95,4% et 68,2%. Dans notre discussion, nous avons uniquement tenu compte de l'intervalle de dates exprimé pour une probabilité de 95,4 %. Ces résultats ne désignent qu'une fourchette relativement lâche dans laquelle se place l'âge vrai inconnu du fait archéologique. Ils doivent être interprétés à

¹⁰⁶ Souvent mentionné dans la suite du texte, le principal fossile directeur de cette technique est le reliquat de trou de fleuret ou de foret dans lequel était placée la charge. Il est généralement visible en paroi, parfois sur des blocs rejetés par les mineurs (Chaussier, Morer 1981 : 234-239 ; Pierre 1992).

¹⁰⁷ En particulier, l'utilisation d'un ouvrage tout au long de l'activité développée sur un site, qui peut s'étaler sur plusieurs décennies, ou bien la réutilisation d'un ouvrage lors d'une reprise, incluant parfois un surcreusement, sont deux cas de figure assez fréquents.

¹⁰⁸ Accelerator Mass Spectrometry, ou spectrométrie de masse par accélérateur.

¹⁰⁹ L'objectif était d'éviter l'effet « vieux bois », susceptible de vieillir l'âge obtenu : le marquage par le radiocarbone du gaz carbonique de l'atmosphère ne concerne que les cellules vivantes, situées dans un arbre au niveau de l'écorce, du cambium* et de l'aubier*. Les cernes plus anciens situés dans le bois de cœur sont constitués de cellules mortes, qui n'ont donc pas la possibilité de renouveler leur teneur en carbone 14. La datation de bois de cœur donne l'intervalle dans lequel se situe la mort des cellules, et non le moment où l'arbre a été abattu. Or, la mort des cellules peut intervenir plusieurs dizaines voire plusieurs centaines d'années avant l'abattage de l'arbre (Szépertyski 1999 : 72 ; Py 2009 : I, 205-206).

Paune des problèmes posés par ce type de méthode.

La localisation des points d'échantillonnage dans les sites miniers a été définie en tenant compte de l'ensemble des observations réalisées lors de l'étude de la dynamique d'exploitation. Il s'agit de permettre un croisement optimum de la chronologie relative et des datations absolues, dans le but de caractériser au mieux le phasage chronologique de l'activité. Il faut toutefois garder à l'esprit que l'ampleur des intervalles fournis par les datations ^{14}C ne permet pas d'atteindre une grande précision dans ce domaine (Téreygéol 2001 : I, 218 ; Py 2009 : 206). Cette technique vise surtout à caractériser les grandes phases d'exploitation d'un gisement, réparties sur une période de plusieurs siècles. Elle n'est théoriquement d'aucun secours lorsqu'il s'agit de préciser les rythmes de l'activité au sein d'un cycle d'exploitation de quelques décennies. Par ailleurs, cette méthode de datation n'est pas sans poser des difficultés d'interprétation d'un point de vue historique, *a fortiori* aux deux derniers siècles avant notre ère. A cette époque, la Gaule méditerranéenne connaît une évolution politique, économique et socio-culturelle rapide, qui ne peut se satisfaire d'intervalles trop larges.

Nous avons tenté de dresser une carte de fiabilité des chronologies proposées pour les sites inventoriés (Fig. 254-255). Cette carte a été réalisée en croisant les informations suivantes :

- la nature des éléments de datation (mobilier céramique, datations par le radiocarbone),
- le nombre d'individus (mobilier céramique) ou de datations par le radiocarbone,
- les conditions d'identification des éléments de datation (en surface ou en stratigraphie),
- la position du site et, partant, la nature des phénomènes érosifs qui peuvent potentiellement le toucher,
- les risques de pollutions en lien avec des pratiques anthropiques.

Cinq niveaux de fiabilité ont été définis : très bon, bon, modéré, mauvais, nul. Cet outil illustre les difficultés rencontrées pour fixer une chronologie un tant soit peu précise des sites de production inventoriés.

1.3.2. Gestion et traitement des données : le Système d'Information Géographique

L'approche économique et technique d'un espace minier et métallurgique impliquait la gestion d'une masse d'information considérable d'ordre géographique, géologique, archéologique et historique, et un croisement continu de ces dernières. Il était donc nécessaire de concevoir un système d'information géographique (SIG) facilitant la structuration, le traitement, la confrontation, l'analyse et la visualisation des données recueillies, dans un souci évident de gain de temps et d'exploitation efficiente des informations (Piro, Varet-Vitu 2004).

Parmi toutes les possibilités offertes par cet outil, la représentation de données géographiques et archéologiques vectorielles (mode vecteur)*, sur un référentiel visuel ou un fond de plan géoréférencé de type raster (mode raster)* est la plus courante. C'est celle que

nous avons mis en œuvre ici. Les données archéologiques vectorielles, de types ponctuel (point), linéaire (ligne) ou surfacique (polygone), correspondent à des entités à chacune desquelles sont associées des coordonnées géographiques. Ces données sont regroupées au sein de couches qu'il est possible de superposer dans un projet SIG à partir du moment où elles possèdent toutes le même système de coordonnées de référence (SCR). Les entités d'une même couche peuvent être définies par des métadonnées, les variables ou attributs*, regroupées au sein d'une table attributaire*. Dans cette table, chaque ligne correspond à une entité, chaque colonne correspond à une catégorie d'attributs. Une couche regroupe donc des entités pouvant être décrites de la même manière et désignée par le même type de forme (point, ligne ou polygone). Ces entités peuvent être localisées sur des documents géoréférencés (carte, photographie aérienne, plan).

Les potentialités en termes de gestion et d'analyses de données archéologiques offertes par ce type d'outils sont nombreuses (Barge, Saligny 2011 ; Nuninger, Bertonecello 2011). Son usage s'est limité au cours de cette enquête à l'archivage, à la visualisation et à quelques analyses de base des informations archéologiques (constats, calculs sommaires...). Cet outil a plus particulièrement facilité le croisement des informations archéologiques entre elles ou avec les données géologiques, la préparation des opérations de terrain, l'identification et la description des zones prospectées, l'analyse sommaire de la distribution des sites d'extraction et des sites de traitement et la création de documents cartographiques thématiques.

Le logiciel utilisé est Quantum GIS®. Une première phase de modélisation a permis d'identifier le type d'informations que nous souhaitons intégrer à notre projet, en établissant un modèle conceptuel des données. Celles-ci sont extraites du fichier d'inventaire des sites et indices de sites, composés de fiches individuelles. Dans chacune de celles-ci, des rubriques groupées en plusieurs thèmes (contexte géologique, contexte géographique, mobilier archéologique, données techniques...) rassemblent l'essentiel des informations fournies par l'étude morphologique et technique des sites miniers, des sites de traitement, des aires de charbonnage et des déchets associés. Dans notre projet SIG, un site ou indice de site correspond à une entité, les rubriques descriptives constituant chacune un attribut. Pour chaque site, une fiche de synthèse a été créée par ailleurs via le logiciel Filmaker Pro Advanced®, comportant quatre grands modules (*Identification, Description, Synthèse, Sources*), afin de proposer pour chaque site ou indices de site un document synthétique et facile à manier.

Les documents cartographiques mis en œuvre dans notre projet sont présentés ci-dessous (fig. I-27). La BD Alti 25 m de l'IGN, la Banque du Sous-Sol, le SCAN_H_GEOL50 et la BD Carthage ont été les principaux documents utilisés. Ils ont permis de créer l'ensemble de la cartographie de la thèse. Les rasters SCAN25® du département de l'Aude, correspondant à l'image numérique des feuilles de la carte topographique de l'IGN au 1/25000^{ème}, ont surtout été utilisés lors de la préparation de notre enquête de terrain. Les données de la Banque du Sous-Sol (BSS) et la totalité des fonds cartographiques du BRGM couvrant l'ensemble des territoires étudiés (cartes géologiques à l'échelle 1/50 000^{ème} et 1/250 000^{ème}) ont été utilisé par le biais du standard WMS (Web Map Service) des services OGC. Ces données toutefois, ne sont pas d'une grande précision. Qui plus est, la localisation des indices miniers signalés dans la BSS est souvent erronée, les erreurs pouvant atteindre plusieurs kilomètres. La BD Carthage® est la base de données du réseau hydrographique français, où figurent notamment les noms et la longueur des cours d'eau, qui font l'objet d'un classement codifié. Enfin, *Corine Land Cover* est

une base de données européenne d'occupation biophysique des sols. Cet outil nous a notamment permis d'évaluer le type de couvert végétal présent sur les territoires prospectés préalablement aux opérations de terrain, et d'aborder la question des problèmes de représentativité des données en fonction de la couverture actuelle à l'échelle de l'ensemble des territoires étudiés (cf. p. 128).

Domaine	Documents	Organisme
topographie/orographie	BD ALTI® 25 m	IGN ¹¹⁰
	SCAN25®	IGN
	ASTER GDEM v2	NASA/METI ¹¹¹
géologie	Banque du Sous-Sol	BRGM ¹¹²
	SCAN_D_GEOL50	BRGM
	SCAN_F_GEOL250	BRGM
	SCAN_H_GEOL50	BRGM
hydrographie	BD Carthage®	SANDRE ¹¹³
occupation des sols	Corine Land Cover	IFEN ¹¹⁴

Fig. I-27 : liste des documents cartographiques utilisés dans le projet SIG de la thèse.

Dans l'ensemble, ces documents ne sont pas toujours d'une grande précision. En outre, ils peuvent contenir des erreurs, en particulier en ce qui concerne les contours des entités surfaciques (communes, régions, groupe de végétation). Cependant, cela ne diminue en rien leur intérêt.

1.3.3. Etude macroscopique des déchets et des minerais

La restitution de la chaîne opératoire de la production des métaux passe par l'étude d'ateliers et des déchets associés. Or, aucune structure de traitement n'a été mise à jour lors de cette enquête, ce qui limite considérablement les possibilités d'interprétation. Dans ces conditions, les déchets d'activité constituent l'unique source d'information pour la compréhension des procédés techniques mis en œuvre (Leroy 1997 : 40-53 ; Fluzin *et al.* 2000 : 107 ; Leroy, Merluzzo 2004 : 69). La méthodologie suivie, qui s'appuie sur plusieurs études de références¹¹⁵, comprend cinq étapes essentielles :

1. échantillonnage des déchets sur les sites de traitement

Sur les sites de traitement des minerais, l'observation *in situ* des déchets de traitement

¹¹⁰ <http://professionnels.ign.fr/gratuit>.

¹¹¹ <http://reverb.echo.nasa.gov/reverb>.

¹¹² <http://infoterre.brgm.fr/spip.php?article31>.

¹¹³ <http://www.sandre.eaufrance.fr>.

¹¹⁴ <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-ligne/li/1825/1097/occupation-sols-corine-land-cover.html>.

¹¹⁵ Citons en particulier les travaux présentés dans Mangin *et al.* 1992 : 33-42 ; Dunikowski, Cabboï 1995 : 151-162 ; Leroy 1997 : 41-47 ; Serneels 1998 : 18-22 ; Fluin *et al.* 2000 ; Le Carlier *et al.* 2007 ; Robion-Brunner 2008 : 219-236.

permet en règle générale d'identifier des éléments d'aspect, de couleur et de densité distincts. L'échantillonnage repose sur ces observations préliminaires, et vise à recueillir le maximum d'éléments représentatifs des différents types de déchets observés. Cet échantillonnage est donc largement tributaire des impressions visuelles des prospecteurs et des conditions de visibilité des vestiges au sol, qui peuvent être très variables en fonction du couvert végétal, de l'état des terrains, de la météo et de l'état de conservation du site. De fait, la valeur représentative des échantillons prélevés selon cette méthode est limitée. Elle privilégie le plus souvent les éléments les plus gros, les plus solides et aux couleurs contrastant le plus avec le couvert végétal ou le sol. A cette difficulté s'ajoutent les problèmes posés par un échantillonnage de surface, qui ne concerne que les couches de scories les plus hautes, et donc les plus récentes (Serneels 1993 : 73-74)¹¹⁶. Pour limiter ces biais, il est préférable d'exclure de ce processus d'échantillonnage les concentrations de scories peu visibles en surface¹¹⁷, et d'effectuer un prélèvement le plus large possible, mené sur l'ensemble d'un site, si possible en localisant précisément la position des éléments recueillis et en enregistrant des informations contextuelles (Ploquin 2001 : 309-311 ; Le Carlier *et al.* 2007 : 24). Une telle approche peut aider à identifier une éventuelle zonation dans la répartition des déchets et des éléments associés.

2. observations macroscopiques de l'ensemble des déchets recueillis

Chaque échantillon recueilli est photographié, mesuré, pesé et rapidement décrit (morphologie, matériau, inclusions, magnétisme, porosité). Ces informations sont intégrées dans une base de données, qui compte près de 1400 éléments décrits, issus de plus d'une soixantaine de sites de traitement des minerais. L'altération assez forte des matériaux est toutefois un frein à la reconnaissance visuelle des éléments constituant les concentrations de déchets de traitement.

3. étude détaillée des éléments représentatifs

Les éléments les plus représentatifs des déchets échantillonnés sur chacun des sites (pièces complètes ou bien conservées, pièces significatives...) sont décrits de manière plus détaillée. Ponctuellement, le sciage d'échantillons permet de compléter les descriptions par des observations à la loupe binoculaire.

4. établissement d'une première typologie détaillée des déchets présents sur un site

La somme des observations préliminaires et des fiches descriptives d'échantillons représentatifs permet de proposer une première typologie des déchets présents sur un site, caractérisant une origine fonctionnelle et/ou technique (Le Carlier *et al.* 2007 : 24).

5. quantification des types de déchets présents sur chaque site

La caractérisation des différents types de déchets présents sur un site ne permet pas, à elle seule, de distinguer les processus techniques mis en œuvre. Il est nécessaire en effet de

¹¹⁶ Notons que le remaniement d'un amas de scories peut entraîner le mélange d'éléments éventuellement produits par des techniques de traitement différentes.

¹¹⁷ Nous l'avons dit, la visibilité des vestiges au sol est très variable. Certains sites peuvent être presque complètement masqués par une prairie, des alluvions, des colluvions ou une couche d'humus.

quantifier la présence de chaque type sur un même site lors d'une nouvelle visite, afin d'évaluer les proportions de déchets présents via une échelle de fréquence (estimation visuelle) et de mettre en lumière le ou les types dominants (Serneels *et al.* 2004 : 100 ; Robion-Brunner 2008 : 232-233). Ce cortège de déchets permet alors une détermination préliminaire de certains des procédés mis en œuvre, en particulier le mode d'évacuation de la scorie.

Toute la difficulté de cette approche réside évidemment dans le caractère incomplet des échantillonnages réalisés au cours des prospections. Les sondages ouverts dans les cinq ferriers, s'ils permettent d'affiner nos observations, ne fournissent eux-mêmes qu'une image tronquée de la constitution des ferriers. Néanmoins, plusieurs études ont montré que cet échantillonnage prospectif peut apporter des éclairages intéressants sur les techniques mises en œuvre par les sidérurgistes pour peu que l'on conserve une certaine prudence dans le traitement de l'information (Robion-Brunner 2010 : 53-105).

La production antique des métaux non-ferreux était un point que nous souhaitions aborder en priorité. Nous avons donc tenté d'apporter des éléments de réponse à certains des problèmes posés par cette chaîne opératoire, en complétant la caractérisation morphologique des déchets par des analyses physico-chimiques.

1.3.4. Etude archéométrique d'une production : le traitement des minerais non-ferreux Cu-Ag-Pb

Cette approche exploratoire a concerné essentiellement le site du Camp del Oliu, situé sur la commune de Duilhac-sous-Peyrepertuse, dans les Corbières et daté des II^{ème}-I^{er} s. av. n. è. Le site se trouve à moins de 5 km de la zone minière du Sarrat de Germa, où une importante activité minière datée de la même période a été identifiée. Centrée sur l'extraction d'un minerai composé essentiellement de cuivres gris (tétrédrite), affichant des teneurs moyennes en argent modérées (< 2 %), elle est potentiellement contemporaine de l'activité métallurgique développée sur le site du Camp del Oliu.

L'étude visait à éclairer deux points essentiels :

- la nature des minerais traités
- la nature des productions

Le site se trouvant dans une région où les gisements non-ferreux sont dominés par les cuivres gris, nous avons souhaité vérifier en particulier l'hypothèse d'une production d'argent à partir de ce type de minerai, afin de mieux caractériser la nature des interventions minières tarde-républicaines dans le massif des Corbières.

Au total, cent quarante huit échantillons ont été prélevés sur le site du Camp del Oliu à la suite de ramassages répétés selon le protocole présenté plus haut (cf. p. 136). L'ensemble de ces éléments correspond essentiellement à des scories, de différents types, auxquelles s'ajoutent des résidus sulfurés, métalliques ou oxydés, des fragments de paroi de four et des fragments de roche exogène. Ces échantillons ont fait l'objet d'une description morphologique détaillée. Les éléments les plus significatifs ont été sciés afin de compléter la description par l'observation de leur partie interne. Les observations réalisées par la suite se sont déroulées en plusieurs étapes.

Des sections polies ont été réalisées à partir de treize de ces échantillons, à l'atelier Roches du laboratoire GET UMR 5563, à Toulouse (fig. I-28). Nous avons privilégié les éléments les plus représentatifs des différents types de déchets déterminés lors du premier examen macroscopique.

Échantillons	Types	Microscope métallographique	MEB-EDS	Microsonde électronique
CDO1	scorie	X	X	X
CDO5ab	scorie	X	X	X
CDO9	scorie	X		X
CDO25	scorie	X		
CDO26	scorie	X	X	X
CDO38	scorie	X	X	X
CDO42	scorie	X	X	X
CDO43	scorie	X	X	X
CDO64	scorie	X	X	
CDO101A	scorie	X	X	X
CDO128	scorie	X		X
CDO131	scorie	X	X	X
CDO140	résidu métallique et sulfuré	X	X	

Fig. I-28 : types d'analyses réalisées sur les échantillons de déchets provenant du site du Camp del Oliu.

Ces sections polies ont fait l'objet d'un examen au microscope métallographique en lumière réfléchie, à différents grossissements (X 5, X 10, X 20 et X 50). Cet examen a permis de caractériser la morphologie interne des échantillons et d'identifier les zones (fenêtres d'observation) susceptibles de faire l'objet de microanalyses destinées à préciser la composition et la nature des plages observées. Ces microanalyses ont été réalisées au laboratoire GET à l'aide de deux outils complémentaires.

Un microscope électronique à balayage (MEB) Jeol JSM 6360LV, couplé à un système d'analyse EDS (« Silicon Drift Detector » PGT Sahara) a permis de réaliser des analyses élémentaires. Ces analyses sont ponctuelles, ou locales, et couvrent une surface d'environ 5 μm^2 . Les résultats d'analyses sont fournis sous la forme de spectres. Ponctuellement, nous avons réalisé une quantification des éléments présents. Néanmoins, la marge d'erreur au MEB-EDS est au minimum de 0,5 %. Cette approche ne permet donc pas d'identifier les éléments présents à de faibles taux, ni de procéder à une quantification aussi précise que la microsonde électronique.

La microanalyse par sonde électronique permet en effet une quantification précise de la composition chimique des minéraux (précision d'environ 1 % pour les éléments majeurs) et la détection d'éléments mineurs à quelques dixièmes de % en conditions standards d'analyse et à quelques centièmes de % en adoptant des temps de comptage du signal plus longs. Son fonctionnement est basé sur la spectrométrie des rayons X émis par un minéral au point d'impact d'un faisceau incident d'électrons. L'émission obtenue est comparée avec des témoins standards dont la composition est précisément connue.

La microsonde du laboratoire GET est un SX50 Cameca. Elle est équipée de trois

spectromètres dispersifs en longueur d'onde WDS, dotés de cristaux analysateurs qui vont diffracter les émissions X de l'échantillon sous l'impact du faisceau électronique. Cette machine permet d'analyser trois éléments simultanément, avec une durée d'analyse de chaque élément de 20 secondes en moyenne. Ces analyses sont ponctuelles. Elles sont réalisées à la surface de la section polie, et sont effectuées dans un volume de quelques microns cube. Le faisceau de la sonde couvre une surface d'environ 2 à 5 μm^2 . L'utilisation de standards spécifiques à chaque type de minéraux (sulfures, oxydes...) implique d'établir des programmes d'analyses. Nous en avons utilisé trois types (fig. I-29) :

Programmes	Éléments analysés
sulfure	inclusions néoformées, reliquats sulfurés
métal	inclusions néoformées
oxyde	reliquats rocheux, matrice *(phases vitreuses et cristallisées)

Fig. I-29 : programmes analytiques utilisés lors des analyses à la microsonde électronique.

Le travail réalisé sur la microsonde est tributaire du temps nécessaire pour les analyses. Plus le nombre d'éléments à analyser est important, plus le temps d'analyses est long, moins nous pouvons réaliser d'analyses sur chacune des sections polies. De fait, la réalisation d'analyses à la microsonde implique une bonne connaissance préalable des éléments présents dans les minéraux étudiés et un bon repérage des différents types de minéraux. Le choix des éléments à analyser a donc été déterminé préalablement en fonction de l'identification minéralogique effectuée au microscope métallographique et des résultats des analyses élémentaires réalisées au MEB-EDS. Cependant, malgré ce mode opératoire, tous les résultats ne sont pas satisfaisants. Le principal problème rencontré est le sur-bouclage ou le sous-bouclage des analyses. Les raisons sont diverses (présence d'un élément absent du programme d'analyse, faisceau d'électron à cheval sur deux plages distinctes...). Nous avons généralement écarté ces analyses, en ne prenant en compte que les résultats les plus représentatifs, compris entre 98 et 102 %.

De plus, les seuils de détection limitent les possibilités d'identification des éléments traces. Ceux-ci sont variables en fonction du temps d'analyse et des éléments dosés. Ainsi, dans le cas de l'argent, le seuil de détection est de 0,12 % pour un temps de comptage de 15 s et de 0,08 % pour un temps de comptage de 40 s. Cette situation peut poser certains problèmes lors de la quantification des teneurs en Ag dans les plages métalliques ou sulfurées, souvent faibles et situées près de la limite de détection.

Les données microanalytiques sont présentées dans l'annexe VI. Ces résultats sont compilés sous forme de fiches individuelles (annexe V), une fiche regroupant la somme des analyses et observations réalisées dans une fenêtre d'observation. Ces données sont synthétisées et interprétées dans le chapitre 2 de la partie II (cf. p. 225). Les résultats des analyses réalisées à la microsonde sont exprimés en % massique, sous forme de tableaux. Chaque élément est désigné par son symbole chimique dans le cas des analyses de métaux ou de sulfures, par son oxyde dans le cas des analyses d'oxydes et de silicates.

Cette approche a été complétée par la réalisation de microanalyses et d'analyses globales des échantillons de minerais prélevés dans des travaux miniers antiques dans la zone minière du

Sarrat de Germa, contemporains de l'activité développée sur le site métallurgique du Camp del Oliu (annexes V et VI et fig. I-37). Il s'agissait de mieux caractériser la minéralogie de ce secteur et la nature des minerais extraits, et de confronter ces informations avec les données recueillies sur le site métallurgique. Les échantillons de minerai ont été systématiquement prélevés sur les filons observés sur les fronts de taille des travaux miniers où une activité antique est jugée certaine, après nettoyage préalable des zones d'oxydation supergène formées postérieurement à l'activité minière¹¹⁸. L'étude par microanalyses a concerné les échantillons suivants (fig. I-30) :

Section	Type	Microscope métallographique	MEB-EDS	Microsonde électronique
CAU1	minéralisation + gangue	X	X	X
CAU2	minéralisation + gangue	X		
CAU3	minéralisation + gangue	X		X
CAU4	minéralisation + gangue	X		X
ESQ1	minéralisation + gangue	X	X	
ESQ2	minéralisation + gangue	X		X
ESQ3	minéralisation + gangue	X		X
ESQ4	minéralisation + gangue	X		X
TIS1	minéralisation + gangue	X	X	X
TIS2	minéralisation + gangue	X		X
TIS3	minéralisation + gangue	X		X
TIS4	minéralisation + gangue	X		X

Fig. I-30 : types d'analyses réalisées sur les échantillons de minerai provenant des mines du Sarrat de Germa.

A la suite de ce travail analytique, neuf échantillons de minerai ont fait l'objet d'analyses globales des teneurs en éléments (Cu, As, Ba, Cu, Pb, S, Sb) au laboratoire *ALS Minerals* de Séville, (Espagne) (fig. I-37). Nous sommes conscient que le nombre d'échantillons analysés est peu élevé et que l'étude géoarchéologique des corps minéralisés exploités durant l'Antiquité reste à faire. Néanmoins, les résultats de cette enquête exploratoire, même limités, complètent utilement les données archéologiques recueillies dans les mines du Sarrat de Germa.

L'étude géologique systématique réalisée aux Barrencs par G. Munteanu a quant à elle inclus un important travail de caractérisation des minerais et des roches encaissantes, par le biais notamment d'une prise d'échantillons dans le réseau du Mourral de la Grave, soumis à des microanalyses (MEB-EDS et microsonde électronique) et des analyses globales (laboratoire *ALS Minerals* de Rosia Montana) (fig. I-31).

¹¹⁸ Nous avons choisi systématiquement des sites ne comportant *visiblement* qu'une seule phase d'activité et ayant livré, dans leur halde ou au sein des ouvrages, des éléments de datation situés dans la même fourchette chronologique que le site du Camp del Oliu. Toutefois, on ne peut en aucun cas affirmer que ces travaux et le site du *Camp del Oliu* sont strictement contemporains. Par ailleurs, il faut tenir compte du fait que la minéralisation observée sur les fronts de taille ne correspond pas forcément à la minéralisation exploitée, l'arrêt des travaux pouvant être lié notamment à une diminution des teneurs en métaux des minerais.

Bilan intermédiaire

Le travail réalisé dans l'arrière-pays languedocien dans le cadre de cette thèse repose sur une approche archéologique chronophage, dont la mise en œuvre a été rendue particulièrement difficile par le milieu naturel dans lequel nous avons évolué.

Les différentes campagnes d'étude réalisées sur le site des Barrencs – jusque-là quasiment vierge de toute intervention archéologique – par une équipe aguerrie se plaçant au croisement de la géologie et de l'archéologie s'inscrivent dans une démarche globale ayant pour cadre deux des principales régions minières du Languedoc occidental, le versant sud de la Montagne Noire et les Corbières. Impliquant une longue phase de recherche documentaire préalable dont apparaissent seulement dans ce travail les principaux apports, le travail d'inventaire reste le passage obligé – et particulièrement fastidieux dans les deux massifs étudiés ici. Les pages qui suivent n'en proposent qu'une vision synthétique. La problématique de la thèse a nécessité un approfondissement ponctuel de cette enquête extensive, par le biais de sondages, d'explorations et d'analyses archéométriques. Cette approche constitue une nouveauté en Languedoc occidental par son amplitude et par le large champ thématique choisi.

2. L'EXPLOITATION DES GISEMENTS DE CUIVRE, ARGENT ET PLOMB DU VERSANT SUD DE LA MONTAGNE NOIRE

Constitué de terrains paléozoïques fortement plissés et disloqués, le versant sud de la Montagne et la partie méridionale de la zone axiale abritent une série de gisements miniers dont la distribution semble induite par le contact formations métamorphiques (Zone axiale) /formations paléozoïques (Versant sud). Parmi ces gisements figurent un ensemble d'occurrences dont la minéralisation est dominée par des minéraux de cuivre, argent et plomb, en particulier les cuivres gris, la galène, la chalcopirite et leurs minéraux d'altération (Tollon 1970 : 155-161 ; Chikhaoui 1981 : 138-139). Ces gisements se concentrent dans les formations paléozoïques des bassins de l'Orbiel et de l'Argent-Double (fig. 37 et 41).

Malgré la présence récurrente de ces dépôts, la question de leur exploitation durant l'Antiquité n'a jamais réellement fait l'objet d'une enquête archéologique spécifique. Les interventions réalisées dans ce domaine sont généralement restées très limitées (Guilbaut, Landes 1977a) et se sont concentrées sur un site en particulier, la mine des Barrencs, considérée depuis sa redécouverte à la fin du XIX^{ème} s. comme une mine antique. Or, l'existence d'un important district sidérurgique romain dans la Montagne Noire (Decombeix *et al.* 2000) soulève tout naturellement la question de la place tenue par les gisements de cuivre, argent et plomb du massif dans l'économie antique régionale du métal. Ces gisements ont-ils suscité comme les dépôts de fer une mise en valeur généralisée et de grande ampleur ? Si oui, selon quels rythmes et dans quelles conditions ? Ces interrogations impliquaient une double approche centrée d'une part sur l'étude de la mine des Barrencs, présentant le potentiel archéologique le plus élevé, d'autre part sur l'extension des recherches à l'ensemble du versant sud, dans le but de caractériser le contexte économique dans lequel s'est développé ce site.

2.1. La mine des Barrencs (Lastours, Fournes-Cabardès)

La mine des Barrencs se situe au cœur du district minier moderne de Salsigne, sur un plateau N-S aux versants abrupts, culminant à 340 m d'altitude, à la confluence de l'Orbiel et du ruisseau de La Grave. Le site domine l'actuel village de Lastours et fait face au hameau de Lacombe et au plateau du Juncas, au sud. Il s'inscrit dans le secteur du bassin de l'Orbiel (fig. 42 et 43).

2.1.1. Le gisement minier : morphologie et minéralisation

Le gisement des Barrencs se situe dans les formations paléozoïques fossilifères du Cambrien inférieur, rattachées à l'Unité de Salsigne-Fournes, l'un des sous-ensembles composant les nappes de charriage du versant sud de la Montagne Noire¹¹⁹. Dans la zone du

¹¹⁹ Archives DREAL L.-Ro, (S-G-3-1), Crouzet, 1989.

plateau des Barrencs, les terrains cambriens se succèdent du sud au nord en compartiments étroits d'allongement E-O (fig. 44). Le faciès des terrains encaissants du gisement, essentiellement carbonaté (calcaire-dolomie) évolue d'autant et montre notamment des intercalations schisteuses (calcschistes et schistes), bien présentes en particulier sur le versant sud du plateau des Barrencs (Issard 1984 : 244-245). Plus au sud, à ces formations carbonatées à intercalations schisteuses succèdent les Grès de Marcory, d'âge Infracambrien-Cambrien inférieur.

Ce gisement est constitué de deux structures filoniennes principales N-S : celle du Mourral de la Grave, sur la bordure occidentale du plateau des Barrencs, et celle des Barrencs de Fournes, sur le rebord oriental. Distantes de 150 m environ, reconnues sur 550 à 600 m de longueur, elles prennent place dans des failles ayant joué en décrochement sénestre. Un filon secondaire N-S, affleure près de la structure des Barrencs de Fournes parallèlement à cette dernière. Un autre filon, d'orientation NO-SE, la croise dans sa partie médiane. Cette position explique la distribution en « V » des barrencs visibles sur le plateau (fig. 45, 46, 49) ; Tollon 1970 : 155 ; Issard 1984 : 244).

L'étude géologique menée depuis 2009 dans le cadre de l'opération de fouille (cf. p. 126) a permis de préciser la géométrie de la structure filonienne du Mourral de la Grave, jusque-là très mal connue (Beyrie *et al.* 2010 : 30-41 ; Beyrie *et al.* 2011a : 4-8). Celle-ci se compose d'au moins quatre filons majeurs N-S d'épaisseur centimétrique à métrique, encaissés dans des roches carbonatées (dolomies-calcaires), des calcschistes et des schistes (fig. 47 et 48). Les filons F1 et F3, décalés sur un plan horizontal, adoptent un pendage compris entre 70 et 85°E. Un troisième filon de direction similaire (F2) mais nettement plus incliné (55 à 65°) se place entre les filons F1 et F3. Un quatrième filon, NE-SO et de pendage 50°S, recoupe les trois filons précédents (F4). Ce schéma est sensiblement similaire à celui qui a été observé au niveau de la structure filonienne des Barrencs de Fournes, recoupée par un filon NE-SO. Il existe par ailleurs un ensemble de failles secondaires à remplissage filonien, parallèles ou sécantes aux minéralisations principales, d'épaisseur centimétrique à décimétrique.

Les minéralisations du gisement des Barrencs se seraient mises en place dans les failles et fissures des terrains encaissants à la faveur de deux périodes de circulation de solutions épithermales. La première phase de minéralisation précoce à arsénopyrite, pyrrhotite, bismuthinite est restée très réduite et faiblement aurifère. La seconde phase de minéralisation, de type BPGC et bien plus développée, a entraîné le dépôt de chalcopryrite, cuivres gris, galène et sphalérite (Issard 1984 : 247). F. Tollon a proposé la paraganèse complète suivante (Tollon 1970 : 156) :

→ arsénopyrite (associé au rutile et à l'ilménite), pyrrhotite → pyrite, chalcopryrite (dominante), sphalérite, galène, bismuth natif, bismuthinite (rare), cuivres gris (abondants), matildite, pearcécite, aikinite, semseyite, emplectite, wittichenite, rezbanyite, digénite, bornite → covelline, chalcosine, malachite, jalpaïte, aragonite cuprifère.

L'analyse d'échantillons de minerai prélevé entre 2009 et 2012 en différents points du réseau du Mourral de la Grave (fig. I-31) confirme l'omniprésence des sulfures et sulfosels de cuivre (chalcopryrite, cuivres gris). L'argent est présent dans la plupart des échantillons analysés,

à des teneurs dépassant parfois 450 g/t de minerai tout-venant. Les minéraux porteurs de l'argent sont la galène et surtout, les cuivres gris, représentés par la freibergite et l'argentotennantite dans les analyses récentes¹²⁰. Ces minéraux n'apparaissent pas de manière régulière dans l'ensemble du remplissage filonienne. La chalcopryrite et la pyrite sont abondantes dans la zone médiane de la structure filonienne du Mourral de la Grave, tandis que les cuivres gris et la galène sont nettement plus fréquents dans la partie inférieure de la structure. Les phénomènes d'altération supergène ont entraîné la formation d'une zone d'oxydation, de type chapeau de fer, dans la partie supérieure des structures filoniennes des Barrencs. Au Mourral de la Grave, cette zone apparaît au-dessus de la cote 295. Les minéraux sont ici constitués par des oxydes et hydroxydes de fer (limonite, goethite, hématite) et des carbonates et oxydes de cuivre (malachite, azurite, cuprite).

L'étude en cours permettra de préciser la minéralogie et le mode de formation du gisement. Néanmoins, c'est très certainement un minerai à dominante cupro-argentifère, constitué essentiellement de chalcopryrite, de cuivres gris riches en argent et de galène, qui paraît avoir suscité l'intérêt des Anciens.

Méthode d'analyse	Au-AA26	Au-AA26	Au-AA26	Ag-AA47	Ag-AA47	Ag-AA46	Pb-AA47	Pb-AA46	Cu-AA47	ME-ICP41	ME-ICP41	Ag-OG46	Ag-OG46	Pb-OG46	WEI-21
Elément	Au	Au(R)	Au(S)	Ag	Ag(R)	Ag	Pb	Pb	Cu	Al	Fe	Ag	Ag(R)	Pb	Poids échant.
Unité	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	%	%	ppm	ppm	%	kg
Seuil détec.	0,01	0,01	0,01	1	1	1	5	0,001	2	0,01	0,01	1	1	0,001	0,02
E28	0,23	-	-	27	-	-	30	-	396	-	-	-	-	-	0,36
E29	0,13	-	-	-	-	-	-	-	405	-	8,82	-	-	-	0,84
E30	0,13	-	-	-	-	-	-	-	391	-	19,9	-	-	-	0,80
E31	0,45	-	-	-	-	-	-	-	6560	-	6,66	362	-	-	1,06
E32	0,02	-	-	5	-	-	314	-	231	-	1,39	-	-	-	1,32
E33	-	-	-	12	-	-	-	-	158	-	2,97	-	-	-	0,40
E34	-	-	-	7	7	-	-	-	168	-	3,94	-	-	-	0,82
E35	0,02	-	-	-	-	-	-	-	74	-	4,16	-	-	-	0,32
E36	0,04	-	-	57	63	-	2130	-	314	-	2,60	-	-	-	0,94
E37	0,05	0,05	-	>100	>100	490	>10000	2,34	3820	-	2,72	464	465	2,18	0,92

Fig. I-31 : résultats d'analyse des teneurs en métaux réalisées sur des échantillons de minerai prélevés dans le réseau du Mourral de la Grave
(teneur de métal en grammes par tonne de minerai non trié, gangue comprise
(analyses chimiques globales, laboratoire ALS Minerals, Rosia Montana, Roumanie).

2.1.1. Histoire d'une découverte : les recherches minières contemporaines (1893-1968)

L'exploration du site est le fruit d'une longue histoire. Elle démarre à la fin du XIX^{ème} s., au moment où la découverte de l'or dans les gisements miniers de la région (1892) entraîne un essor important des recherches minières sur le versant sud de la Montagne Noire (Capéra 1986). L'auteur de cette découverte, M. Esparseil, paraît être le premier à s'intéresser au gisement des Barrencs, sur lequel il engage quelques travaux de reconnaissance en 1893. Il fait

¹²⁰ Ces observations confirment les résultats obtenus par S. Chikhaoui, qui identifie la freibergite, affichant plus de 21 % d'argent, dans des échantillons de minerai provenant de la mine des Barrencs (Chikhaoui 1981 : 138).

déblayer de très anciennes fosses, les *barrencs* – ravins en languedocien – ouvertes sur la structure filonienne des Barrencs de Fournes et explore les réseaux souterrains auxquels ces ouvrages donnent accès. A l'issue de cette exploration, il publie la première description détaillée de la mine des Barrencs (Espaceil 1893 : 205-207) :

« Toute cette montagne est creuse ! Les travaux exécutés démontrent qu'ils ont été faits à la pointerolle. Pas de traces de fleuret, ni de coups de mine ; au contraire, des traces de boisages et une quantité considérable de charbons de bois gisant encore sur le sol des galeries. C'est une preuve indiscutable que les mineurs de cette époque reculée minaient, boisaient et brûlaient les bois pour faire éclater les minerais qu'ils montaient à dos d'homme à la surface du sol pour être fondus dans le voisinage des plus proches forêts où ils fabriquaient le charbon nécessaire pour ces fourneaux en plein air. Les nombreux amoncellements de scories, restes d'anciennes forges, que l'on trouve à chaque pas autour de cette vieille exploitation témoignent de l'importance de ces anciens travaux.

On y a extrait le fer et le cuivre. Les restes des minerais trouvés dans ces galeries étroites ne sont que des carbonates de cuivre argentifère et des minerais de fer spathique non décomposés. Les analyses ont démontré une teneur de 3 % de cuivre et 550 grammes d'argent à la tonne de minerai. Si l'on considère l'amalgame de l'argent et du cuivre que renferment les monnaies romaines, telles que celles de Trajan ou d'Adrien qui contiennent de 85 à 90 % d'argent et de 10 à 20 % de cuivre, on voit que nos anciens avaient sur place la combinaison chimique et fiduciaire de leurs pièces d'argent que l'on trouve encore dans la contrée.

Ces anciens travaux sont descendus à plus de 100 mètres de profondeur, de la crête de la montagne au sol le plus bas de la mine, lequel se trouve seulement en contre-haut de la route du Mas-Cabardès, sur la rive gauche de l'Orbiel, d'une dizaine de mètres. On voit encore des traces d'une ancienne galerie d'écoulement d'où sort actuellement la source dite de Foun Barrot, résultat des eaux accumulées dans les étages les plus bas de cette curieuse exploitation.

On y pénètre par le haut, sur la cime de la montagne, dans un champ bordé par l'ancien chemin de Fournes à Lastours. Sur le plateau se trouvent plusieurs excavations, témoins des anciens travaux d'exploitation. L'une de ces excavations descend à pic sur une profondeur de 7 mètres environs, point où l'on prend pied pour se diriger dans les galeries, véritable labyrinthe où il serait impossible de retrouver son chemin si la boussole du mineur ne vous servait de guide. On descend dans la première excavation à l'aide d'un câble ou d'une chaîne fixée solidement aux rochers du dehors.

Il serait intéressant de voir quelque compagnie minière percer au bas de la montagne, au point où sort la source de Foun Barrot, une galerie d'écoulement allant rejoindre les anciens travaux. Cette galerie bien établie permettrait de retirer tous les minerais abattus qui sont dans l'intérieur et faciliterait une exploitation rémunératrice en continuant les travaux en profondeur, surtout si la teneur de 3% de cuivre et de 550 grammes d'argent se maintient dans les minerais à exploiter».

Pour l'auteur, seuls les Romains ont pu être à l'origine d'une telle activité. Il s'appuie sur l'abondance du mobilier céramique présent autour des fosses, sur le plateau ou au sein même des travaux (Esparseil 1896 : 107). La poursuite du déblaiement des travaux de surface entraîne de nouvelles découvertes d'outils, de poteries et de monnaies, aujourd'hui perdus¹²¹.

Les premiers travaux de recherche de grande ampleur démarrent en 1898. Une galerie est attaquée en direction de la structure filonienne des Barrencs de Fournes, depuis le versant sud du plateau des Barrencs (galerie Garel-haut) (fig. 50). Après avoir suivi le filon sur plus d'une cinquantaine de mètres, la galerie rencontre de vieux chantiers, qui paraissent prolonger sous terre les vastes *barrencs* ouverts sur le plateau¹²². Une seconde galerie est donc ouverte 32 mètres plus bas (Garel-bas) afin de recouper le filon à un niveau inférieur et identifier des zones minéralisées non touchées par les Anciens. Au bout d'une centaine de mètres de progression, les mineurs traversent à nouveau de vieux travaux. Cette découverte entraîne l'arrêt provisoire des recherches (1904)¹²³.

Une nouvelle intervention est engagée en 1911 sur le gisement des Barrencs. Elle vise cette fois-ci à reconnaître en profondeur la structure filonienne du Mourral de la Grave, à l'ouest du plateau. Une galerie est creusée en travers-banc* au pied du versant sud du plateau des Barrencs, à 95 m en contrebas des travaux de Garel. Comme les précédentes interventions, ce travers-banc (TB), dit de Lastours, recoupe en 1913 un vaste chantier vertical ancien à 116 m de l'entrée. Une descenderie est donc percée en 1922 à partir du travers-banc, à 65 m de l'entrée, dans le but de reconnaître la partie inférieure de la structure filonienne, sous les travaux des Anciens. Ces recherches se soldent par un échec : les mineurs rencontrent à nouveau de vieux travaux en partie noyés, à une vingtaine de mètres sous le niveau du travers-banc¹²⁴. Ces chantiers inférieurs sont alors partiellement dénoyés, explorés et topographiés sur une cinquantaine de mètres vers le sud. Au niveau supérieur, une galerie de reconnaissance est percée dans l'allongement nord du filon depuis le TB de Lastours, qui est lui-même poursuivi vers l'est en direction des filons des Barrencs de Fournes. Cette deuxième phase de recherche cesse en 1936 sans avoir débouché sur la mise en exploitation du gisement : engagées plus de trois décennies auparavant, les reconnaissances se sont systématiquement heurtées aux chantiers des Anciens.

Une nouvelle phase de recherche intervient néanmoins dans les années 1940, portée par la Société des Mines et Usines de Salsigne (SMUS). Entre 1945 et 1947, la galerie de Garel-bas et la galerie creusée durant la décennie précédente dans l'allongement nord du filon du Mourral de la Grave sont prolongées sur plusieurs dizaines de mètres et rencontrent à nouveau de vieux travaux. Des poteries et des outils sont alors recueillis, tant dans les travaux souterrains des Barrencs de Fournes que dans ceux du Mourral de la Grave. Parmi ces éléments figurent une pointerolle, un pic-double et six lampes à huile « gréco-campaniennes » qui incitent G. Astre à fixer le démarrage de l'activité dans le courant du second Âge du Fer (Astre 1947 ; 1948). Le prolongement des galeries de recherche entraîne à nouveau la découverte de chantiers anciens,

¹²¹ Archives DREAL L-Ro, (3-2-2), Raynaud, 23 novembre 1894 ; A.D. Aude, S764, Auilloy, 13 février 1895 ; A.D. Aude, S764, Anonyme, 5 octobre 1898 ; A.D. Aude, S764, Gayet, 13 juin 1898.

¹²² Archives DREAL L-Ro, (S-G-3-5), Crouzet, février 1972.

¹²³ A.D. Aude, S779, Anonyme, 1900 ; A.D. Aude, S779, Anonyme, 1902.

¹²⁴ Archives DREAL L-Ro, (3-1-3), Panis, 8 novembre 1930 ; Archives DREAL L-Ro, (3-1-3), Panis, 9 novembre 1931 ; Archives DREAL L-Ro, (3-1-3), Panis., 13 novembre 1934.

qui pousse la SMUS à abandonner ses recherches dès 1947¹²⁵.

Une dernière tentative intervient une vingtaine d'années plus tard, sous la conduite de la Société des Mines et Produits Chimiques de Salsigne (SMPCS), qui dispose de moyens techniques accrus. Mais les carottages et le prolongement de la galerie de Garel bas rencontrent les mêmes difficultés que durant les précédentes interventions. De vieux chantiers creusés à l'outil ou par le feu sont systématiquement recoupés. Il apparaît désormais clairement aux exploitants que les Anciens ont très largement exploité le gisement, laissant peu de marge de manœuvre pour une reprise de l'exploitation. Ces nouvelles découvertes conduisent la SMPCS à abandonner définitivement ses recherches en 1968 et à condamner tous les accès aux réseaux souterrains¹²⁶.

Les travaux anciens reconnus entre les années 1890 et 1960 sont d'une ampleur exceptionnelle : ils s'étendent sur les deux structures filoniennes sur plus de 500 m de longueur et 80 à 180 m de dénivelé (Guilbaut, Landes 1977b : 76-80). En plus de 70 ans de recherches minières, au cours desquelles 600 m de galeries ont été percées, les différents intervenants qui se sont succédés sur le gisement n'ont extrait au total que quelques tonnes de minerai résiduel. Paradoxalement, ces échecs successifs ont assuré la préservation de l'essentiel des travaux des Anciens, en limitant l'impact des interventions contemporaines sur ces derniers.

Les reprises les plus importantes ont eu lieu dans les *barrencs* et les puits ouverts sur la structure filonienne des Barrencs de Fournes, les plus facilement accessibles depuis la surface. Mais l'impact de ces interventions sur les travaux anciens est resté limité. Ponctuellement, les mineurs contemporains ont rafraîchi certains fronts de taille à l'explosif, ont créé des aménagements afin de circuler dans les travaux et, plus rarement, ont ouverts quelques petits chantiers d'exploitation. Au Mourral de la Grave, les reprises sont restées plus discrètes dans le réseau souterrain, demeuré inaccessible jusqu'à son recoupement par le TB de Lastours en 1913. Par la suite, les interventions modernes se sont limitées au percement de la galerie d'allongement N-S, dans l'axe du filon, qui a recoupé à plusieurs reprises des travaux anciens, à la réalisation d'aménagements de circulation et à quelques reprises à l'explosif pratiquées sur des fronts de taille et sur des piliers de roche laissés par les Anciens. Ces interventions ont uniquement concerné les parties les plus accessibles depuis la galerie d'allongement et la descenderie, à la base actuelle du réseau du Mourral de la Grave. Le reste du réseau, en particulier les niveaux supérieurs, n'a vraisemblablement jamais été perturbé depuis l'abandon de la mine. Pour cette raison, mais aussi du fait de la solidité de la roche encaissante dans la majeure partie des travaux, la mine des Barrencs est dans un état de conservation exceptionnel. Celui-ci a permis l'étude archéologique détaillée du site.

2.1.3. Organisation générale des travaux et phasage chronologique de l'activité

Plusieurs groupes d'ouvrages à ciel ouvert et souterrains ont été identifiés au cours de

¹²⁵ Archives DREAL L-Ro, (S-G-3-5), Crouzet, février 1972.

¹²⁶ Seul le travers-banc de Lastours sera ensuite réouvert. C'est désormais le seul accès au réseau du Mourral de la Grave. Archives DREAL L-Ro, (S-G-3-5), Crouzet, février 1972 ; Archives DREAL L-Ro, (3-1-4) Cotte, 26 février 1993 ; Archives DRAC-SRA L-Ro, Galat, 16 octobre 2001.

l'enquête menée entre 2009 et 2012. Ils sont établis sur les deux principales structures filoniennes – Barrencs de Fournes et Mourral de la Grave – et sur une série d'indices filoniens périphériques et plus réduits (fig. 46, 49 et 50). L'étude de ces vestiges a permis de caractériser l'organisation générale de la mine et le phasage chronologique de l'activité.

Les travaux ouverts sur la structure filonienne des Barrencs de Fournes

Les trois principaux ouvrages de surface de la mine – les *barrencs* – sont établis sur la partie centrale de la structure filonienne des Barrencs de Fournes et sur les deux structures satellites NE-SO et N-S, à 390-395 m d'altitude.

Une vaste fosse N-S (100 x 8 x 8/10 m), a été ouverte dans la partie centrale de la structure filonienne N-S des Barrencs de Fournes (**Barrencs de Fournes 1**). Elle correspond à un chantier à ciel ouvert dont les parois sont largement altérées par les phénomènes érosifs. De fait, les dimensions initiales du chantier ne peuvent être déterminées. Le fond de la fosse est largement encombré de blocs effondrés des parois. Les travaux semblent se prolonger en profondeur au niveau de plusieurs conduits aujourd'hui bouchés. La fosse ouverte sur la structure filonienne N-S parallèle au filon principal est nettement plus réduite (30 x 5 m) et semble communiquer avec un réseau souterrain par un accès actuellement bouché (**Barrencs de Fournes 3**). En revanche, les travaux établis sur filon croiseur présentent un développement bien plus important. Ils correspondent à une série de fosses reliées entre elles par de courts porches ou des chantiers souterrains. Elles forment une zone d'exploitation d'orientation générale NE-SO (**Barrencs de Fournes 2**). Cet ensemble est connecté à son extrémité nord à la grande fosse centrale Barrencs de Fournes 1. La structure filonienne a été exploitée par une série de chantiers souterrains verticaux et subverticaux (pendage de 45 à 90°) auxquels sont connectées de petites chambres d'exploitation et des galeries de recherche. Ces vestiges forment un ensemble de travaux morphologiquement homogènes, à l'architecture assez complexe. De toute évidence, ce n'est pas un mais plusieurs filons parallèles ou sécants et minéralisés notamment en carbonates de cuivre qui ont été exploités.

Les travaux ouverts sur la structure filonienne NE-SO s'enfoncent à plus de 40 m sous la surface du plateau, jusqu'à la cote 348. La base du réseau, encombrée de déblais ou noyée, est inaccessible. Il en est de même dans les deux fosses Barrencs de Fournes 1 et 3, où les déblais comblant le fond des travaux ne permettent pas d'identifier la terminaison inférieure de l'exploitation. En l'état actuel des recherches, il n'est donc guère possible d'évaluer l'ampleur réelle de l'activité.

Néanmoins, les observations réalisées entre les années 1890 et 1960 lors des prospections minières apportent sur ce point quelques éclaircissements. Les deux galeries Garel-haut et Garel-bas, aujourd'hui inaccessibles, ont été percées en direction du nord vers les fosses des Barrencs de Fournes, respectivement aux cotes 350 et 318. La première a recoupé de vieux travaux souterrains à une soixantaine de mètres de l'entrée, entre les cotes 340 et 330, au niveau d'une descenderie creusée à partir de la galerie. La galerie Garel bas a elle aussi recoupé de vieux travaux à 100, 335 et 351 m de l'entrée, à l'aplomb des *barrencs* de la partie centrale¹²⁷. Ces découvertes permettent d'envisager un prolongement des travaux souterrains des Barrencs de

¹²⁷ Archives DREAL L-Ro, (S-G-3-5), Crouzet, février 1972.

Fournes au minimum jusqu'à la cote 318, sur plus de 70 m de profondeur. Aucune description des travaux recoupés par les deux galeries n'apparaît dans les sources. Nous n'avons donc aucune idée de l'ampleur de ces derniers. Nous ne savons pas non plus s'il existe une connection entre les premiers travaux recoupés par les galeries Garel haut et bas, à environ 60 et 100 m de l'entrée, soit à plus de 260 m de l'extrémité sud des fosses centrales, et les travaux souterrains identifiés à la verticale de ces dernières.

Les indices d'un abattage par le feu et/ou à l'outil (percussion posée), sur lesquels nous reviendrons (cf. p. 161) sont omniprésents dans les travaux explorés. Quelques trous de fleuret, des déblaiements très localisés et des aménagements en bois sommaires sont liés aux travaux de recherche réalisés à l'époque contemporaine, vraisemblablement au tournant des XIX^{ème} et XX^{ème} s. La présence de fragments d'amphores italiques dans le réseau souterrain de la structure filonienne NE-SO, généralement à l'aplomb des accès au réseau, est liée à une diffusion gravitaire d'origine extérieure et postérieure à l'activité minière. La position du mobilier identifié dans ces travaux dans les années 1940 n'est quant à elle pas clairement déterminée (Astre 1947 : 6-10). Il n'est pas exclu qu'il provienne lui aussi de la surface. En revanche, un charbon de bois a été prélevé dans des déblais d'abattage par le feu dans un petit chantier de section ovoïde situé à la base du réseau actuellement accessible, dans un secteur où tout apport postérieur à l'activité minière peut être exclu. La date obtenue couvre les intervalles 396-349 av. n. è. (38,6 %) et 312-208 av. n. è. (56,8 %) (fig. I-33). Bien qu'isolée, cette datation est le premier jalon chronologique en position primaire¹²⁸ caractérisé dans les travaux souterrains des Barrency de Fournes.

Deux ouvrages de surface sont visibles à 150 m au NNO des fosses centrales des Barrency de Fournes, dans l'axe de la structure filonienne (*Barrency de Fournes 4 et 5*). La fosse occidentale (4), de moins de 4 m de diamètre, est comblée au bout de quelques mètres. En revanche, l'excavation orientale correspond à une descenderie d'environ 1,50 m de diamètre s'enfonçant à une vingtaine de mètres de profondeur selon un pendage 40 à 70° sud. Elle donne accès à un réseau creusé dans les calcaires dolomitiques, d'une cinquantaine de mètres d'extension horizontale au minimum. Deux ensembles de chantiers d'une quinzaine de mètres de longueur au maximum et percés via un abattage à l'explosif sont reliés par de courtes galeries de circulation. Plusieurs aménagements faits de bois et de blocs de pierre subsistent dans les travaux (passerelles, murs de soutènement). Dans la descenderie, un système de circulation a été aménagé au moyen de fleurets, qui pourrait avoir donné son nom à l'ouvrage (Barrenc de l'Echelle). Ces travaux ont recoupé des ouvrages creusés à l'outil dont subsistent quelques portions, notamment une cheminée, largement comblée, menant vraisemblablement à un niveau supérieur inconnu.

De toute évidence, ces vestiges témoignent de deux phases d'activité. Les sources écrites permettent de lier la phase d'activité moderne à l'intervention initiée en 1894¹²⁹ et signalée par un ingénieur des mines en 1900 :

« [...] on rencontre l'ancien puits des Barrency dans lequel nous sommes

¹²⁸ « Primaire » par opposition au matériel céramique provenant de la surface et qui s'est déversé dans les travaux.

¹²⁹ Archives DREAL L-Ro, (3-2-2), Raynaud, 30 octobre 1894.

descendu en nous aidant d'une chaîne et de quelques traverses maintenus par des burins plantés dans la roche. Ce puits est en réalité une descenderie suivant la ligne de plus grande pente du gîte qui s'aplatit vers le jour et paraît s'être appauvri de sorte que les anciens ne l'ont pas enlevé dans cette partie. [...] le gîte, dont la direction est Nord-Sud vrai, se redresse et prend un pendage de 50 à 60° à l'Est au lieu de 20° et a été défilé par les anciens dont les travaux peuvent être visités sur une cinquantaine de mètres de longueur ; le fond est rempli d'eau¹³⁰ ».

Les travaux ouverts à l'outil correspondent très vraisemblablement aux travaux des Anciens signalés dans ce passage. Sont-ils contemporains des ouvrages ouverts à l'outil et au feu sous les grandes fosses des Barrencs ? Ce rapprochement est incertain faute de disposer d'éléments permettant de dater la phase d'activité ancienne reconnue dans le secteur nord. Par ailleurs, l'hypothèse d'une jonction en profondeur entre ce secteur et le secteur central est pour l'heure invérifiable en raison de l'enneigement et du comblement de la partie inférieure du réseau¹³¹.

Les travaux ouverts sur la structure filonienne du Mourral de la Grave

Les travaux de surface ouverts au Mourral de la Grave se distinguent nettement des fosses des Barrencs de Fournes par l'absence de vastes chantiers à ciel ouvert (fig. 46). Au nombre de cinq, ces ouvrages établis sur le passage de la structure filonienne correspondent tous à des puits comblés au bout de quelques mètres (15 m au maximum) et des fosses de moins d'une quinzaine de mètres de longueur et quelques mètres de profondeur. Un de ces ouvrages, le puits Mourral de la Grave 1 (cote 392) est isolé au nord du plateau des Barrencs. Les quatre autres sites sont situés sur le versant sud du plateau, entre les cotes 300 et 279 (fig. 49). La fosse Mourral de la Grave 2 (cote 300), le site le plus vaste, ne dépasse pas 15 m de longueur (13,5 x 1,5/ 4 x 4/6 m). Les sites Mourral de la Grave 3, 4 et 14 (cote 279 à 282) situés à 90 m au SSE de Mourral de la Grave 2, forment un ensemble de travaux répartis sur une vingtaine de mètres de longueur selon un axe N-S. Le plus grand, Mourral de la Grave 3, correspond à un puits rectangulaire, comblé à 6 m de profondeur et montrant, très localement, des indices d'abattage par le feu.

Les haldes couvrent une grande partie du versant sud du plateau, dont la déclivité est assez prononcée. Elles ont été partiellement remaniées par l'aménagement de terrasses. La plus vaste, celle de la fosse Mourral de la Grave 2, s'étend sur plus de 3000 m². Un mobilier céramique tardo-républicain a été identifié à la surface de ces déblais¹³².

¹³⁰ Archives DREAL L-Ro, (3-2-2), Anonyme (Service des Mines), juin 1900.

¹³¹ Cette hypothèse repose notamment sur l'identification de « vides » lors des carottages réalisés dans les années 1960 entre ces deux secteurs, à 70 m au sud du secteur nord et 90 m de profondeur. Les auteurs des carottages ont interprétés ces « vides » comme des travaux miniers (Archives DREAL L-Ro, (S-G-3-5), Crouzet, février 1972).

¹³² Il est constitué essentiellement de fragments d'amphores gréco-italiques et italiques, en particulier de type Dressel 1A. Quelques tessons de céramique campanienne A, notamment un fragment de lampe à huile de type Ricci 2 complètent le corpus.

Les travaux souterrains découverts en 1913 au Mourral de la Grave lors du percement du travers-banc de Lastours sont considérables. Ils s'étendent sur 320 m de longueur et plus de 180 m de hauteur, entre les altitudes 380 et 195 m au minimum¹³³, et se caractérisent par une verticalité prononcée (fig. 51). Seule une partie du réseau a été étudiée entre 2009 et 2012. Elle s'étend sur 200 m de longueur dans l'allongement du gisement et 130 m de hauteur, entre les altitudes 325 m et 195 m (fig. 52-54). A cette altitude, un puits aujourd'hui comblé est relié à la surface, située 7 m plus haut (cote 332). Le cheminement topographique réalisé à ce jour dans la mine est de 2360 m. Les ouvrages reconnus forment un ensemble de travaux couvrant une surface brute de 25000 m², dont l'étude a permis de restituer l'organisation générale.

Entre les **niveaux 325 et 300**³⁴, dans la partie supérieure de la zone étudiée, plusieurs galeries de recherche S-N ont été creusées de manière étagée à la pointerolle dans l'allongement nord du filon F1 (cf. p. 143 ; fig. 54). Ces travaux, percés pour certains dans des zones stériles, n'ont pas donné lieu à l'ouverture de chantiers d'exploitation, excepté au niveau 318. Mais le chantier établi à cette altitude, particulièrement réduit, n'a rien de commun avec les travaux développés plus bas dans la minéralisation. Ce secteur 325-300 était directement relié à la surface par plusieurs puits et galeries, aujourd'hui comblés.

A sa base, au **niveau 300**, un puits percé à la pointerolle depuis le haut relie ce secteur à un niveau inférieur, cote 287 (**puits 300-287**). Plusieurs galeries étagées sont connectées à ce puits sur toute sa hauteur. Elles ont été creusées de part et d'autres du puits dans l'allongement du filon F1. L'une d'elles a rencontré une zone minéralisée riche plus au nord, au niveau 292 (filon F2), qui a été exploitée via l'ouverture d'un chantier d'exploitation se prolongeant vers les niveaux inférieurs (cf. chantier 292-286-264).

Plus au sud, aux **niveaux 288 et 284**, deux galeries S-N paraissent avoir été creusées depuis la surface, sans doute à partir de la fosse Mourral de la Grave 2, jusqu'au puits 300-287. A une quinzaine de mètres avant le puits, elles ont rencontrées une zone minéralisée jugée intéressante, qui a donné lieu à l'ouverture de petits chantiers d'exploitation entre les **niveaux 291 et 280**.

Sous les **niveaux 287 et 284** se développe un ensemble de zones d'exploitation de grandes dimensions. Un premier chantier a été ouvert entre les cotes 287 et 266 (**chantier 287-266**), sur le croisement des filons F1 et F2 (situé au niveau 287-280). De fait, un changement important intervient dans le pendage des travaux. Verticaux au-dessus du niveau 287 (filon F1), ils adoptent ensuite un pendage d'environ 60°ESE sur une vingtaine de mètres de dénivelée (filon F2). La largeur du chantier 287-280-266 varie entre 1 et 3 m.

Au nord de ces travaux, le **chantier 292-264** a été ouvert depuis la galerie du niveau 292 en direction de l'aval-pendage du filon. Ce chantier subvertical établi sur le filon F2 se développe sur une trentaine de mètres de hauteur et d'allongement N-S. Un travers-banc percé à sa base vers l'est a rencontré une autre galerie creusée, elle, depuis l'éponte* ouest du Grand

¹³³ La cote 195 correspond au niveau hydrostatique. Les travaux se prolongent sous ce niveau jusqu'à une profondeur inconnue.

¹³⁴ Pour la description de l'organisation générale du réseau, nous nous référons systématiquement aux altitudes – les *niveaux* – pour identifier et localiser les travaux décrits (« chantier 292-264 », « au niveau 325 »). Cette description suit une même progression générale (des niveaux supérieurs aux niveaux inférieurs de la mine) et s'appuie sur la coupe présentée en annexe.

Chantier 266-240-224, dont il sera question plus bas.

Une autre zone d'exploitation se développe au nord du chantier 292-264, entre les niveaux 300-286, sur le croisement des filons F2 et F3 (**chantier 300-286**, non représenté). D'après les traces de creusement, ce vaste ouvrage percé par le feu et à l'outil a été creusé depuis le nord et une jonction a été établie depuis la base de ce chantier avec le chantier 292-264.

Entre les chantiers 287-266 et 292-264, une série de galeries étagées ont été creusées vers le nord à partir d'un puits rectangulaire percé à l'outil en suivant l'inclinaison du filon F2. Ce puits relie les niveaux 287 à 266 (**puits 287-266**). La base de ce puits correspond à un secteur-clef dans l'organisation d'ensemble de cette partie du réseau. Depuis ce point, une première galerie de recherche a été percée vers le nord sur plus de 14 m. Une seconde galerie a été creusée à la base du puits vers le sud en direction d'une galerie creusée quant à elle depuis la base du chantier 287-266. Enfin, un troisième conduit a été percé vers l'est, en travers-banc. Au bout d'une douzaine de mètres, cet ouvrage très étroit a rencontré une riche zone minéralisée correspondant au filon F3 de pendage 70 à 85°E, nettement redressé par rapport au filon F2 (Beyrie *et al.* 2010 : 41).

Ce filon F3 a été exploité au sein du **Grand Chantier 266-240-224**. La limite nord de cette très vaste excavation de plus de 40 m de hauteur parallèle au chantier 292-264 n'a pas été atteinte. Son extrémité méridionale correspond à une zone où des effondrements très importants et dangereux interdisent actuellement toute progression vers le sud. Le fond du chantier n'a pu être repéré, car masqué par d'importantes quantités de déblais stériles. Néanmoins, plusieurs départs de puits comblés semblent démontrer que les travaux se prolongent sous le niveau de la galerie d'allongement moderne, qui correspond à l'actuel niveau de base du chantier. Le Grand Chantier ne se présente pas comme un seul et vaste vide souterrain. Des zones stériles et des piliers ont été laissés en place, participant au maintien des parois. Plusieurs courtes galeries de recherche et des chantiers de petites dimensions ont été ouverts depuis le Grand Chantier sur des filons secondaires, aux épontes du filon F3.

Au-dessus du Grand chantier, et au sud du chantier 287-266, des galeries de recherche ont été creusées entre les **niveaux 270 et 248**, donnant lieu à l'ouverture de petits chantiers d'exploitation. Là encore, la progression générale se fait du sud au nord et de haut en bas, depuis une zone située plus au sud, éboulée, mais vraisemblablement directement reliée à la surface.

Sous le Grand Chantier, entre les **niveaux 242 et 224**, plusieurs galeries de recherche ont été creusées vraisemblablement depuis la partie inférieure du chantier. Elles s'organisent autour d'un puits central, selon un schéma similaire à celui observé dans le secteur du puits central 300-287. Ces travaux n'ont pas débouché sur l'ouverture de chantiers d'exploitation.

Un autre chantier d'exploitation (**chantier 250-223**, non représenté) se développe au sud de la vaste zone éboulée limitant le Grand Chantier, à l'aplomb du travers-banc de Lastours. Partiellement exploré, il s'étend sur une trentaine de mètres de longueur vers le sud et 30 m de hauteur. La partie supérieure de ce chantier n'a pas été explorée. Il semble se poursuivre en direction des ouvrages de surface Mourral 3, 4 et 14, situés trente mètres plus haut et dont le fond se trouve à la cote 272 (Mourral de la Grave 3). Une galerie en travers-banc longue de 10 m et s'arrêtant sur un front de taille a été creusée dans l'éponte orientale du chantier 250-223. Le but était vraisemblablement de recouper l'amont-pendage d'un autre filon, de direction

NNE-SSO, exploité au niveau d'un autre chantier situé à l'extrémité méridionale du chantier 250-223 et très largement effondré.

Le fond du chantier 250-223 est masqué par des stériles. Mais entre les niveaux 215 et 195, à l'aval-pendage de la structure filonienne du Mourral de la Grave, se développent d'autres travaux anciens recoupés lors du creusement de la descenderie moderne (*réseau 215-195*) (fig. 52 et 53). Ils sont ouverts sur un filon N-S, correspondant peut-être au filon F3 exploité à l'amont-pendage, sur un filon croiseur de direction NNO-SSE et une série de filons secondaires de direction générale N-S. La roche encaissante est ici largement dominée par les calcschistes et les schistes. La morphologie de ce réseau sud est différente des travaux explorés au nord du travers-banc de Lastours. Il est constitué de petits chantiers d'exploitation de 15 m de hauteur maximale et 1 m de largeur. De courts puits et des galeries perpendiculaires aux chantiers assurent la jonction entre les différentes zones d'exploitation ou entre les parties supérieure et inférieure d'un même chantier. L'un de ces chantiers se prolonge vers le haut au-delà de la cote 215, et pourrait être connecté à la base du chantier 250-223. Mais l'encombrement des travaux à cet endroit limite considérablement les possibilités d'exploration. D'autres galeries complètement obstruées, situés entre les cotes 210 et 215, mènent à un niveau supérieur. Le réseau 215-195 se prolonge sous le niveau hydrostatique, vraisemblablement sur plusieurs mètres, jusqu'à une profondeur inconnue. Cet ennoisement empêche d'atteindre la terminaison inférieure des travaux du Mourral de la Grave.

Les éléments de datation recueillis dans le réseau du Mourral de la Grave sont de deux types :

- éléments dont la présence paraît liée à des phénomènes de remplissage postérieurs à l'activité minière (en position secondaire),
- éléments dont la présence paraît liée à une fréquentation anthropique (en position primaire).

La quasi totalité du matériel céramique identifié dans le réseau du Mourral de la Grave est en position secondaire. Il s'agit majoritairement de tessons d'amphores italiques, associés à quelques fragments de céramique grise gauloise et de céramique campanienne A. Parmi ces éléments figure notamment une lampe à huile trouvée dans la galerie de recherche S-N du niveau 307. De type Ricci E, elle est datée de la période 150-30 av. n. è. (fig. 58).

Ce matériel se concentre dans la partie supérieure du réseau, entre les niveaux 325 et 300. Il est associé systématiquement à des déblais qui ont pénétré dans la mine après la fin de l'activité et ont comblé tous les accès. En raison de la morphologie des travaux, ce matériel a été entraîné par gravité dans la partie inférieure du réseau via le puits 300-287. On le rencontre associé à des déblais provenant de l'extérieur dans le chantier 287-266 et dans le puits 287-266, tous deux situés à l'aplomb du puits 300-287, mais aussi dans la plupart des ouvrages connectés au puits 300-287¹³⁵. Ce phénomène a aussi été observé dans le secteur 270-248, qui semble directement relié à la surface par des déblais provenant de l'extérieur, parmi lesquels figure un abondant mobilier céramique constitué de tessons d'amphores italiques. Etant donné la position du Grand Chantier 266-240-224, sous les principaux secteurs où se sont déversés les

¹³⁵ On ne peut pas exclure la présence dans ces secteurs d'éléments apportés lors de la fréquentation du réseau, et désormais mêlés aux déblais provenant de la surface.

déblais provenant de la surface, il n'est pas exclu que tout ou partie que le rare matériel céramique identifié dans ce chantier sur les déblais (amphores italiques) provienne en vérité de l'extérieur. L'origine de ce matériel intrusif doit être recherchée dans les épandages de mobilier identifiés en différents points du plateau et du versant sud.

En revanche, la position de certains éléments matériels démontre qu'ils ont été apportés par des individus fréquentant les travaux. C'est le cas en particulier du mobilier céramique découvert dans la galerie 27/1-27/2 de la cote 301. Cet ouvrage de recherche a été abandonné au bout de quelques mètres et laissé en l'état par les mineurs (fig. 55 et 56). La fouille complète de la galerie (S. 27/1-27/2) a montré que la sole* était couverte par de minces couches de déblais dont une partie ne provient pas du creusement de l'ouvrage, au sommet desquelles subsistait un niveau d'abandon bien conservé. Sur ce niveau gisaient quatre culots d'amphores, dont un culot d'amphore gréco-italique (fig. 57)¹³⁶, de la campanienne A, de la céramique grise gauloise et des éléments en bois (Beyrie *et al.* 2010 : 49-56). Ce cas de figure a été observé ponctuellement dans cinq autres ouvrages (galeries de recherche des niveaux 318, 306, 294, 278 ; sommet du chantier 292-264), tous situés dans la partie supérieure du réseau. Les éléments identifiés sur ces quatre points correspondent exclusivement à des fragments d'amphores italiques (notamment des culots, surreprésentés¹³⁷) et ont tous été identifiés en surface, sur les niveaux de circulation. D'une manière générale, c'est uniquement au niveau du sondage S.27/1-27/2 que du mobilier céramique a été repéré dans des déblais d'abattage (US 2, campanienne A et amphore italique).

La rareté des éléments matériels en position « primaire » a imposé la réalisation d'un programme de datations ¹⁴C. Les charbons de bois ont été prélevés lors des sondages ouverts sur toute la hauteur des travaux, entre les niveaux 301 et 202, selon le protocole décrit dans le chapitre précédent (fig. 59-62 ; cf. p. 131). Quinze datations ont été réalisées. Le choix des points de prélèvement a été arrêté en tenant compte des résultats de l'étude architecturale et technique des travaux. Les résultats sont synthétisés dans les deux figures suivantes (fig. I-32 et I-33). Les numéros renvoient aux sondages signalés sur la coupe.

¹³⁶ Il s'agit d'un exemplaire datant des dernières décennies du II^{ème} s. Identification J. Principal, Musée Archéologique de Catalogne.

¹³⁷ Cette surreprésentation est liée à la réutilisation de ces éléments, comme le démontre l'un des culots identifiés dans la galerie du niveau 294, qui contenait des charbons de bois. On peut supposer que ce type d'artefact, de prise en main commode et particulièrement solide, a pu servir à conserver et/ou transporter des charbons incandescents destinés notamment à l'allumage des bûchers d'abattage par le feu. Dans le cas des culots du sondage S.27/1-27/2 (fig. 56) dont certains contenaient des résidus charbonneux et étaient situés près d'une zone dangereuse (sommet du puits 300-287, de 20 m de haut), l'hypothèse d'éclairages fixes est privilégiée.

Sondage	Ouvrage	Niveau (en m)	US	Date BP	Âge calibré
S. 27/1-27/2	galerie de recherche	301	2	2125 ± 35	351-301 BC (10,8 %), 227-224 BC (0,4 %), 210-47 BC (84,2 %)
S8	chantier 300-286	295	1	2085 ± 35	199-37 BC (92,3 %), 31-20 BC (1,4 %) et 12-1 BC (1,7 %)
S11	galerie de recherche et circulation	284	2	2260 ± 30	396-349 BC (38,6%), 312-208 BC (56,8%)
S3	chantier 287-266	273	1	2170 ± 35	365-111 BC (95,4 %)
S1	galerie de recherche	272	2	2255 ± 35	396-346 BC (33,6 %), 321-206 BC (61,8%)
S10	salle indéterminée	270	3	2145 ± 30	355-290 BC (25 %), 232-89 BC (68 %), 76-57 BC (2,4 %)
S9	chantier 292-264	266	3	2210 ± 30	376-200 BC (95,4 %)
S4	galerie de recherche	264	interface 1/2	2220 ± 35	383-202 BC (95,4 %)
S6	chantier 311-312	259	1	2145 ± 30	355-290 BC (25,0%), 232-89 BC (68,0%), 76-57 BC (2,4%)
S7	galerie de recherche	248	1	2120 ± 30	346-321 BC (4,8 %), 206-49 BC (90,6 %)
S. 178-182	chantier secondaire 244 dans Grand Chantier	244	5	2165 ± 35	363-108 BC (95,4 %)
S. 132	galerie de recherche	235	2	2235 ± 35	390-338 BC (25,6 %) ; 330-203 BC (69,8 %)
S. 108-109	galerie de recherche	234	2	2160 ± 30	359-276 BC (40,4 %) ; 260-107 BC (55 %)
S13	chantier 209	209	3	2270 ± 40	401-346 BC (39,8 %) et 321-206BC (55,6 %)
S12	galerie de circulation	202	2	2120 ± 30	346-321 BC (4,8%) et 206-49 BC (90,6%)

Fig. I-32 : liste des datations ¹⁴C réalisées au Mourral de la Grave, classées par niveaux (en mètres).

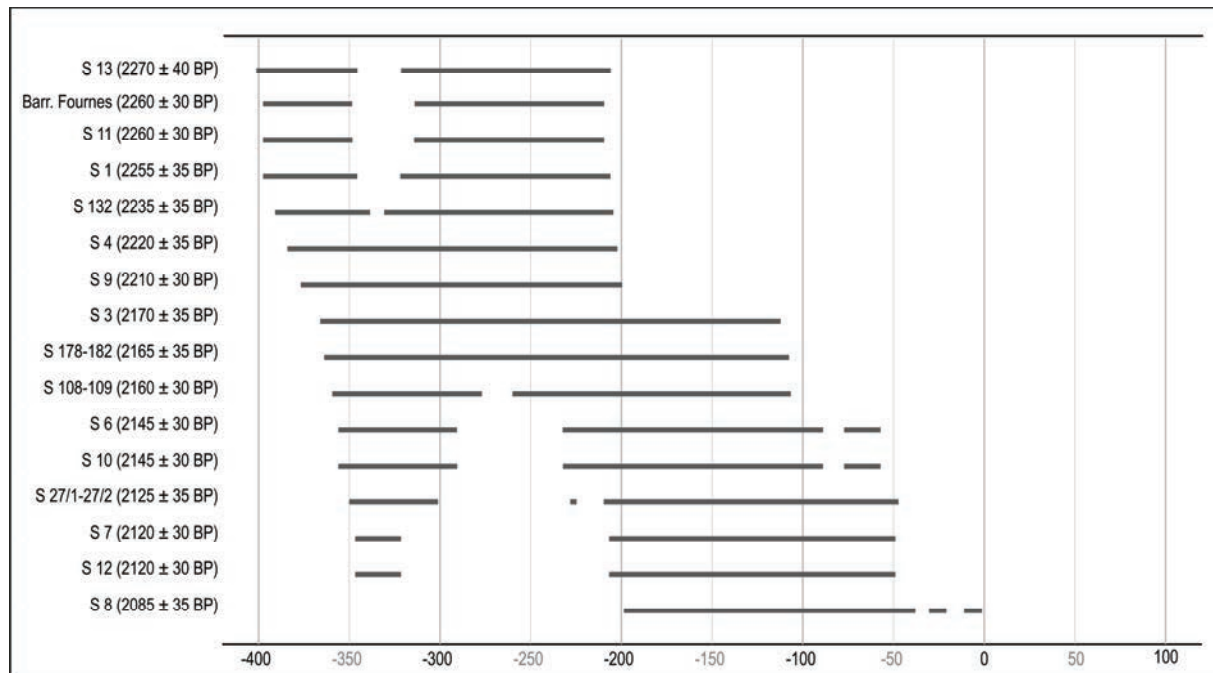


Fig. I-33 : intervalles des datations ¹⁴C réalisées dans l'ensemble de la mine des Barrenes (2009-2012) Mourral de la Grave : 15 datations ; Barrenes de Fourmes : 1 datation (Barr. Fourmes).

Les intervalles calibrés couvrent exclusivement la période comprise entre les années 401 et 1 av. n. è. Pour chacun d'entre eux, il est nécessaire d'examiner la position en stratigraphie et dans la mine des charbons de bois datés, ces derniers n'apportant pas le même type d'information d'un sondage à l'autre (fig. 63-78).

Six intervalles sont compris entre le tournant des V^{ème} et IV^{ème} s. et la fin du III^{ème} s. av. n. è. (401-200 av. n. è. ; S13, S1, S11, S. 132, S4, S9), avec un hiatus entre les années 340 et 320 pour quatre d'entre eux.

Deux de ces datations ont été obtenues à partir d'éléments prélevés dans des niveaux de circulation¹³⁸ identifiés dans la galerie du niveau 284 menant vraisemblablement au jour (S11, US 2) et dans une galerie située au sommet du Grand Chantier (S4, interface US 1 et 2).

Les autres datations ont été réalisées à partir de charbons provenant de déblais d'abattage de nature diverse :

- déblais d'abattage par le feu produits au cours d'une tranche d'abattage de la base du chantier 292-264 (S9, US 3 ; niveau 266),
- déblais d'abattage à l'outil produits par l'activité développée dans le chantier 209 (S13 ; US 3),
- déblais d'abattage à l'outil stockés dans une galerie de recherche creusée en travers bancs à la base du Grand Chantier (S. 132, US 2, niveau 235) et dans la galerie de recherche du niveau 272 (S1, US 2)¹³⁹.

Ces prélèvements sont donc positionnés dans les parties inférieure et médiane du réseau du Mourral de la Grave.

Trois intervalles sont compris entre le milieu du IV^{ème} s. et la fin du II^{ème} s. av. n. è. (365-107 av. n. è. ; S3, S. 178-182, S. 108-109). Ces datations se placent dans les parties médiane et inférieure du réseau du Mourral de la Grave. Elles ont été réalisées à partir de charbons de bois prélevés dans :

- des déblais d'abattage par le feu et à l'outil non remaniés, produits lors du percement des ouvrages sondés. Ceux-ci se situent à la base du chantier 287-266 (S3, US 1) et dans une galerie de recherche du niveau 234, sous le Grand Chantier (S. 108-109, US 2),
- des déblais d'abattage par le feu ayant servi à remblayer une fosse au cours du creusement d'un petit chantier connecté à la base du Grand Chantier (S. 178-182, US 5, niveaux 252-240).

Enfin, six intervalles couvrent la période comprise entre le dernier tiers du III^{ème} s. et le milieu du I^{er} s. av. n. è. (232-47 av. n. è. ; S6, S10, S. 27/1-27/2, S7, S12, S8). Les cinq premières

¹³⁸ Théoriquement, ces charbons de bois peuvent avoir au moins deux origines différentes : soit ils sont tombés des chargements de minerai ou de stériles transportés par les mineurs dont la provenance n'a pu être clairement déterminée, soit ils proviennent des déblais résiduels produits lors du creusement de la galerie et mêlés aux matériaux perdus par les mineurs.

¹³⁹ L'origine de ces déblais n'a pu être clairement précisée. Ils pourraient avoir été produits lors du percement de l'ouvrage.

comportent par ailleurs un intervalle plus court compris entre les années 355 et 290 av. n. è. La dernière se prolonge jusqu'à l'extrême fin du I^{er} s. av. (S8). Ces intervalles « récents » ont été obtenus à partir d'éléments prélevés dans :

- deux niveaux de circulation recouvrant la sole d'une petite salle du niveau 270 (S10, US 3) et d'une galerie de jonction entre deux chantiers du secteur 215-205 (S12, US 2) ; dans le second cas, le charbon de bois a été prélevé à l'interface entre le niveau d'abandon de la galerie (US 1) et une fine couche recouvrant la sole (US2),
- des déblais d'abattage qui ne sont peut-être pas contemporains du percement de l'ouvrage sondé (S. 27/1-27/2, US 2)¹⁴⁰,
- un foyer d'abattage par le feu en place, non remanié, situé dans une petite attaque ouverte dans le chantier 300-286 (S8, US 1). Ce foyer n'est pas forcément contemporain du percement du chantier,
- des déblais d'abattage (S6, et S7). Dans ces deux derniers cas, il s'agit de déblais d'abattage à l'outil recouvrant la sole d'un petit chantier connecté au Grand Chantier (S6, US 1), et de déblais d'abattage par le feu stockés dans une galerie remontante (S7, US 1), produits au cours d'une tranche d'abattage du chantier voisin.

A l'exception du sondage S12, les autres points de prélèvement se trouvent au dessus du Grand Chantier, dans les parties médiane et supérieure du réseau du Mourral de la Grave¹⁴¹. Seuls les intervalles des sondages S6 et S7 permettent de dater le percement des ouvrages sondés. Les autres éléments correspondent uniquement à des indices de fréquentation (S10, S12 et éventuellement S.27-1-27/2) et voire de reprise (S8).

La réparation des dates dans le réseau et les larges intervalles obtenus ne permettent pas de proposer un phasage chronologique des différents secteurs de la mine. La taille très réduite et la mauvaise conservation des charbons de bois identifiés dans les niveaux de circulation (S4, S10, S11, S12), les déblais d'abattage à l'outil (S6, S7, S13, S. 108-109) et dans certains niveaux de déblais d'abattage par le feu (S. 27/1-27/2), a empêché la caractérisation de leur emplacement dans le tronc ou la branche de l'arbre, et donc d'estimer l'âge et le calibre du bois au moment de l'abattage¹⁴².

Il faut donc considérer ces datations ¹⁴C dans leur ensemble, en proposant une mise en

¹⁴⁰ Il s'agit de déblais stockés dans la galerie entre le moment où elle a été percée et le moment où le matériel céramique a été déposé au sommet du comblement (cf. pages précédentes).

¹⁴¹ A proximité du sondage S12, l'existence d'un ouvrage d'accès menant au jour n'est pas exclue, si l'on tient compte de la découverte en 2011 d'éléments organiques provenant de la surface (feuilles) et de nids d'animaux en contrebas d'une galerie comblée, dans une galerie voisine de S12.

¹⁴² Ainsi, nous n'avons pas pu réaliser de datations de charbons de bois formés l'année ou quelques années avant l'abattage en raison de l'absence totale ou presque de branchettes dans les sept lots anthracologiques (Beyrie *et al.* 2011a : 28-30). Seuls quatre éléments de ce type ont été identifiés (sur plus de 2800 charbons déterminés). Ils proviennent tous du sondage S178-182 (US1) (Beyrie *et al.* 2011a : 28-30). La décision de faire dater ces fragments est intervenue tardivement, erreur regrettable car les crédits à notre disposition étaient alors quasiment épuisés. Néanmoins, étant donné les intervalles chronologiques généralement obtenus par la méthode ¹⁴C, la datation d'éléments provenant d'un seul point de la mine n'auraient guère été significative.

perspective des résultats avec les informations fournies par le mobilier céramique découvert dans la mine et par l'étude des techniques mises en œuvre (cf. p. 161). Cette approche doit permettre de restituer la dynamique opératoire du secteur étudié et de proposer une première synthèse chronologique de l'activité minière développée à la mine des Barrencs (cf. p. 172).

Les travaux ouverts sur les corps minéralisés secondaires

Plusieurs filons plus réduits ont fait l'objet de travaux. Sur le plateau, les fosses **Mourral de la Grave 5 et 6** (10 x 2 m) sont associées à des déblais vraisemblablement remaniés lors des travaux agricoles postérieurs. Du matériel céramique tardo-républicain, en particulier des fragments d'amphores italiques, sont mêlés à ces déblais. Toute la difficulté est ici de distinguer l'indice visé par ces interventions. Un cas de figure similaire se présente avec la petite fosse **Mourral de la Grave 7** (2,45 x 0,8 x 2,1 m) isolée sur versant sud du plateau des Barrencs, à une cinquantaine de mètres à l'est du passage des filons du Mourral de la Grave.

Trois autres travaux limités sont présents sur le versant ouest du plateau des Barrencs. Signalés notamment par M. Esparseil (Esparseil 1896 : 103-107), ils paraissent ouverts sur un ensemble de filonnets de quartz d'orientation N-S. Ils sont généralement très altérés ou comblés à la suite de phénomènes de colluvionnement, relativement importants dans ce secteur à forte déclivité. Un seul d'entre eux, un petit grattage de 3 m x 2 m creusé sur un indice Fe minéralisé en oxydes et hydroxydes de fer et encaissé dans les calcaires, était associé à moins d'une dizaine de tessons d'amphores italiques, présents sur la halde.

Au nord de ces travaux, près de la source **Foun del Pestril**, affleure un autre indice minéralisé, décrit dans les années 1890 par M. Esparseil, qui y signale alors d'anciennes recherches (Esparseil 1895 : 75-77). Cet indice est un affleurement mal caractérisé. Il correspondrait au chapeau de fer d'un gisement sulfuré SE/NO encaissé dans les calcaires, minéralisé en sulfures (pyrite, chalcopryrite, galène) et différents produits d'altération du minerai primaire (oxydes et hydroxydes de fer, azurite, malachite)¹⁴³. Cinq petits travaux de moins de 10 m de longueur ont été identifiés dans ce secteur (Kammenthaler, Marconnet 2003 : 16-17 ; Maintenant 2009b : II, 14-19), partagés en deux groupes nord et sud. Une phase d'activité tardo-républicaine a été distinguée dans le groupe sud, où des tessons d'amphores italiques étaient présents en surface de la halde de deux puits comblés profonds de plus de 3 m (**Foun del Pestril 4 et 5**).

Etant donné l'ampleur des phénomènes érosifs sur les versants du plateau des Barrencs, on ne peut exclure l'existence d'autres travaux aujourd'hui totalement comblés. L'identification depuis le réseau souterrain du Mourral de la Grave d'entrées aujourd'hui invisibles en surface constitue une bonne illustration des limites des reconnaissances sur les versants. Cela est plus particulièrement vrai dans les combes qui échancrent le versant, où se sont accumulés des sédiments provenant du plateau. Cependant, les quelques sites identifiés, parfois associés à du mobilier tardo-républicain, fournissent un éclairage intéressant sur l'ampleur de l'activité minière développée sur le plateau des Barrencs.

¹⁴³ Le minerai tout venant aurait donné entre 1400 à 2492 g/t Ag lors d'analyses réalisées en 1894 (Esparseil 1895 : 76-77).

Le carreau de la mine

Le plateau des Barrencs a été largement aménagé au cours des derniers siècles par les paysans et les éleveurs, qui y ont bâti un ensemble de structures agro-pastorales (murs parcellaires, capitelles...) quadrillant le plateau et les versants. De toute évidence, ces interventions ont entraîné un large remaniement des vestiges archéologiques préexistants. Ainsi, une partie des matériaux rocheux constituant les murs parcellaires et les clapas, parfois très imposants, observés sur le plateau, correspond certainement aux déblais stériles rejetés lors de l'activité minière. Cette situation expliquerait l'absence visible de halde à la surface du plateau.

En revanche, six épandages de mobilier antique subsistent en plusieurs points du plateau. Le principal (**Barrencs 28**) couvre près de 8000 m² et s'étend entre les fosses centrales des Barrencs de Fournes et les fosses Mourral de la Grave 5 et 6 (fig. 46). Le matériel identifié en surface, présent en très forte densité, est constitué essentiellement de fragments d'amphores de trois types (Decombeix *et al.* 2001a : 15-16). Les amphores italiques Dressel 1A à lèvre triangulaire ou en bandeau court ayant une inclinaison supérieure à 70° sont prédominantes. Elles sont associées en surface à des amphores assimilées au type gréco-italique, à lèvre courte (rapport H/L < ou = 1 et une inclinaison inférieure à 70°) et des amphores Dressel 1C, moins fréquentes. A ces éléments s'ajoutent quelques fragments de céramique campanienne A et de céramique commune italique. Un autre épandage de composition similaire (**Barrencs 27**, 1100 m²), repéré à 35 m au nord-ouest de Barrencs 28, pourrait former avec ce dernier un seul et même ensemble. Deux autres épandages, nettement plus réduits – le plus vaste s'étend sur 200 m² – ont été distingués sur la bordure nord-ouest et la pointe sud du plateau (**Barrencs 14 et 29**). Le mobilier observé à la surface de ces épandages est composé exclusivement de fragments d'amphores italiques.

Enfin, une importante concentration de mobilier (**Barrencs 30**) a été identifiée sur un replat sur le versant sud du plateau. Elle semble dépasser 5000 m². Le matériel est là encore constitué essentiellement de fragments d'amphores italiques, auxquels s'ajoutent des tessons d'amphores gréco-italiques de type LWe, de la céramique campanienne A et de la céramique indigène (Ournac *et al.* 2009 : 316). Or, à une centaine de mètres au sud, sur le versant, a été fouillé un bâtiment partiellement taillé dans le substrat (**Barrencs 25**; Rancoule, Guiraud 1979). Mesurant 3,70 m de largeur, il n'était conservé que sur 1,50 m de longueur (fig. 79 et 80). Il était vraisemblablement doté d'un deuxième étage, situé à 2,10 m au-dessus du niveau de sol, signe que cette construction n'était pas une installation provisoire. Le mobilier recueilli, très abondant, est constitué de vaisselle de table, de cuisine et de conteneurs dont la majorité est importée¹⁴⁴. On serait là en présence d'un habitat, que les fouilleurs datent de la 2nde moitié du II^{ème} s. av. n. è. (Rancoule, Guiraud 1979 : 37). Il faut certainement envisager un lien entre ce site et l'épandage observé plus haut et supposer l'existence sur le versant sud du plateau des Barrencs d'installations en relation avec l'activité minière, établies sur ce qu'il convient dès lors d'appeler le carreau de la mine.

Cette proposition doit sans doute être étendue aux autres concentrations de mobilier

¹⁴⁴ Il se compose de céramique indigène, de céramique campanienne A et vraisemblablement d'imitations languedocienne ou catalane de campanienne, de plats italiques à vernis rouge pompéien, de mortiers italiques, d'amphores de type Dressel 1A, de céramique grise ampuritaine et de céramique à pâte claire (Rancoule, Guiraud 1979 ; Ournac *et al.* 2009 : 316).

sur le plateau, en particulier le vaste site identifié au sud-ouest des grandes fosses des Barrencs de Fournes. Il faut très vraisemblablement voir là le carreau de la mine, sur lequel étaient implantées des forges minières, si l'on en juge par les déchets métallurgiques observés en surface des concentrations de mobilier¹⁴⁵. Ce type d'installation est bien connu sur les sites miniers médiévaux, notamment à Brandes (Alpes), Rocca San Silvestro (Toscane), Petra Alba (Cévennes) et Pampailly (Monts du Lyonnais) (Bailly-Maître 2002 : 85-94). Sa présence est envisagée par ailleurs sur le carreau de plusieurs ouvrages miniers antiques du Sarrat de Germa, dans les Corbières (cf. p. 205). Ces forges étaient destinées en particulier à la fabrication, l'entretien et la réparation des outils utilisés par les mineurs et les boiseurs.

A ces éléments s'ajoutent des résidus d'un travail d'alliages base-cuivre (éléments métalliques informes et gouttes de métal) découverts lors de la fouille du bâtiment Barrencs 25 (Rancoule, Guiraud 1979), qui témoignent d'une activité dont la nature n'est pas clairement caractérisée (simple fabrication d'objets ou opérations liées à l'activité minière ?).

De toute évidence, la mine des Barrencs est d'une ampleur exceptionnelle. C'est là une première caractéristique du site. Il en est une autre, particulièrement significative : le haut niveau d'organisation et de technicité atteint par les mineurs, sur lequel l'étude architecturale et technique du site a apporté un premier éclairage.

2.1.4. Techniques minières et stratégies d'exploitation : une activité de haut niveau

Une prospection minière rationalisée

L'exploitation d'un gisement minier implique en théorie sa reconnaissance préalable afin d'en évaluer la morphologie, la composition, la direction et l'extension en profondeur, et en organiser au mieux l'exploitation tout en rentabilisant les efforts. Cette phase, peu importante voire inexistante sur certaines mines dites « artisanales », a atteint aux Barrencs un haut niveau de développement.

Au Mourral de la Grave, la localisation des différents accès au jour creusés depuis l'extérieur aux niveaux 332, 321, 318, 310, 288 et 284, et des ouvrages de surface Mourral de la Grave 2, 3, 4 et 8 entre les cotes 295 et 279 sur le passage de la structure filonienne (fig. 46) démontre que les mineurs possédaient une bonne connaissance de la position et de la géométrie de cette dernière. Étant donné la topographie des lieux, il est difficile d'imaginer que le gisement puisse affleurer en continu sur toute la hauteur du versant. La présence très vraisemblable de colluvions dans ce secteur a sans doute impliqué une prospection par sondages sur toute la hauteur de la structure filonienne, destinés à reconnaître la position et l'allure de l'affleurement (direction, largeur, continuité en profondeur), à l'image des tranchées

¹⁴⁵ Des scories de forge plano-convexe ont été identifiées sur les deux grands épandages de mobilier situés au sud-ouest des grandes fosses des Barrencs de Fournes et sur la halde de la fosse Mourral de la Grave 2. Le bâtiment Barrencs 25 a livré quant à lui des scories de forge, une tuyère double destinée très vraisemblablement à la ventilation d'un foyer et plusieurs outils (coin pyramidal de petite taille, fragment de lame brisé, masse à peu près cylindrique) (Rancoule, Guiraud 1979).

de prospections gauloises identifiées à Cros Gallet et aux Fouilloux, en Limousin (Cauuet 2004 : 39-40).

Ces reconnaissances ont été prolongées par la réalisation d'un ensemble de galeries de recherche creusées dans l'allongement de la structure filonienne. Ces galeries de recherche sont étagées tous les 3 à 5 m, et peuvent s'enfoncer sur 10 à 15 m dans les zones pauvres ou stériles (fig. 81).

L'étude archéométrique de plusieurs galeries de recherche (cf p. 126), a montré que ces ouvrages ont un gabarit homogène, sans grande variation en hauteur (0,80-1,35 m, pour une moyenne de 1 m) et en largeur (0,60-1,10 m, pour une moyenne de 0,82 m) (fig. I-34 et fig. 82-84). De toute évidence, étant donné la petite taille des galeries relevées, qui ne permettent pas une circulation aisée, celles-ci paraissent avoir été creusées dans un souci d'efficacité, alliant avancement rapide et espace minimal nécessaire pour le travail du mineur (Beyrie *et al.* 2012).

Section	Hauteur (m)	Largeur (m)	Surface (m ²)	Rapport H/L
S1	1,15	0,85	0,90	1,35
S2	1,35	0,80	0,98	1,69
S3	1,10	1,00	0,96	1,10
S4	1,20	0,80	0,85	1,50
S5	1,05	0,85	0,79	1,24
S6	1,00	0,80	0,67	1,25
S7	0,85	0,80	0,61	1,06
S8	1,30	0,90	0,97	1,44
S10	1,00	0,80	0,72	1,25
S12	0,85	0,60	0,42	1,42
S13	0,85	0,95	0,70	0,89
S14	0,90	0,80	0,64	1,13
S15	0,90	0,90	0,67	1,00
S16	0,90	0,90	0,76	1,00
S17	1,10	0,85	0,82	1,29
S18	1,05	0,75	0,65	1,40
S19	0,90	0,80	0,67	1,13
S21	0,85	0,75	0,55	1,13
S22	0,85	0,60	0,45	1,42
S23	0,80	0,75	0,52	1,07
S24	0,95	0,85	0,67	1,12
S25	1,00	1,10	0,85	0,91
S26	0,90	1,10	0,80	0,82
S27	0,95	0,75	0,47	1,27
S28	0,90	0,80	0,65	1,13
S29	0,90	0,65	0,52	1,38
S30	0,85	0,60	0,45	1,42
Min	0,80	0,60	0,42	0,82
Max	1,35	1,10	0,98	1,69
Moy	0,98	0,82	0,69	1,21
Ecart type	0,14	0,13	0,16	0,20
% écart type	14,4%	15,3%	23,3%	16,8%

Fig. I-34 : Mourral de la Grave, dimensions des galeries relevées au PGSM (d'après E. Kammenthaler).

La morphologie et l'architecture des galeries de recherche illustrent la très bonne connaissance empirique de la géologie et de la structure du gisement dont ont fait preuve les mineurs. Ces derniers ont systématiquement mis à profit les failles, qui constituent des zones de dureté plus faible de la roche encaissante (Fluck 1992 : 51) et ont servi de guide au cours du creusement des ouvrages (fig. 85). Les galeries montrent en plusieurs points un net décalage de leur tracé, passant du toit au mur* des filons et inversement, vraisemblablement dans le but d'identifier les limites de la minéralisation. Des galeries en travers-banc ont été ouvertes perpendiculairement aux filons, afin reconnaître l'existence éventuelle d'autres indices parallèle.

La récurrence de ces procédés dans l'ensemble de la zone étudiée au Mourral de la Grave illustre le caractère systématique et régulier des prospections minières. Confrontés à la géométrie capricieuse de la structure filonienne du Mourral de la Grave, où coexistent plusieurs filons N-S à NE-SO à pendage vertical à subvertical, séparés par des zones stériles, les mineurs ont su adapter leurs travaux afin d'évoluer au mieux dans la structure filonienne. Organisées de manière régulière dans les trois directions (verticale, horizontale et latérale), ces recherches ont littéralement quadrillé le gisement, afin d'identifier les zones minéralisées les plus riches.

Une mise en exploitation raisonnée

Les travaux d'exploitation de la mine des Barrencs se sont développés sur une série de filons verticaux à subverticaux. La localisation des chantiers est tributaire de la distribution des zones minéralisées jugées intéressantes par les mineurs. C'est sans doute ce facteur qui explique la différence de morphologie entre les travaux de surface du Mourral de la Grave et ceux des Barrencs de Fournes.

L'exploitation de la structure filonienne des Barrencs de Fournes a démarré à l'affleurement sur les filons N-S et sur le filon croiseur NE-SO, au sein de vastes chantiers à ciel ouvert. Au Mourral de la Grave, en revanche, la mise en valeur du gisement a suivi un autre schéma. Dans la zone étudiée entre 2009 et 2012, l'exploitation paraît s'être développée du haut vers le bas à partir des ouvrages de recherches percés dans l'allongement de la structure filonienne, depuis le filon supérieur (F1). Elle ne semble pas s'être appuyée sur un canevas préétabli découpant la structure filonienne (Beyrie *et al.* 2012). Pour autant, une certaine organisation a prévalu, impliquant notamment une programmation dans l'ouverture des chantiers, le moment et l'ordre d'abattage du minerai, afin de ne pas nuire à l'avancement de l'ensemble de la mine. Cela a pu être démontré notamment dans le secteur 288-284 (fig. 86).

Les galeries de recherche des niveaux 288 et 284, percées depuis le sud, ont recoupé une première zone riche (chantier des niveaux 291-280), qui a été laissée en place dans un premier temps, puis une seconde zone riche, six mètres plus loin, qui elle non plus n'a pas été abattue. Les galeries ont été poursuivies vers le nord sur quelques mètres, jusqu'au puits reliant les niveaux 300 et 287. Ce n'est qu'après la jonction de ces recherches avec le puits que les deux zones riches repérées précédemment ont été exploitées (Beyrie *et al.* 2010 : 25).

Aucune zone d'exploitation de grande ampleur n'a été ouverte dans le filon F1. Au contraire, seuls s'y développent de petits chantiers rapidement abandonnés, intercalés entre les galeries de recherches étagées. De toute évidence, la minéralisation de ce filon ne présentait qu'un intérêt limité aux yeux des mineurs. En revanche, les filons F2 et F3 et leurs filonnets

satellites ont été largement exploités, au sein de chantiers verticaux à subverticaux souvent de grande ampleur. Le Grand Chantier, en particulier, illustre l'intensité de l'exploitation réalisée sur le filon F3. Ce chantier haut de près de 40 m, long de plus de 70 m et large de 5 m au maximum, est à ce jour l'ouvrage le plus vaste de la mine des Barrens (fig. 87).

Les reliques des niveaux d'attaques et des galeries de recherches, bien visibles sur les parois des chantiers fournissent un éclairage sur les techniques d'exploitation et les modalités d'avancement dans les zones riches. Tous les chantiers reconnus à ce jour ont été attaqués de haut en bas, par la méthode des gradins droits. Les mineurs se sont généralement appuyés sur les galeries de recherches étagées, afin d'exploiter les zones minéralisées comprises entre ces dernières. Les travaux de prospection ont constitué en quelques sortes les axes structurants de l'exploitation.

La circulation dans la mine

La verticalité des travaux et la présence de plusieurs filons parallèles a nécessité la mise en œuvre de réponses adaptées aux problèmes posés en particulier par la circulation des mineurs et du minerai.

La présence récurrente d'encoches sur les parois des chantiers du Mourral de la Grave permet d'envisager l'existence de traverses en bois facilitant la circulation des mineurs au sein de l'exploitation, tant sur le plan horizontal que vertical. Des massifs de roche laissés en place, constituent des piliers formant de véritables paliers dans la progression des mineurs au sein du chantier (fig. 88-90).

Plusieurs puits reliant les différents niveaux du réseau Mourral de la Grave, ont certainement joué un rôle important dans la circulation des mineurs au sein du réseau sur un plan vertical. De section rectangulaire, ils mesurent en règle générale entre 0,75 m et 1,5 m de côté. Des encoches sur les parois de ces puits permettent d'envisager l'existence d'aménagements en bois, tels que des échelles ou des escaliers rudimentaires, destinés à permettre ou faciliter la progression de mineurs au sein de ces ouvrages. Une chambre de type « chambre de manutention » (Ancel 1992 : 397) a été creusée entre deux puits. Une margelle de moins d'1 m de largeur permet ici de circuler autour de la tête de la partie inférieure du puits, facilitant ainsi la circulation des mineurs et du matériel et/ou à la manipulation des stériles et du minerai en cours d'évacuation.

La répartition de ces puits verticaux dans la zone étudiée entre 2009 et 2012 semble démontrer l'existence d'un axe de circulation central entre les niveaux 318-287, relié directement au jour (fig. 91). Cet axe s'appuie sur un ensemble de puits, dont le grand puits 300-287, et a sans doute joué un rôle majeur dans l'activité développée dans cette partie du réseau.

Les descenderies sont en revanche nettement plus rares. Dans l'une d'elles, reliant les travaux ouverts au sommet du Grand Chantier (niveau 264) au niveau 270, des marches ont été taillées afin de faciliter la progression des mineurs (fig. 76 et 88). Un autre aménagement de ce type a été repéré dans une galerie inclinée, au niveau du sondage S6 (Beyrie *et al.* 2011a : 14-15 et 17-19).

Un ensemble d'ouvrages ont facilité la circulation au sein de la mine sur un plan

horizontal. Il s'agit d'une part d'une série de travers-bancs percés entre les chantiers, à l'image du travers-banc creusé entre le Grand Chantier et le chantier 292-264. Dans le réseau 215-295, deux courtes galeries établies entre deux chantiers parallèles forment un remarquable système en colimaçon assurant la liaison non seulement entre les deux zones exploitées mais aussi entre les différents niveaux d'un même chantier (fig. 92). Enfin, les galeries de recherche percées dans l'allongement des filons ont pour certaines d'entre elles joué un rôle important à l'issue des opérations de prospection. Certaines constituent des niveaux de circulation majeurs reliant différents chantiers, à l'image de la galerie du niveau 292, entre les chantiers 287-266 et 292-264 (fig. 54). D'autres forment des axes de liaison entre le réseau souterrain et la surface. C'est le cas vraisemblablement des galeries des niveaux 288, 284 et, surtout, 270. Ce niveau, directement connecté au chantier 287-266, au Grand Chantier, et à un ensemble de petites zones d'exploitation secondaires situées entre les niveaux 270 et 248, a sans nul doute constitué un axe fort dans la circulation horizontale au sein du réseau du Mourral de la Grave.

Les sondages archéologiques ouverts dans certains de ces axes horizontaux (S2, S4, S10, S11) ont confirmé les premières observations réalisées au cours de l'exploration : les mineurs ont cherché à limiter au maximum l'encombrement de ces ouvrages relativement étroits, afin de ne pas entraver la circulation, et partant, le transport des stériles, du minerai et du bois utilisé dans la mine pour l'abattage par le feu ou le soutènement des travaux (fig. 69 et 77).

La gestion des stériles

D'une manière générale, les secteurs explorés au Mourral de la Grave ou aux Barrencs de Fournes sont faiblement remblayés. Les mineurs n'étaient pas contraints de les stocker dans la mine. En raison de la solidité de l'encaissant¹⁴⁶ et de l'architecture d'ensemble, nettement verticale, il n'a pas été nécessaire de remobiliser ces déblais dans des aménagements de soutènement des travaux. Qui plus est, la méthode d'exploitation par gradins droits impliquait l'évacuation des déblais hors du chantier afin de ne pas encombrer la base de celui-ci, où se trouvait le front de taille. De fait, au regard de l'ampleur des volumes extraits par les mineurs et de la faible quantité de stériles présents dans les réseaux, en particulier au Mourral de la Grave, il semble que la majeure partie des stériles était sortie de la mine. L'existence d'une halde importante en contrebas de la fosse Mourral de la Grave 2 (> 3000 m²) (fig. 49) corrobore cette hypothèse.

Quels moyens étaient utilisés par les mineurs pour le transport des stériles et du minerai ? Sur ce point, les indices sont particulièrement ténus. Les têtes de puits ne présentent pas de traces claires indiquant la mise en place de systèmes de levage similaires aux installations identifiées dans les mines médiévales du district d'Hierle (Bailly-Maître 1997 : 229-231) ou envisagées aux mines antiques du Laurion (Morin, Photiades 2012 : 24). Les cordes observées en certains points (fig. 90) ne peuvent être associées de manière certaine à de tels systèmes. Dans une galerie du niveau 280, toutefois, a été découvert un plancher en bois très mal conservé, destiné vraisemblablement à faciliter le traînage de déblais extraits du chantier voisin (chantier 287-266) jusqu'au fond de la galerie, où ils étaient stockés. Plus au nord, au sommet du chantier 300-286, les mineurs ont mis à profit le croisement de deux failles sub-verticales,

¹⁴⁶ Exceptée une partie largement éboulée et dangereuse au centre de la zone étudiée entre 2009 et 2012.

formant une goulotte. Ils ont jalonné celle-ci d'encoches destinées à recevoir des boisages échelonnés, aménageant ainsi un escalier menant au sommet du chantier. Mais un tel aménagement a pu aussi faire office de couloir à minerai, alimenté par le chantier sus-jacent : l'espace compris entre l'escalier et le fond de la goulotte est actuellement occupé par une couche constituée essentiellement de fragments de minerai.

La rareté des aménagements destinés à la circulation des déblais ou du minerai incite à envisager un transport fondé sur la pratique complémentaire du portage et du trainage de contenants de nature indéterminée. Un tel mode de transport pourrait expliquer le très faible comblement des galeries menant au jour (niveaux 284, 270...) maintenues propres afin qu'aucun élément ne vienne entraver le portage et/ou trainage. Dans la galerie du niveau 284, le comblement recouvrant la sole (fig. 69 et 77) correspond à un niveau de déblais assez compact, damé, constitué de nombreux fragments de gangue et de minerai (quartz, sulfures ou sulfosels de cuivre oxydés, carbonates de cuivres) de taille millimétrique à centimétrique. Ces déblais paraissent correspondre à des résidus de chargement du produit d'abattage, perdus lors du transport de celui-ci dans la galerie, qui semble donc avoir constitué l'un des ouvrages d'évacuation du minerai. L'aspect de ce niveau témoigne d'un piétinement des déblais. Il est similaire aux couches recouvrant les soles des galeries de circulation à la mine de Banca (Ancel *et al.* 2001 : 187) et à la mine du Fournel (Py 2009 : I, 252) et confirme le rôle d'axe de circulation tenu par la galerie du niveau 284. Cette fonction pourrait expliquer l'état très altéré des rares charbons de bois dispersés dans la couche, particulièrement fragmentés et de taille millimétrique : ils ont vraisemblablement été largement piétinés lors du passage des mineurs.

Les techniques d'abattage

Dans tous les travaux des Barrencs de Fournes et du Mourral de la Grave, l'abattage a été réalisé aussi bien à la pointerolle que par le feu, souvent de manière concomitante. Ces deux techniques ont laissé des traces et des résidus caractéristiques.

L'abattage à l'outil a été mis en œuvre dans la plupart des secteurs de la mine, aussi bien dans les calcaires que dans les calcschistes et les schistes. Les traces laissées par cette technique correspondent à des rainures caractéristiques mesurant 10 à 30 cm de longueur (fig. 93 et 94). Elles témoignent de l'utilisation de pointerolles en fer, en percussion posée, dont trois exemplaires de 10 à 15 cm de longueur ont été découverts entre 2009 et 2012 dans le réseau du Mourral de la Grave. Des fragments de fer très altérés sont généralement présents en nombre important dans les déblais d'abattage à l'outil¹⁴⁷. Ces fragments, informes, de moins de 2 cm de diamètre en moyenne, correspondent très vraisemblablement à des éclats de pointerolles, susceptibles d'être produits de deux façons : soit lors de la cassure de la pointe de l'outil, soit, plus fréquemment, lors de l'usure progressive par écrasement de la surface de frappe (tête de l'outil), réceptrice des coups de masse. L'omniprésence de ces éléments dans les déblais fournit un éclairage intéressant sur l'usure des outils et les pertes en métal, vraisemblablement élevées

¹⁴⁷ Sondages S. 101-104, S.132, S.108-109, S1, S4, S6, S14 (Beyrie *et al.* 2010 : 42-57 ; Beyrie *et al.* 2011a : 9-22). Les déblais d'abattage à l'outil sont généralement constitués d'éléments rocheux anguleux centimétriques généralement inférieurs à 5/8 cm de diamètre, pris dans une matrice sableuse à gravillonneuse, où les résidus charbonneux sont très rares.

au cours de l'abattage. L'aménagement de forges sur le carreau de la mine apparaît dès lors comme une nécessité permettant de maintenir un certain niveau de qualité de l'outillage et donc la bonne marche des travaux.

L'abattage par le feu a fait l'objet d'un usage généralisé, tant dans les travaux des Barrencs deournes que dans le réseau du Mourral de la Grave excepté à l'extrémité sud de ce réseau (niveaux 215-195). Il est en effet pratiquement absent dans cette zone, sans doute en raison de la nature de la roche, dominée par les schistes, plus faciles à abattre à la pointerolle.

Les traces observées sur les parois des ouvrages ouverts par le biais de cette technique sont de trois types, généralement associés (fig. 95) :

- ouvrage de morphologie ovoïde,
- parois lisses et localement rubéfiées, se délitant en plaquettes,
- dépôt de suie sur la paroi et la voûte.

Les déblais d'abattage par le feu correspondent en règle générale à des plaquettes de roche (1 < 20 cm) plus ou moins rubéfiées associées à des charbons de bois¹⁴⁸ et globalement assez hétérogènes dans leurs granulométrie et leur morphologie (Beyrie *et al.* 2010 : 45-46). Cette hétérogénéité peut être liée à plusieurs facteurs, notamment (Weisgerber, Willies 2000 : 134-140 ; Ancel *et al.* 2001 : 188) :

- la nature de la roche, son degré de fracturation et sa composition minéralogique
- la morphologie du bûcher et la méthode d'abattage mise en œuvre
- le degré d'altération des déblais après l'abattage, lors de leur manipulation et/ou piétinement.

La morphologie de certains travaux creusés via ce mode d'abattage démontre une bonne maîtrise de cette technique. Ainsi, les dimensions de certains chantiers taillés par le feu, atteignant plusieurs mètres en hauteur et en largeur (fig. 66 et 96), prouvent que les mineurs savaient mettre en œuvre des bûchers de grandes dimensions. Par ailleurs, la morphologie du chantier 178-182, où la fouille a révélé la présence d'une fosse taillée par le feu à la sole du chantier, illustre la capacité des mineurs à construire un bûcher permettant une progression vers le bas. Dans ce domaine, une galerie de recherche creusée à la base du puits 287-264 est particulièrement significative. Entièrement taillée par le feu, cette galerie de plus de 14 m de longueur, creusée de haut en bas, est particulièrement exiguë (moy. 1,10 x 0,6 m) et affiche une pente atteignant sur les dix derniers mètres 35 à 45°. De toute évidence, le percement par le feu d'un tel ouvrage a certainement été confronté à de sérieux problèmes de manque d'oxygène, pourtant nécessaire pour assurer une bonne combustion du bûcher. Dans ce cas précis, les mineurs ont su trouver une solution, pour l'heure indéterminée. Quoi qu'il en soit, ces données permettent d'écarter les remarques formulées par certains auteurs à la suite d'expérimentations d'abattage par le feu, qui ont conclu à la grande difficulté de progresser vers le bas au moyen de cette technique (Dubois 1996 : 43). Elles vont en revanche dans le sens des observations faites sur certains sites miniers médiévaux ou lors des expérimentations faites à L'Argentière-La Bessée (Ancel, Py 2008 : 40).

¹⁴⁸ Des déblais de ce type ont été fouillés dans les sondages 178-182, S3, S7, S8 et S9.

La découverte de foyers d'abattage en place est plutôt rare. En effet, le mineur nettoie généralement la sole à l'issue d'un feu, pour constater le résultat de la combustion, récupérer les charbons de bois restant en vue de leur réutilisation, éviter de salir les résidus produits lors de l'étape suivante (purgé des parois) et cibler au mieux cette dernière (Py 2009 : II, 1185).

Par conséquent, l'identification et la fouille de plusieurs foyers d'abattage dans le réseau du Mourral de la Grave constitue un apport important du travail réalisé entre 2009 et 2012. L'un d'eux (S8), situé dans la partie supérieure du chantier 300-286¹⁴⁹, au pied du front de taille d'une attaque non remblayée, contenait tous les éléments correspondant au dernier feu (fig. 74) : plaquettes de roche détachées lors de la phase d'étonnement de la paroi, charbons de bois, cendres, et deux bois dont l'un était partiellement brûlé (4 x 25 cm et 10 x 35 cm). A l'arrière du foyer subsistait un bloc rocheux destiné vraisemblablement à assurer la stabilisation du bûcher et/ou à aménager un passage permettant d'améliorer le tirage du feu à la base du bûcher. Dans le cas d'un bûcher-tour*, un tel bloc pouvait aussi permettre d'incliner le bûcher vers l'avant, en direction du front de taille, et limiter ainsi le risque d'effondrement de la structure vers l'arrière au cours de la combustion (Py 2009 : II, 1169-1173). L'étude anthracologique d'un lot de charbons de bois prélevé dans le foyer a révélé la prédominance des fragments de chêne à feuilles caduques (*Quercus sp.* ; 266 fragments) sur le sapin (*Abies alba* ; 63 fragments) (fig. I-35) .

Campagne	Secteur	Sondage	US	Lot	Volume non analysé	Volume analysé	Dimensions sections transversales	Nombre total de charbons déterminés	<i>Quercus sp.</i>	<i>Abies albas</i>
Barrency 11	TB Nord	S10	US 3	01	175 cm ³	75 cm ³	3mm ² < 1cm ²	543	543	0
Barrency 11	TB Nord	S10	US 2	02	125 cm ³	50 cm ³	3mm ² < 1cm ²	236	236	0
Barrency 11	TB Nord	S10	US 3	03	100 cm ³	75 cm ³	3mm ² < 1cm ²	498	498	0
Barrency 11	TB Nord	S3	US 1	04	50 cm ³	100 cm ³	3mm ² < 1cm ²	515	515	0
Barrency 11	TB Nord	S8	US 1	05	65 cm ³	60 cm ³	3mm ² < 1cm ²	329	266	63
Barrency 10	TB Nord	S 27/1-27-2	US 2	06	40 cm ³	25 cm ³	3mm ² < 0,5cm ²	153	151	2
Barrency 10	TB Nord	S 178-182	US 1	07	150 cm ³	150 cm ³	3mm ² < 1cm ²	594	594	0
TOTAL								2868	2803	65
%								100	98	2

Fig. I-35 : résultats de l'étude anthracologique préliminaire.

L'étude de six autres lots provenant de déblais d'abattage par le feu (S3, S. 27/1-27/2, S. 178-182) et du foyer de la salle où a été ouvert le sondage S10, a fourni des résultats similaires. Au total, sur les 2868 fragments déterminés dans les sept lots, 2803 correspondent à du chêne à feuilles caduques¹⁵⁰, 65 à du sapin. Il s'agit d'une étude anthracologique préliminaire. Le

¹⁴⁹ La datation d'un charbon de bois prélevé dans le foyer a donné trois fourchettes chronologiques : 199-37 BC (92,3%), 31-20 BC (1,4%), 12-1 BC (1,7%).

¹⁵⁰ Les différentes espèces de chênes à feuilles caduques ne peuvent être différenciées anatomiquement (Beyrie *et al.* 2011a : 29).

protocole d'échantillonnage mis en œuvre¹⁵¹ et le faible nombre de prélèvements réalisés ne permettent en aucun cas d'affirmer que le chêne à feuilles caduques a été majoritairement utilisé comme combustible. Néanmoins, ces résultats soulèvent la question de la place tenue respectivement par les pratiques anthropiques et l'état du couvert forestier régional dans cette surreprésentation – provisoire – de ce taxon, à laquelle nous ne pouvons apporter de réponse actuellement.

L'exhaure des travaux

Une des solutions apportées au problème posé par l'envolement de certains secteurs de la mine apporte un nouvel éclairage sur le niveau de technicité atteint par les mineurs. Les travaux explorés aux Barrencs de Fournes ou au Mourral de la Grave sont sujets à des ruissellements fréquents, conséquents en période de pluie. Ils sont à l'origine de l'envolement de petits chantiers ou des galeries borgnes descendantes. L'ampleur des concrétions observées au Mourral de la Grave prouvent qu'il s'agit là d'un phénomène ancien, dont l'ampleur durant la période d'activité de la mine est toutefois difficile à mesurer.

Dans une grande partie de la mine, les mineurs paraissent avoir résolu les problèmes posés par l'eau au cas par cas, en fonction des besoins, sans plan préétabli. Ponctuellement (S101-104, S4), quelques rigoles ont été creusées sommairement à la sole de certains ouvrages dans le but de drainer les eaux de ruissellement et assurer l'exhaure des fronts de taille (Beyrie *et al.* 2010 : 44 ; Beyrie *et al.* 2011a : 15). Par ailleurs, la plupart des galeries ont été creusées suivant une pente ascendante assez forte, de l'ordre de 3 à 5 %. Cette pente permettait d'éviter l'accumulation des eaux de ruissellement au niveau du front de taille. Il s'agit-là d'aménagements et de techniques relevant du bon sens, destinés à répondre aux problèmes posés ponctuellement par les eaux d'infiltration dans les niveaux supérieurs et médians du réseau.

En revanche, à la base du réseau, l'eau pose un tout autre problème. Les travaux s'enfoncent en effet sur plusieurs mètres sous la cote 195, qui correspond au niveau hydrostatique. Or, ce niveau se trouve à environ une quinzaine de mètres sous celui de la *Foun del Pestril*, située à environ 500 m au nord du secteur 215-195, au pied du plateau des Barrencs, dans la vallée de l'Orbiel. Cette source constitue l'une des principales résurgences d'un important réseau hydrogéologique d'axe E-O, compris entre la vallée de l'Argent-Double et la vallée de l'Orbiel et traversant les formations calcaires du plateau (Bès 2010 : 320-321). De fait, la présence d'un tel réseau à proximité de la mine a pu être à l'origine de gros problèmes d'exhaure sous le niveau théorique du collecteur principal – celui de la Foun de la Pestril – se surimposant au ruissellement continu des eaux d'infiltrations. Pourtant, le niveau hydrostatique 195 demeure relativement stable d'une saison à l'autre. Comment donc expliquer cette stabilité d'une part, et la présence de travaux sous le niveau hydrostatique d'autre part ?

Une découverte ancienne lève le voile sur ce paradoxe. En 1892, M. Esparseil signale l'existence d'une ancienne galerie d'écoulement d'où sort la source Foun Barrota, dont les eaux proviennent selon lui de la partie inférieure de la mine des Barrencs (Esparseil 1893 : 205-207).

¹⁵¹ Les prélèvements ont été réalisés en suivant un protocole *a minima* (prélèvement sans choix des fragments). (Py 2009 : I, 309-523, notamment 315).

En 1934, au cours de travaux de captage, l'entrée de cette galerie, située à la base d'un thalweg, est dégagée et suivie sur 55 m :

« Dès les premiers travaux, on a découvert une galerie très ancienne qu'on a suivi jusqu'à maintenant sur 55 mètres, après avoir relevé deux éboulements. Cette galerie se dirige vers les gîtes [le Mourral de la Grave] qui font l'objet des recherches précédentes¹⁵² ».

Le plan dressé en 1934 montre clairement que la galerie de Foun Barrota, aujourd'hui inaccessible, se dirige vers l'extrémité sud des travaux du Mourral de la Grave (fig. 50). Sa position est particulièrement significative. L'entrée se situe en effet à la même altitude que le niveau hydrostatique repéré à l'extrémité sud des travaux du Mourral de la Grave. Qui plus est, la position de l'ouvrage paraît idéale pour l'implantation d'une galerie d'exhaure connectée aux travaux du Mourral de la Grave : cet emplacement permet en effet de concilier un niveau d'exhaure bas, situé à 195 m d'altitude et une longueur de galerie relativement courte, de l'ordre de 180 m au maximum (Beyrie *et al.* 2012). Ce faisceau d'indices permet de situer à *Foun Barrota* une galerie assurant l'exhaure du réseau du Mourral de la Grave et creusée en travers-banc.

De tels ouvrages existent en Europe dès le début de l'âge du Fer. A la mine de Silter de Campolungo, en Italie du Nord, un travers-banc d'exhaure daté des VIII^{ème}-IV^{ème} s. av. n. è. atteint 85 m de longueur et correspond déjà à un ouvrage optimisé (pente de 0,5°, gabarit spacieux permettant le portage : Ancel *et al.* 1998 ; Morin, Tizzoni 2009 : 120-121). A l'époque romaine, des travers-bancs de plusieurs centaines de mètres sont connus, servant à la fois de galerie d'exhaure et de galerie de circulation, les plus longues dépassant 1000 m de longueur (Domergue 2008 : 103 et 122). En Gaule, les galeries d'exhaure identifiées dans les mines d'or gauloises du Limousin mesurent au maximum quelques dizaines de mètres¹⁵³ (Cauuet 1999 : 54). En revanche, l'un des travers-bancs d'exhaure d'époque romaine de la mine de cuivre de Banca (la « Galerie Romaine ») atteint 175 m de longueur (Ancel *et al.* 2001 : 190 ; Ancel *et al.* 2012 : 187-189). L'existence aux Barrencs à la fin de l'âge du Fer ou durant la période tardo-républicaine d'une galerie de 180 m de long creusée en travers-banc n'est donc pas une hypothèse anachronique.

2.1.5. Une vaste mine en activité avant la Conquête

Une homogénéité architecturale et technique

L'étude architecturale et technique réalisée a montré la grande homogénéité du secteur étudié. Les travaux de recherche ont systématiquement pris la forme de galeries étagées creusées dans l'allongement du filon, complétées ponctuellement par l'ouverture d'ouvrages en travers-banc destinés à identifier les limites des filons suivis ou la présence de filons parallèles.

¹⁵² Archives DREAL L-Ro, (3-1-3), Paris, 13 novembre 1934.

¹⁵³ La plus grande, à la mine des Fouilloux (fin II^{ème}-I^{er} s. av. n. è.), atteint 36 m de longueur.

Les mineurs ont percé des galeries de profil très homogène (étroites et basses) en utilisant comme guide les failles et filons traversant la roche encaissante. La totalité de la structure filonienne n'a pas été exploitée. Les mineurs ont concentré leurs efforts dans certaines zones que l'on suppose avoir été riches. Ils les ont exploitées méthodiquement par gradins droits, du haut vers le bas, en s'appuyant sur les galeries de recherche existantes : les chantiers observés présentent dans l'ensemble le même mode d'exploitation. L'abattage par le feu a été employé de manière généralisée, souvent en association avec l'abattage à l'outil, mis en œuvre notamment lors de la purge des fronts de taille ouverts par le feu.

Les différences observées ponctuellement au niveau de l'architecture des travaux ou des techniques d'abattage dans le réseau du Mourral de la Grave, notamment à son extrémité sud (niveaux 215-195), ne remettent pas en question cette homogénéité apparente : ces variations paraissent essentiellement liées à des facteurs d'ordre géologique, l'encaissant des filons du secteur sud étant moins dur (schistes et calcschistes), que dans le reste du réseau étudié. De la même manière, ce sont certainement des facteurs géologiques qui expliquent la présence aux Barrencs de Fournes de vastes chantiers à ciel ouvert (Barrencs de Fournes 1, 2 et 3), très différents morphologiquement des ouvrages de surface du Mourral de la Grave.

La dynamique de l'exploitation

Réalisée en étudiant les sens de creusement, l'architecture des travaux et l'organisation générale de la mine, la caractérisation de la dynamique de l'exploitation dans la zone étudiée au Mourral de la Grave corrobore ces observations (fig. 97) (Beyrie *et al.* 2012 ; Maintenant *et al.* 2013).

Ouvertes depuis l'affleurement, à partir du versant sud du plateau des Barrencs, les recherches minières réalisées dans la partie supérieure de la structure filonienne sur le filon F1, correspondant à la zone d'oxydation du gisement [repères 1 et 2, fig. I-30], n'ont pas donné lieu à l'ouverture de grands travaux d'exploitation, sans doute du fait de la pauvreté de la minéralisation en substances recherchées. Les équipes se sont donc enfoncées dans le gisement, à partir d'un puits principal, le puits 300-287 [repère 3]. A la base actuelle du puits, au niveau 287, ils ont rencontré une zone riche, et une jonction a été établie avec d'autres équipes qui avaient ouvert des recherches aux niveaux 288-284, vraisemblablement depuis la surface [repères 4 et 5]. Ces reconnaissances ont été poursuivies vers le nord, entre les niveaux 294 et 290. Elles ont rencontré au bout d'une dizaine de mètres le sommet d'une autre zone riche, à la cote 292 [repère 6].

Les deux zones riches sont alors exploitées, du haut vers le bas, au sein des petits chantiers des niveaux 288-280 [repère 7] et des grands chantiers 287-266 [repère 8] et 292-264 [repère 9]. Des recherches sont ouvertes de part et d'autre de ces chantiers, dans l'allongement du filon. La zone située entre les deux chantiers fait notamment l'objet de recherches en profondeur [repère 10]. Mais aucun chantier d'exploitation n'est ouvert. L'étude de la géologie de la mine a permis d'en identifier la raison : le filon F2 forme ici un « pli » qui a entraîné un appauvrissement de la minéralisation. Ces travaux sont donc prolongés en profondeur et débouchent en définitive sur l'identification d'une troisième zone riche, à la cote 264, correspondant au filon F3 [repère 11].

Par ailleurs, plusieurs équipes de mineurs, peut-être quatre, parties vraisemblablement de la surface, creusent une série de travaux de reconnaissance afin de prospecter une zone d'une vingtaine de mètres de hauteur entre les niveaux 270 et 248 [repère 12, 13 et 14]. Cette zone se révèle relativement pauvre. Les travaux se poursuivent dans l'allongement du filon, où les équipes entrent en jonction avec la base du chantier 287-266 au moyen d'un travers-banc, et rencontrent vers la cote 260-254 la zone riche repérée plus au nord à la cote 264 [repère 15].

On observe alors, à partir de ce niveau un même mouvement de progression vers le bas dans une vaste zone minéralisée correspondant au filon F3, exploitée à partir de plusieurs points dans ce qui deviendra le Grand Chantier, dont les limites nord et sud n'ont pas été identifiées [repère 16]. Cet ouvrage se prolonge vers le nord parallèlement au chantier 292-264. Les mineurs travaillant dans ces deux zones d'exploitation vont d'ailleurs chercher à établir une jonction, par le biais de trois traverses creusées, sans succès, depuis le Grand Chantier, et d'une quatrième, creusée depuis le chantier 292-264, et qui elle, parvient à recouper le chantier voisin [repère 17] (Beyrie *et al.* 2010).

Une autre équipe, provenant du nord de la zone étudiée, et exploitant un panneau minéralisé sur le filon F2 au nord du chantier 292-264 (chantier 300-286), va entrer en jonction avec les travaux d'exploitation des niveaux 292-264 [repère 18]. Cette observation est importante : elle prouve l'existence d'un autre accès, non repéré, au nord de la zone étudiée à ce jour.

A la base du Grand Chantier, plusieurs recherches sont creusées dans l'allongement nord du filon, entre les niveaux 240 et 224 [repère 19]. Elles n'entraînent pas l'ouverture de chantiers, peut-être en raison de la pauvreté de la minéralisation. Plus au sud, les travaux paraissent se prolonger en profondeur sous le niveau 224, qui correspond actuellement au niveau de circulation de la galerie moderne creusée dans l'allongement du filon. Le cheminement des importants ruissellements d'eau observés dans cette galerie jusqu'à la base de la mine (niveau 195) permet d'envisager une connexion des travaux des niveaux 240-224 avec les travaux de l'extrémité sud du réseau (niveaux 215-195). Cette liaison n'a pu être explorée à ce jour en raison du comblement important des ouvrages situés entre le niveau 224 et le niveau 215.

Une chronologie complexe

A ce jour, les données chronologiques ne permettent pas de replacer à la mine des Barrency une activité minière médiévale ou moderne¹⁵⁴. Le mobilier céramique de la fin du II^{ème} et du I^{er} s. av. n. è. identifié en position primaire dans le réseau du Mourral de la Grave témoigne vraisemblablement de la fréquentation du réseau à la même époque¹⁵⁵. Un parallèle doit être fait entre ces éléments et le mobilier céramique similaire composant les épandages identifiés sur le plateau des Barrency. La présence de ces derniers est sans doute liée à une intervention sur le gisement des Barrency au tournant des II^{ème} et I^{er} s. av. n. è. L'absence d'amphores Dressel 1B et

¹⁵⁴ Bien évidemment, les datations ne concernant qu'une partie des travaux observés aux Barrency, nous ne pouvons exclure de manière définitive une intervention sur le gisement entre le I^{er} s. av. n. è. et les années 1890.

¹⁵⁵ On ne peut exclure un emploi plus tardif des culots d'amphores. En revanche, la chose est difficilement envisageable pour les fragments de vaisselle campanienne identifiés dans le comblement de la galerie de recherche du niveau 301 (S. 27/1-27/2).

d'amphores espagnoles, et plus généralement d'éléments matériels postérieurs au milieu du I^{er} s. av. n. è. ne permet pas d'étendre cette période d'activité au delà du milieu du I^{er} s. av. n. è.

Cependant, seules six datations ¹⁴C réalisées dans le réseau du Mourral de la Grave entre 2009 et 2012 couvrent la totalité de cette période (datations du groupe 3 ; fig. I-33 et I-34). Trois autres intervalles englobent une partie de celle-ci (années 120/110 av. n. è.) dans une fourchette plus large couvrant les IV^{ème} s., III^{ème} s. et II^{ème} s. Les autres datations sont plus anciennes de près d'un siècle au minimum et sont comprises exclusivement entre le tournant des V^{ème} et IV^{ème} s. et la fin du III^{ème} s., tout comme la datation réalisée dans le réseau NE-SO des Barrencs de Fournes. Les premières datations ¹⁴C réalisées dans la partie située au nord de la zone étudiée au Mourral de la Grave dans les années 1990 et 2000 ont fourni des résultats similaires : elles couvrent toutes les IV^{ème}, III^{ème} et II^{ème} s.¹⁵⁶

L'interprétation de ces données est particulièrement délicate pour les raisons évoquées en 2.2.3., dans la mesure où nous ne connaissons pas la partie de l'arbre à laquelle correspondent les charbons de bois. Néanmoins, il serait trop facile de considérer que les datations ne concordant pas avec le mobilier céramique présent sur le plateau et plus rarement dans les travaux aient été systématiquement faites à partir de bois de cœur de vieux arbres. Il faut d'ailleurs remarquer que le mobilier tardo-républicain se concentre seulement dans quelques secteurs du Mourral de la Grave. De plus, à l'exception des tessons identifiés dans le comblement de la galerie de recherche 27/1-27/2, aucun de ces éléments n'était associé à des déblais miniers : tous étaient déposés sur les niveaux de circulation et d'abandon. Au risque de nous répéter, ils témoignent uniquement d'une fréquentation des travaux. De la même manière, la majorité des datations ¹⁴C couvrant la fin du II^{ème} et le début du I^{er} s. av. n. è. (mais aussi la fin du III^{ème} s. et l'ensemble du II^{ème} s.) désignent uniquement le *terminus ante quem* du percement des ouvrages (4 cas sur 6). En revanche, la majorité des dates des groupes 1 et 2 doivent être rattachées aux déblais produits lors du creusement des ouvrages sondés.

En l'état actuel de l'étude, il serait hasardeux de proposer une datation précise de l'activité. De plus, au regard des dimensions de la mine, le nombre de datations ¹⁴C n'est pas suffisant pour caractériser précisément la chronologie de cette dernière. Il serait en revanche excessif de rejeter en bloc les éléments à notre disposition. Le nombre de datations couvrant *pro parte* les IV^{ème}-II^{ème} s. av. n. è. incitent à envisager un démarrage de l'activité entre le IV^{ème} et la fin du II^{ème} s. av. n. è. dans la partie étudiée au Mourral de la Grave. La position des datations les plus anciennes à la base des chantiers 292-264, 287-266 et du Grand Chantier pourrait d'ailleurs constituer un indice supplémentaire d'un démarrage de l'activité avant la fin du II^{ème} s., incitant à penser que le gisement a fait l'objet d'une large exploitation dès avant la conquête romaine. Il semble par ailleurs assez significatif que la seule structure fouillée en surface, près des travaux (Barrencs 25) ait fourni un matériel céramique antérieur à la fin II^{ème} s. av. n. è. (Rancoule, Guiraud 1979).

Dans cette hypothèse, la période d'activité perçue au tournant des II^{ème} et I^{er} s. av. n. è. peut être envisagée de deux façons : continuité de l'activité ou reprise du gisement. L'homogénéité des travaux étudiés dans le réseau du Mourral de la Grave ne permet pas d'identifier pour l'heure plusieurs phases d'activité dans ce secteur. Pour autant, on ne peut

¹⁵⁶ Les intervalles des deux datations obtenus sont compris entre les années 390-360 BC et 200-110 BC (Archives DRAC-SRA L-Ro, Galant, 16 octobre 2001 ; Beyrie *et al.* 2012).

exclure une reprise plus importante dans d'autres parties de la mine.

Un haut niveau d'organisation

Cette homogénéité technique et architecturale apporte par ailleurs un éclairage singulier sur l'organisation de l'activité. La dynamique opératoire de la zone étudiée au Mourral de la Grave montre que les différentes équipes de mineurs, composés de véritables spécialistes de l'art des mines, ont très vraisemblablement travaillé concomitamment, en cherchant à établir des jonctions entre elles en des points prédéterminés afin de poursuivre l'exploitation en commun (cf. p. 171). Ces jonctions, réalisées avec peu d'erreurs de positionnement, témoignent d'une réelle coordination des travaux et de la bonne capacité d'orientation des mineurs dans la mine. Aucun élément ne permet d'individualiser des groupes d'ouvrages indépendants qui seraient le fruit d'une division de l'espace (Beyrie *et al.* 2012). Il semble au contraire exister une réflexion globale développée à l'échelle de l'ensemble de la zone au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Elle implique la coordination de plusieurs équipes de mineurs, qui ont mis en commun leur compétence et leurs efforts afin d'exploiter collectivement les filons du Mourral de la Grave. La jonction reconnue au nord de la zone étudiée entre 2009 et 2012 révèle l'existence d'autres équipes travaillant plus au nord à partir d'autres accès inconnus à l'heure actuelle (fig. I-31). Ces mineurs ont sans doute coordonné leur travail avec l'équipe œuvrant dans le chantier 292-264.

L'usage généralisé de l'abattage par le feu dans un réseau prenant de plus en plus d'importance au fur et à mesure des travaux a sans nul doute nécessité là aussi une certaine concertation. Cette pratique implique un renouvellement suffisant de l'air afin d'assurer d'une part un apport d'oxygène pour les mineurs et pour les feux, d'autre part l'évacuation des fumées et gaz toxiques. Une mauvaise ventilation peut avoir une incidence sur le déroulement de la combustion, en allongeant sa durée et le temps de refroidissement. De plus, une mauvaise ventilation peut poser des problèmes d'enfumage du réseau, et entraver la circulation des mineurs et le bon déroulement des travaux dans les chantiers adjacents. De tels inconvénients peuvent expliquer l'interdiction de ce type de technique dans les mines athéniennes au IV^{ème} s. av. n. è. (Démosthène, *Plaid. Civ.* : XXXVII, 36) et ont incité la définition de règles dans l'usage de l'abattage par le feu au Moyen Âge, exposés dans des statuts et règlements miniers¹⁵⁷. En effet, ils ne sont pas sans conséquence sur la sécurité des mineurs mais aussi sur la viabilité économique d'une mine, car ils entraînent retard et difficulté dans l'exploitation. Sans aller jusqu'à supposer l'existence à la mine des Barrencs de règlements similaires à ceux connus pour la période médiévale, l'usage généralisé de l'abattage par le feu dans le réseau du Mourral de la Grave a sans doute nécessité une coordination des différentes attaques et une gestion de l'allumage des bûchers, se traduisant par une régulation des lieux et moments d'allumage des foyers, de la fréquentation de la mine ou la distribution des points d'attaque, à l'échelle des différents secteurs de la mine.

Le creusement de la galerie d'exhaure paraît lui aussi révélateur d'une certaine coordination des travaux. Cet ouvrage d'assistance constitue un équipement collectif en raison de sa position à l'aval-pendage, dans la mesure où il a vraisemblablement eu un impact sur

¹⁵⁷ Pour synthèse détaillée sur la question, voir Py 2009 : II, 1059-1062.

l'ensemble du réseau du Mourral de la Grave. Sur la base d'une comparaison avec des vitesses de creusement attestées pour la Renaissance dans des roches variées, B. Ancel estime à un minimum de 20 m/an la vitesse de percement dans des schistes gréseux durant l'Antiquité (Ancel *et al.* 2012 : 187, note 44). Si l'on tient compte des affleurements présents sur le versant sud du plateau des Barrencs, la galerie de Foun Barrota pourrait avoir traversé des schistes, des calcschistes et des grès. En toute hypothèse, il faudrait estimer à une dizaine d'années le temps nécessaire au percement de cette galerie. Ce chiffre est pour l'heure invérifiable, mais c'est à n'en pas douter sur une telle échelle de temps qu'il faut envisager le percement de cette galerie. Une telle entreprise, qui traduit une véritable spécialisation de l'intervention minière engagée aux Barrencs, implique un travail de longue haleine improductif durant tout le temps du creusement. La zone minéralisée inondée dont l'ouvrage devait assurer l'exhaure représentait donc un enjeu économique suffisamment grand pour que les exploitants investissent à perte pendant plusieurs années dans cet ouvrage, espérant sans doute en retirer par la suite un bénéfice autrement plus élevé. Un tel travail éclaire à sa manière le niveau d'organisation de l'exploitation du Mourral de la Grave.

L'exploration rapide de secteurs situés au nord de la zone étudiée au Mourral de la Grave et des travaux souterrains des Barrencs de Fournes a mis en lumière l'existence de méthodes d'exploitation similaires qui doivent être mieux caractérisées. À terme, elles pourraient être révélatrices de la dimension exceptionnelle de l'activité développée aux Barrencs, d'un point de vue technique et socio-économique.

D'ores et déjà, cette dernière n'est pas sans soulever de nombreuses questions sur le plan socio-économique. Avant de traiter de manière plus approfondie ces points (partie III), il convient de s'interroger sur le contexte dans lequel se place la mine des Barrencs. Dans une région aussi riche en ressources minières qu'est le versant sud de la Montagne, une mine comme celle des Barrencs est-elle isolée, ou s'inscrit-elle au contraire dans un mouvement plus large de mise en valeur généralisée des gisements de cuivre, plomb et argent dès avant la conquête romaine ?

2.2. Le paysage minier du versant sud de la Montagne Noire

L'identification d'éventuelles mines de cuivre, argent et plomb contemporaines de la mine des Barrencs a reposé sur une vaste enquête guidée en premier lieu par les indices d'activité antique ou ancienne recueillis dans la bibliographie. Le bilan de ce travail est toutefois très mitigé (annexes I et II).

2.2.1. La mine polymétallique de la Caunette

Un site s'avérait particulièrement prometteur. Située à moins de 2 km de la mine des Barrencs, fréquemment citée dans les sources médiévales et modernes et établie sur un

gisement réputé riche en argent, la mine de la Caunetta a constitué une cible prioritaire. Le site est toutefois occupé actuellement par une carrière de pierre en activité, qui a largement remodelé la zone. La mine, en partie noyée après l'arrêt des travaux au milieu du XX^{ème} s., a été mise en sécurité récemment et n'est désormais plus accessible.

Dans ce secteur alternent des bancs subverticaux d'orientation générale E/O constitués de grès, de calcschistes, de pélites et de calcaires dolomitiques du Cambrien inférieur. L'ensemble a été affecté par une faille de décrochement NNO/SSE à pendage 40° ENE, engendrant un léger rejet vers le sud du compartiment oriental (fig. 43 et 44). Un filon de sidérite s'est mis en place dans cette faille par le biais de solutions hydrothermales. Par ailleurs, au moins six corps minéralisés subverticaux E-O se sont intercalés dans les alternances carbonatées au toit du filon N/S. D'épaisseur variable, pouvant atteindre parfois 1 m, le filon N/S, dit filon principal, a été reconnu sur plus de 500 m de longueur, et paraît se prolonger en profondeur au-delà du point le plus bas de la mine, situé à 25 m sous le niveau de l'Orbiel. La minéralisation de ce filon est constituée essentiellement de sidérite, sphalérite, galène, pyrite, chalcopryrite et cuivres gris (tétraédrite). La galène et les cuivres gris nettement argentifères paraissent avoir été les minéraux sulfurés primaires les plus abondants (Tollon 1970 : 156 ; Chikhaoui 1981 : 138-139). Les teneurs en argent très élevées du gisement¹⁵⁸ seraient essentiellement le fait des cuivres gris. D'importantes zones d'altération supergène des corps minéralisés, à oxydes et hydroxydes de fer et riches en argent – jusqu'à 1500 g/t – ont été reconnues entre la surface, au niveau du château, et le niveau de l'Orbiel, sur plus de 100 m de hauteur (Pagis 1983 : 28).

Les sources écrites mentionnent l'existence d'une mine d'argent à la Caunette dès les années 1580¹⁵⁹. Encore active en 1633, cette mine semble abandonnée dans les années 1660 (Catel 1633 : I, 51 ; Arçons 1779 [1667] : 479 ; Chénier 1867 [1668] : 587)¹⁶⁰. Le gisement a ensuite été largement exploité pour le fer au XVIII^{ème} s., puis pour le fer et l'argent aux XIX^{ème} et XX^{ème} s. Des travaux anciens ont été fréquemment recoupés lors des interventions modernes et contemporaines. Sur ce point, les informations les plus intéressantes sont fournies par A. de Genssane (Genssane 1778). Lors de sa visite du gisement de la Caunette dans les années 1770, où seul le fer de la zone oxydée est alors exploité, il entreprend de retrouver la mine d'argent signalée un siècle plus tôt par César d'Arçons. La mémoire locale en garde le souvenir et la situe sous la mine de fer (Genssane 1778 : 295). Les travaux qu'il découvre à la base de cette dernière sont très différents des ouvrages sus-jacents :

« Arrivés au fond de ce puits, nous ne fûmes pas peu surpris d'y trouver des travaux bien différents de ceux qu'on avait fait, à plus de cent trente pied au-dessus sur les Mines de fer. Ici, les ouvrages y sont exécutés dans la plus grande régularité,

¹⁵⁸ Certains auteurs avancent des chiffres compris entre 5 et 18 kg Ag/t (Archives BRGM, gisement de La Caunette, 1975 ; Archives BRGM, gisement de la Caunette, s.d. ; Chikhaoui 1981 : 139).

¹⁵⁹ En 1588, la mine est exploitée par Pierre Gontier, le propriétaire du château de la Caunette (A.D. Hérault, C270 ; Bailly-Maître 2007 : 66-67).

¹⁶⁰ *« Il y a sur la même montagne à la Caunete, une mine d'argent à laquelle le Seigneur de ce lieu là a fait aussi longuement travailler, qu'il a pu en tirer les eaux avec des machines. Et il ne tient pour les en faire sortir, qu'à achever l'abristol ou l'ouverture qu'il avait commencé au pied du rocher, & qui doit aller rencontrer le fond de la mine, laquelle est tout proche de son Château, où l'on voit encore un fort beau laboratoire, avec tous les outils nécessaires »* (Arçons 1779 [1667] : 479).

Et tels qu'on les exécute encore aujourd'hui dans les Mines d'argent, de cuivre ou de plomb, qu'on exploite en règle. Il y a ici des kast ou planchers sur lesquels on met les mauvais décombres, qu'il serait trop coûteux de sortir dehors ; Et ce qui nous parut bien plus surprenant, c'est que les bois de chêne-vert qui soutiennent ces planchers y sont aussi sains que si on venait de les y mettre, quoiqu'il y ait plus de quatre cens soixante ans qu'ils y sont placés [...] » (Genssane 1778 : 297).

L'auteur identifie là l'ancienne mine d'argent de la Caunette en examinant les minéralisations visibles dans les travaux. Cette description est la première d'une longue série de mentions de travaux dits « anciens », observés par les différents exploitants intervenant par la suite sur le gisement de la Caunette aux XIX^{ème} et XX^{ème} s. (fig. 98). En 1894, l'auteur d'un rapport d'activité rappelle que « l'exploitation la plus ancienne, galeries à la pointerolle, pour argent et plomb surtout, paraît remonter à des temps très reculés et avoir duré plusieurs siècles [...] »¹⁶¹. Quelques années plus tard, l'ingénieur A. Bernard, chargé de la direction de la mine, rapporte qu'une « série de galeries étroites, taillées à la pointerolle, avec la régularité et la perfection qui caractérisent le travail des anciens mineurs » ont été recoupées au milieu des années 1890 (Bernard 1897 : 605). Ces travaux anciens ont été ouverts sur le filon N/S et les filons croiseurs E/O, dans la zone oxydée et dans la minéralisation sulfurée primaire et paraissent s'être enfoncés sous le niveau hydrostatique. A. Bernard mentionne par ailleurs la découverte, en surface, « à côté de l'ancienne sortie présumée de la mine », de « cases dallées, cachées sous la terre végétale et remplies de minerai scheidé en morceaux de 2 à 3 centimètres, d'une teneur moyenne de 9,2 p.100 de plomb et 0,0868 p. 100 d'argent ». Il signale la présence, « ça et là », de scories relativement riches en plomb (9 à 10 %) mais pauvres en argent (moins de 0,008 %) qu'il considère comme des résidus de traitement de la galène (Bernard 1897 : 606-607)¹⁶².

Toute la difficulté est de pouvoir dater ces travaux souterrains. La fermeture des accès au réseau souterrain lors des opérations de mise en sécurité limitent les possibilités d'étude. Il faut donc se rabattre sur les sources écrites. Un texte précise ainsi qu'en 1336, un certain Jean Régine vend alors pour un an les droits qu'il a acheté au roi sur « *mineriae sitae ad Caunetam*¹⁶³ ». Or, en 1778, A. de Genssane observe sur la paroi des vieux travaux largement noyés qu'il explore sous la mine de fer une inscription constituée d'une date – 1316 – accompagnée d'une double lettre AN, d'un P majuscule « assez mal fait » et de plusieurs lettres indéchiffrables (Genssane 1778 : 298). Si elle constitue un indice intéressant, cette inscription que personne à la suite d'A. de Genssane n'a jamais mentionné n'est pas un élément de datation d'une très grande fiabilité. Quant au texte de 1336, s'il permet d'identifier une mine en activité à la Caunette au XIV^{ème} s., il ne dit rien sur la nature du minerai extrait : il peut très bien s'agir du fer de la zone oxydée, susceptible d'avoir alimentée les établissements sidérurgiques connus sur le versant sud de la Montagne Noire au XIV^{ème} s.¹⁶⁴ (Guiraud 1907 : 229-230 et 258-263 ; Verna 2007 : 116).

¹⁶¹ Archives DREAL L-Ro, Anonyme, 30 septembre 1894 ; Bailly-Maître 2007 : 69-70.

¹⁶² M. Esparseil signale lui-aussi « autour du château des scories de plomb et d'argent et quelques échantillons de minerai de plomb argentifère » (Esparseil 1896 : 105).

¹⁶³ Guiraud 1907 : 268 ; Bailly-Maître 2007 : 66-67.

¹⁶⁴ A.D. Aude, H393 et H404 ; Guiraud 1907 : 229-230, acte n°490, et 258-263, acte n°524 ; Verna 2007 : 116. Notons que M. Esparseil aurait trouvé des « monnaies du XIII^{ème} s. » dans « les travaux des minerais de fer » (Esparseil 1896 : 104).

D'ailleurs, dans l'expression « *mineria sitae ad Caunetam* », *Caunetam* semble désigner non pas la mine en tant que telle mais le lieu-dit où se trouve la mine. Cela prouverait que le toponyme *Caunetam* était déjà en place au XIV^{ème} s. Or, le terme de *caunetta*, qui peut être traduit par « grotte » en languedocien, pourrait désigner dans ce cas précis d'anciens travaux miniers, par le biais d'un phénomène de réinterprétation après oubli (Wiénin 1997 : 236).

Par conséquent, tout en n'écartant pas la possibilité d'une exploitation du gisement non-ferreux de la Caunette au XIV^{ème} s., ne peut-on pas envisager l'existence d'une phase d'activité plus ancienne ? La question reste posée, les reconnaissances réalisées autour du site entre 2010 et 2012 n'ayant pas permis l'identification d'élément démontrant une mise en valeur du gisement de la Caunette durant l'âge du Fer ou la période romaine. Il est toutefois difficile d'imaginer qu'un tel gisement, situé à moins de 2 km de la mine des Barrencs et d'une agglomération importante occupée aux deux derniers siècles avant n. è. (habitat de Lacombe) n'ait pas suscité l'intérêt des spécialistes de l'art des mines intervenant aux Barrencs.

2.2.2. Les mines de cuivre du vallon de La Grave

Le ruisseau de La Grave est un petit affluent de la rive gauche de l'Orbiel, s'écoulant à l'est du plateau des Barrencs dans un vallon relativement encaissé d'orientation SO-NE (fig. 43 et 44). Ce vallon traverse les calcaires et dolomies du Dévonien inférieur, organisés en une série de compartiments d'orientation sensiblement OSO-ENE. L'ensemble est traversé par une série de failles N-S à NE-SO (BRGM 1993).

Le principal gisement minier connu dans ce secteur est celui du Roca das Cors, constitué de trois filons de quartz et de sidérite, d'orientation NE-SO encaissés dans les calcaires dévoniens. La minéralisation sulfurée primaire, constituée de pyrite, chalcopryrite, cuivres gris, galène, est très largement oxydée en limonite, goethite, malachite, azurite, cuprite et cuivre natif. Les teneurs en or et argent du minerai oxydé exploité au tournant des XIX^{ème} et XX^{ème} s. atteignaient respectivement 15 à 50 g/t Au et 600 à 900 g/t Ag. Certaines analyses de minerai tout-venant auraient dépassé 3000 g/t Ag (Esparseil 1895 : 77-78 ; Esparseil 1933 : 117 ; Issard 1984 : 247-249). D'autres filons de quartz et de sidérite prennent place dans les accidents N-S à NE-SO qui jalonnent les calcaires et dolomies dévoniennes. Ils sont minéralisés en chalcopryrite, bornite, galène, malachite, azurite et oxydes de fer (goethite, limonite). Les minerais analysés au tournant des XIX^{ème} et XX^{ème} s. affichaient des teneurs en argent de l'ordre de quelques centaines de grammes (Esparseil 1895 : 77-82 ; Esparseil 1903 : 35 ; 1913 : 39).

L'activité minière développée dans le vallon aux XIX^{ème} et XX^{ème} s. a concerné essentiellement le gisement de Roca das Cors, exploité entre les années 1890 et 1910 puis durant une courte période au milieu du XX^{ème} s.¹⁶⁵. Les autres indices ont suscité uniquement quelques recherches, souvent limitées et sans suite, principalement dans les années 1890. (Esparseil 1913 : 41-42 ; Esparseil 1933 : 117 ; Kammenthaler, Marconnet 2003 : 7). Ces interventions récentes ont donné lieu notamment à la désobstruction de plusieurs travaux anciens. Au col de la Grave, où le gisement de cuivre paraît « avoir été exploité à une époque très

¹⁶⁵ Archives DREAL L-Ro, (3-2-2), Raynaud, 30 octobre 1894.

ancienne», M. Esparseil signale « plusieurs travaux anciens » qu'il a fait déblayé « en pure perte : le minerai a été pris à une grande profondeur, du moins dans l'une des fouilles que nous avons ouvertes » (Esparseil 1895 : 77). Plus au sud, les recherches menées sur le filon du ruisseau de La Grave révèlent l'existence d'une « galerie très étroite creusée à la pointerolle et au feu¹⁶⁶ ».

Les travaux reconnus à ce jour dans le vallon de La Grave se concentrent essentiellement sur le gisement du Roca das Cors. Percés essentiellement à l'explosif, ces ouvrages souterrains sont caractéristiques d'une exploitation de la fin du XIX^{ème} et du début du XX^{ème} s. Aucun élément ne démontre l'existence d'une phase d'activité antique ou protohistorique (Kammenthaler, Marconnet 2003 : 7-11). Il faut toutefois noter la présence à 255 m au nord-est de ces travaux, d'une petite recherche (Roca das Cors 6) creusée à l'outil sur une faille d'orientation N/S, dont la halde a livré un fragment d'amphore italique (Maintenant 2009b : II, 23). On peut envisager l'existence sur ce point d'un ouvrage minier antique. La faiblesse quantitative du mobilier ne permet pas de confirmer cette hypothèse.

Néanmoins, à l'amont de ce site, sur le rebord du plateau, les prospections ont permis d'identifier en 2009 un épandage de tessons d'amphores italiques, qui s'ajoute à une découverte similaire faite au début des années 2000 à moins de 200 m de là, au-dessus de la mine de Roca das Cors (Decombeix *et al.* 2004 : 7). Ces occupations sont-elles liées à la mise en valeur des filons de Roca das Cors ? La rareté des indices d'une intervention antique sur ces gisements invite à rester prudent. Les travaux anciens signalés dans les années 1890 n'ayant pu être précisément localisés, la question d'une exploitation protohistorique ou antique des gisements de cuivre, argent et plomb du vallon de la Grave reste posée.

2.2.3. Les mines de cuivre de l'interfluve Orbiel-Rieutort

Enfin, à moins de cinq kilomètres au nord du vallon de la Grave, dans la zone axiale du massif géologique de la Montagne Noire, deux champs filoniens cuprifères sont encaissés dans les terrains métamorphiques de l'interfluve Orbiel-Rieutort (fig. 43-44 et 99) (Tollon 1968). Cependant, seule la mine de La Cauna (Labastide-Esparbayrenque) avait livré lors de la recherche documentaire un faisceau d'indice permettant d'envisager une activité minière ancienne.

Dès le début du XIX^{ème} s., d'anciens travaux ouverts à une époque inconnue sont signalés dans cette mine (Barante 1802 : tableau I, 7). M. Esparseil y décrit plusieurs attaques, dans lesquelles ont été retrouvés des outils et « quelques squelettes humains qui ont dû être ensevelis par quelque éboulement [...] preuve certaine d'une exploitation ancienne » (Esparseil 1895 : 71-73). Plusieurs traditions locales replacent sur ce point la découverte d'amphores, l'existence d'une galerie murée dans la maison *La Cauna*, bâtie sur le passage du filon¹⁶⁷, et la présence à proximité du

¹⁶⁶ Cette galerie est signalée dans un rapport de l'ingénieur du Service des Mines E. Verland, qui a visité les travaux de recherches de M. Esparseil en 1895. Il précise que l'exploitant poursuivait alors « le déblaiement d'une galerie inclinée remplie de terres, de blocs de calcaire avec quelques rares morceaux de minerai cuivreux » : A.D. Aude, S764, Verland, 2 mai 1895.

¹⁶⁷ Cette tradition recoupe les informations fournies par T. Cagarel à la fin du XIX^{ème} s. au sujet de la présence au milieu de ce siècle d'une entrée de « galerie qui s'enfonçait dans la montagne sur une longueur, disait les vieillards, de plus de

gisement d'une concentration « *de débris de minerai de cuivre mélangés dans le sol* » attribuée à un site de traitement établi par les Romains¹⁶⁸. Enfin, le toponyme *La Cauna* associé à cette mine pourrait traduire l'existence d'une activité minière ancienne, antérieure à la fixation du nom sur le cadastre napoléonien au début du XIX^{ème} s.

Le gisement en question correspond à une structure filonienne d'orientation moyenne N100° à N130°, à pendage 40° à 50°N, encaissée dans les schistes gréseux cambriens de la formation de Mas-Cabardès. D'épaisseur décimétrique à métrique, ces filons de quartz, fluorite et calcite sont minéralisés en mouches de chalcopryrite de quelques centimètres de diamètre associées à la pyrite, et à des minéraux d'altération de la chalcopryrite (malachite, azurite). Des échantillons de minerai tout-venant analysés dans les années 1960 affichaient de faibles teneurs en argent, or et plomb (10 g/t Ag ; 0,4 g/t Au ; 0,012 % Pb) (Tollon 1970 : 159 ; Léger 1981 : 162-163).

Les travaux observés sur ce gisement s'échelonnent sur le versant est de la vallée du Rieutort (Mantenant 2010 : 13-14). Au pied du versant, une galerie inférieure d'orientation approximativement O/E et longue d'une centaine de mètres est ouverte dans l'allongement du filon, à l'amont-pendage. Assez large (1,5 x 1,8 m), taillée à l'outil et à l'explosif, elle semble correspondre à la galerie de recherche ouverte en 1890 par une compagnie belge (Esparseil 1895 : 72). A une trentaine de l'entrée de cette galerie inférieure, une tranchée d'orientation O/E (30 x 5 x 4 m) a été creusée dans l'axe du filon, sur le versant. Enfin, à une soixantaine de mètres au-dessus de cette tranchée, subsiste l'entrée d'une galerie actuellement bouchée, associée à une petite halde (50 m²), constituée essentiellement de fragments de quartz et de fluorine. Ces deux travaux ne sont pas datés. Plus généralement, aucun indice d'une activité minière antique n'a été identifié dans cette zone.

Bilan intermédiaire

Comme à la mine de la Caunetta et dans le vallon de la Grave, nous sommes donc confrontés dans la vallée du Rieutort à l'indigence de la documentation archéologique. Cette remarque est valable pour l'ensemble des gisements de cuivre, plomb et argent du versant sud de la Montagne, qui, à ce jour, n'ont pas livré d'indices d'une activité antique ou protohistorique (fig. 100-112). Les ouvrages repérés sur les gisements de cuivre de La Farenque, La Cabasse, Le Pujol, La Calm, Montclergue ou sur des indices plus réduits sont soit contemporains, soit non datés (Kammenthaler, Marconnet 2003 : 12-15 et 39-40 ; Kammenthaler, Marconnet 2004 : 48-75 ; Mantenat 2010 : 4). Cependant, on ne peut conclure définitivement à l'isolement de la mine des Barrencs sur le versant sud de la Montagne Noire. L'identification récente de fosses d'exploitation ouvertes sur des chapeaux de fer sur le plateau de La Royale, datées de l'époque romaine (La Royale 7 et Cumiès 11 ; Ackx 2008 : 31 et 38-40) démontre que de nouvelles découvertes ne sont pas à exclure.

La nature des productions métalliques constitue un second point problématique. Le

cent mètres [...] » (A.D. Aude, S764, Cagarel, 1898-1900).

¹⁶⁸ A.D. Aude, S764, Cagarel, 1898-1900.

minerai extrait aux Barrencs suppose la production de cuivre et d'argent. Mais nous ne disposons à ce jour d'aucune preuve directe en ce sens. La méconnaissance des sites de traitement des minerais extraits des Barrencs limite les interprétations. Dans ce domaine, la découverte ancienne de fragments de litharge à Fournes, sans plus de précisions, ne constitue pas un argument suffisamment convaincant (Laffitte 1935 : 147, note 1). L'étude préliminaire de plusieurs scories prélevées sur un site identifié dans les années 1990 sur une colline située à 1 km de la mine (Montfermier, site du Belvédère) a permis d'identifier un traitement de minerais non-ferreux constitués notamment de cuivres gris (fig. 43). Nous n'avons cependant pas poursuivi l'enquête dans la mesure où ce site a été détruit dans les années 1990 avant d'avoir été daté. On ne peut donc l'associer avec certitude à l'activité minière développée aux Barrencs.

3. L'EXPLOITATION DES GISEMENTS DE CUIVRE, ARGENT ET PLOMB DES CORBIÈRES

Les gisements de cuivre, plomb et argent des Corbières se concentrent dans le massif primaire de Mouthoumet. Ils forment deux groupes principaux (fig. 39 et 113). L'un englobe les amas et indices barytiques minéralisés essentiellement en sulfures et sulfosels de cuivre et encaissés dans les calcaires dolomitiques viséens. Ils se concentrent dans la partie méridionale du massif, le long d'une large bande de terrains carbonifères. Le second regroupe un ensemble de filons sulfurés encaissés dans les terrains paléozoïques.

De dimensions globalement limités, ces gisements présentent toutefois l'avantage du nombre, et affichent un caractère argentifère marqué. Les enquêtes archéologiques limitées réalisées dans les années 1970 et 1980 avaient permis d'identifier quelques indices d'une mise en valeur de certains dépôts. Mais de nombreuses zones d'ombre subsistaient quant à l'ampleur réelle de cette activité, aux modalités techniques de l'extraction et du traitement des minerais et à la nature des productions. Par ailleurs, la chronologie de l'activité n'était pas clairement déterminée. L'essentiel du matériel archéologique identifié sur les quelques sites connus avant 2009 était rattaché aux II^{ème}-I^{er} s. av. n. è. Ces éléments, trop isolés, ne permettaient pas de proposer un phasage chronologique pertinent de l'activité développée dans les Corbières.

Les recherches réalisées se sont concentrées sur les deux secteurs parmi les plus riches en gisements non-ferreux des Corbières, à savoir le Sarrat de Germa, au sud des Corbières, et le sud du plateau de Lacamp, autour du Monthaut, à une demi-douzaine de kilomètres au nord du premier (fig. 113 et 114). Nous avons toutefois voulu disposer d'une vision régionale de l'activité antique, en engageant des enquêtes dans la plupart des autres zones minières où sont signalés des gisements de cuivre, plomb et argent, tout en travaillant plus particulièrement sur le traitement des minerais non-ferreux, qui restait particulièrement mal connu.

3.1. Un secteur minier de premier ordre : le Sarrat de Germa (Montgaillard, Padern)

Ce secteur est situé dans la vallée du Torgan, à l'ouest du Mont Tauch (communes de Padern et Montgaillard) (fig. 115, 117 et 118). Il couvre le petit massif du Sarrat de Germa, culminant à 604 m et le versant oriental des gorges du Torgan, entre le bassin de Montgaillard, au nord, et la confluence du Torgan et du Verdoble, au sud.

3.1.1. Un secteur dominé par les gisements de cuivre-argent

Une unité géologique bien individualisée

Ce massif correspond à une unité géologique nettement individualisée, constituée de calcaires dolomitiques et de dolomies grises ruiformes datés du Viséen et localement silicifiés (fig. 116 et annexe IX). Au nord-est, à la faveur d'un contact anormal, l'unité chevauche des terrains ordoviciens et siluriens et le synclinal* triasique de Montgaillard. Celui-ci isole le Sarrat

de Germa du massif du Mouthoumet. Au sud, les terrains viséens sont en contact avec les flyschs carbonifères intensément plissés, qui affleurent au niveau du ravin du Tistoulet, à l'extrémité sud des gorges du Torgan. Au sud-ouest, en revanche, de minces bandes triasiques séparent l'unité du Sarrat de Germa des formations calcaires du Roc de Nabant, de la Serre de la Maureille et du Roc de la Masse. Ces terrains constituent la limite septentrionale des calcaires, marnes et grès secondaires de la couverture sud-Mouthoumet, qui s'intercalent entre le massif de Mouthoumet et le Grand chevauchement nord-pyrénéen (Giannoni 1990 : I, 254 ; BRGM 1997 : 36-51).

Le sommet des formations viséennes est recouvert par une paléosurface anté-triasique marquée par des encroûtements ferrugineux et de nombreuses zones silicifiées d'orientation N-S. formées à la faveur de circulations le long de drains tectoniques. Les indices barytiques se concentrent dans les formations viséennes, généralement à une vingtaine de mètres sous cette paléosurface, dans un niveau où apparaissent aussi des cavités de dissolution à remplissage détritique terrigène (pélites et grésopélites). S'ils sont spatialement liés au Trias, leur période de mise en place est anté-cénomaniennne et très vraisemblablement post-Hettangienne¹⁶⁹. Dans l'ensemble, ces dépôts dépasseraient rarement 50 m d'extension verticale (Giannoni 1990 : I, 256 et 285). Ils sont généralement proches des masses silicifiées, qui, en raison de leur plus grande résistance aux phénomènes érosifs, forment de petits massifs et des chicots rocheux isolés, bien visibles dans le paysage (fig. 118).

Les gisements miniers et les minerais : essai de synthèse

Sur l'ensemble de l'unité, les calcaires dolomitiques sont parsemés d'amas, d'encroûtements et de filonnets barytiques et siliceux. De fait, si à ce jour une vingtaine de gisements principaux sont reconnus dans le secteur, c'est sans compter sur l'existence de nombreux indices plus réduits susceptibles d'avoir été exploités (fig. 116).

Plusieurs études du mode de formation et de la minéralogie de ces dépôts (Subra 1970 ; 1971 ; Chambolle 1980 ; Giannoni 1990) ont permis de définir les principales étapes du processus de mise en place, synthétisées dans le tableau suivant (fig. I-36) :

¹⁶⁹ C'est la période de mise en place de la plupart des gisements à Ba, Cu, Pb et Zn des Corbières. Un premier processus de minéralisation, limité et d'âge anté-triasique, a toutefois été distingué dans certaines minéralisations du Sarrat de Germa (Giannoni 1990 : I, 416 et 425).

Étape	Evènement
1	circulations de fluides le long des drains tectoniques à partir de la paléosurface
2	silicification des dolomies et dissolution des faciès carbonatés par les fluides, entraînant la formation de cavités dans lesquelles s'accumulent les produits de dissolution et des sédiments terrigènes fins ; ce remplissage est pluriphasé, ce qui entraîne un remaniement des éléments
3	dépôt de minéralisation massive à barytine et sulfosels dans les dolomies altérées non silicifiées (mise en place du minerai au toit des cavités, puis le long des joints et diaclases)
4	dépôt de silice « post-minerai » en petits cristaux affectant l'ensemble (dolomie, minerai et sédiment)
5	poursuite des circulations de fluides, entraînant de nouvelles dissolutions et le dépôt de sédiments argileux post-minerai (le filon de Tistoulet, différent dans sa morphologie des gisements barytiques observés au nord de l'unité, montre lui aussi un phénomène de silicification tardive dans sa partie sommitale)

Fig. I-36 : principales étapes du processus de mise en place des gisements du Sarrat de Germa.

Dans l'ensemble, les associations paragenétiques des gisements du Sarrat de Germa sont relativement simples. La barytine et le quartz constituent la gangue des minéralisations sulfurées. Ces minéralisations sont dominées par les minéraux de la série tétraédrite-tennantite (cuivres gris) (annexe VIII). Dans l'unité du Sarrat de Germa, et plus généralement des Corbières, les cuivres gris sont représentés par une tétraédrite de formule $(\text{Cu,Zn,Fe,Ag})_{12}(\text{Sb,As})_4\text{S}_{13}$, dont les teneurs en arsenic dépassent exceptionnellement 10 %_{mass}. Les teneurs en argent sont quant à elle généralement comprises entre 0,5 et 2 %_{mass}. Elles atteignent parfois 5 %_{mass} (Giannoni 1990 : II, 142-149 ; annexe V). D'après l'étude comparative réalisée par A. Giannoni à partir d'échantillons de tétraédrites provenant de différents gisements des Corbières, celles du Sarrat de Germa se placeraient parmi les spécimens les plus argentifères du massif de Mouthoumet. La pyrite est rare, voire exceptionnelle. La chalcopirite, plus fréquente, se développe en plages xénomorphes en périphérie des cuivres gris ou en petits cristaux disséminés dans la barytine massive ; elle n'est pas argentifère. La galène, la sphalérite et leurs minéraux d'altération (cérusite, smithsonite), relativement rares à l'échelle du secteur, paraissent toutefois dominer le cortège sulfuré des gisements des Fénals, de Favarès et de Sainte-Colombe. Une série d'échantillons de galène provenant des deux premiers dépôts affichaient des teneurs en argent oscillant entre 0,2 et 0,4 %. La stibine est en revanche absente, l'antimoine s'exprimant dans la tétraédrite (20 à 30 % Sb), voire dans la bournonite. Identifiée en particulier à Saint-Estèbe et Favarès, cette dernière ne semble pas argentifère. Parmi les éléments en traces figurent en particulier le mercure, présent jusqu'à 1,3% dans les cuivres gris, mais aussi le cadmium, l'étain, le nickel et le cobalt (Giannoni 1990 : I, 373-388).

L'examen du processus d'altération de la tétraédrite a permis d'identifier un premier stade menant à la formation de digénite, covellite et chalcite en périphérie des cristaux, puis le remplacement partiel ou total de ces derniers par des carbonates de cuivre (azurite, malachite), voire, comme au Tistoulet, par des arséniate de cuivre (adamite, olivénite). À un stade plus prononcé d'altération, il ne reste, du cristal* primitif, qu'un box-work à remplissage limoniteux où apparaissent des plages de cuivre natif, voire, au Tistoulet, des cristaux de pyrargyrite (argent rouge, Ag_3SbS_3). La présence de ce minéral expliquerait les teneurs en argent assez importantes identifiées dans les produits d'altération, notamment dans les carbonates de cuivre prélevés dans les zones d'enrichissement supergène des gisements (Subra 1970 : 32 et 38). Les analyses

microsonde réalisées par A. Giannoni ont révélé de leur côté un défaut de soufre, arsenic et zinc dans les produits d'altération, et surtout, un enrichissement en cuivre, antimoine et argent (Giannoni 1990 : I, 381). Nos propres analyses, réalisées à partir d'échantillons prélevés dans les travaux antiques, ont permis d'identifier des sulfosels en cours d'altération affichant des taux d'Ag particulièrement élevés (annexe V et VI). Ces taux d'argent, compris entre 7,6 et 21,6 % Ag, sont plus élevés que les taux Ag de la tétraédrite non altérée issue de ces filons, compris en moyenne entre 0,4 et 1,4 %. L'analyse globale de huit échantillons de minerai prélevés¹⁷⁰ sur les fronts de taille de travaux associés à du mobilier céramique antique voire protohistorique (chantiers Esquina d'Ase 2, 5, 20, 21-22, Tistoulet 14 et Cauneilla 1) confirme la richesse en argent de ces minéralisations (fig. I-37). Les taux d'argent des échantillons sont compris entre 1740 ppm et 6030 ppm (entre 1740 et 6030 g/t de minerai) c'est-à-dire nettement plus que les teneurs des minerais sulfurés prélevés dans le niveau 320 et concentrés par flottation (1610 g/t en moyenne ; Subra 1970 : 21) ou que les minerais analysés à la fin du XIX^{ème} s. (entre 230 et 1500 g/t, Esparseil 1895 : 2), et ceci, alors même que les taux de baryum peuvent atteindre jusqu'à 34,2 %. Les taux de cuivre varient entre 7,47 et 21,2 %, et ceux d'antimoine entre 1,65 et 9,94 %. En revanche, les taux de soufre sont faibles à modérés (0,05-10,9 %), indiquant par là que la minéralisation est assez oxydée au niveau des points de prélèvement.

Méthode d'analyse	Ag- GRA21	ME- XRF15b	ME- XRF15b	ME- XRF15b	ME- XRF15b	ME- XRF15b	ME- XRF15b	ME- GRA05	ME- CON02
Élément	Ag	As	Ba	Cu	Pb	S	Sb	LOI	Cu
Unité	ppm	%	%	%	%	%	%	%	%
ESQ2-E6	1765	0,72	10,65	9,35	0,057	3,34	2,06	8,47	-
ESQ20-E13	1740	2,91	1,06	17,25	0,03	3,76	4,7	17,84	-
TIS14-E3	5640	1,82	8,96	>20,0	0,188	10,05	5,91	6,9	21,1
CAL1-E1	4380	2,67	0,4	>20,0	0,022	1,32	9,94	18,41	21,2
ESQ5-E5	1975	0,47	0,04	10,3	0,596	0,05	1,655	23,91	-
ESQ21-22-E10	6030	1,48	1,96	13,45	0,077	4,87	5,92	5,69	-
TIS14-E4	2230	0,41	34,2	7,47	0,029	10,9	1,99	3,32	-
CAL1-E2	3980	2,51	0,28	>20,0	0,011	2,59	8,04	19,19	21,1
AlG2-E14	NSS	2,45	3,9	15,15	0,213	6,27	6,12	5,4	-

Fig. I-37 : résultats d'analyse des teneurs en métaux réalisées sur des échantillons de minerai prélevés dans les travaux antiques du Sarrat de Germa.

teneur de métal en grammes par tonne de minerai, gangue non comprise.
(analyses chimiques globales, laboratoire ALS Minerals, Séville, Espagne).

Il faut donc considérer le potentiel argentifère des gisements du Sarrat de Germa en tenant compte à la fois des teneurs en argent de la tétraédrite, qui apparaît comme le principal minéral porteur de l'argent, et des produits d'altération de ces minéraux. Ces derniers sont susceptibles d'augmenter fortement le potentiel argentifère de ce secteur.

Les principaux gisements miniers : présentation détaillée

Le corps minéralisé le plus imposant du Sarrat de Germa, le filon d'Esquina d'Ase-Tistoulet, forme à l'affleurement un dyke haut de plusieurs mètres, nettement visible dans le

¹⁷⁰ Pour le protocole, nous renvoyons au chapitre 1 de la partie II (cf. p. 133).

paysage¹⁷¹ (fig. 119). Cette structure filonienne de direction moyenne N70° à N85° adopte un pendage subvertical 80°S ; sa puissance* peut varier entre 0,80 et 2 m. Il a été reconnu sur plus de 160 m de hauteur par les travaux miniers contemporains (Subra 1970 : 15 ; Giannoni 1990 : 261 ; Déliens *et al.* 1993 : 22). Ce filon est visible sur 900 m d'est en ouest (fig. 120). A l'ouest, il disparaît sous les termes calcaréo-dolomitiques du Trias moyen, non recoupés par la minéralisation, puis sous les calcaires et les calcaires dolomitiques jurassiques et crétacés de la Serre de Maureille (Subra 1970 : 15 ; Giannoni 1990 : I, 261). A l'est, au niveau de la colline d'Aigas Caudas, un accident de direction N50°, de pendage vertical à 50°S, a décalé la structure filonienne de 200 m vers le sud. La partie du filon située à l'est de l'accident est visible sur le versant nord du vallon du Tistoulet – filon de Tistoulet – et réapparaît ensuite sur le versant oriental des gorges, où elle se sépare en plusieurs filons E-O à N50° qui disparaissent sous la masse allochtone du Tauch. De fait, l'ensemble de la structure filonienne, largement entaillée par la vallée du Torgan, affleure de manière discontinue sur près de 1500 m de longueur, entre les cotes 475 et 250.

La structure minéralisée d'Esquina d'Ase-Tistoulet présente localement quelques ramifications, et est décalée ponctuellement par des fractures obliques, à jeu apparent sénestre. Ses épontes, dolomitiques, sont fracturées et silicifiées sur quelques mètres de part et d'autre de la caisse filonienne. Localement, elles sont imprégnées de carbonates de cuivre, et montrent des zones où la dolomie prend un aspect sableux ocre et est tâchetée d'oxydes de manganèse (« dolomie girafe »). La caisse filonienne est quant à elle relativement symétrique, malgré la fracturation oblique. Elle se présente sous la forme d'une brèche cimentée par plusieurs épisodes barytiques et siliceux et constituée de fragments d'encaissant dolomitique autour desquels la tétraédrite s'est disposée en cocardes (Subra 1970 : 17 ; Giannoni 1990 : I, 264) (fig. 121, 123 et 124). L'essentiel du corps filonien est constitué de quartz et de barytine. Le cortège sulfuré est dominé par la tétraédrite (Subra 1970 : 18 et 24). La partie supérieure de la structure filonienne a été soumise à divers phénomènes météoriques : elle correspond à la zone d'altération supergène des minéraux sulfurés, comprise entre les niveaux 384 et 475 mais dont les limites ne sont pas clairement identifiées. Cette zone est remarquable par la diversité du cortège minéralisé, incluant notamment la pyrargyrite (annexe VIII), présente dans les masses de malachite remplaçant des cristaux de tétraédrite altérés¹⁷² (Subra 1970 : 18-34 ; Giannoni 1990 : I, 262-266 ; Déliens *et al.* 1993 : 24).

Le filon principal d'Esquina d'Ase-Tistoulet est encadré par une série de filons secondaires de barytine et de quartz de direction générale E-O à NE-SO et de pendage subvertical à 45°N ou 50°S. Ils sont bien visibles en particulier dans les calcaires dolomitiques de la colline d'Aigas Caudas. Leurs dimensions varient entre quelques centimètres et quelques décimètres d'épaisseur, pour une extension verticale inconnue. Les épontes de ces filons de quartz et de barytine sont formées par les calcaires dolomitiques, localement silicifiés. Les minéralisations sulfurées se présentent en règle générale sous la forme de filonnets localisés

¹⁷¹ Ce dyke est à l'origine du nom donné au filon, Esquina d'Ase signifiant « échine/dos d'âne ».

¹⁷² Les principaux minéraux de cet horizon supergène sont des carbonates de cuivre (malachite, azurite), conférant à l'affleurement du filon des teintes vertes et bleues caractéristiques, des arsénates de cuivre (adamite Zn_2AsO_4H), de l'adamite cuprifère, de l'olivénite (Cu_2AsO_4H) et de l'olivénite zincifère, ainsi que de l'ammialite (un antimoniate de cuivre et de mercure), de la stibiconite et de la rosasite (Zn, Cu_2) $(OH)_2/CO_3$ (Subra 1970 : 18-34 ; Giannoni 1990 : I, 266).

près des épontes ou isolés dans la roche encaissante. Les minéraux de la série tétraédrite-tennantite, la chalcopryrite et leurs minéraux d'altérations (malachite, azurite, oxydes et hydroxydes de fer) sont les espèces minérales les plus fréquemment observées sur les affleurements ou dans les travaux.

Plus au nord, le gisement de Saint-Estèbe regroupe la plus importante concentration d'amas barytiques. S'étendant de part et d'autre de la crête du même nom, il a été reconnu sur 400 m de longueur NE-SO et 70 m de hauteur, jusqu'aux cotes 400-380. Ce gisement adopte une morphologie assez complexe faite d'une succession d'amas de taille métrique à plurimétrique entrecoupés de masses siliceuses stériles et soumis à une intense tectonisation. Cette tectonisation leur a conféré ponctuellement une allure filonienne. Qui plus est, le contact entre l'encaissant et le minerai est particulièrement diffus, en raison notamment d'un double phénomène de substitution progressif du calcaire par le minerai et de silicification des épontes, où les sulfosels de cuivre peuvent être particulièrement abondant. Enfin des cavités karstiques recoupent les amas barytiques, entraînant une remobilisation des minéralisations, et un emballage des fragments de barytine dans des remplissages argileux (Giannoni 1990 : I, 271-276). La paragenèse de ce gisement montre essentiellement de la barytine, présente aussi bien dans les amas que dans des filonnets secondaires, associée à la silice. Les minéraux métalliques sont quant à eux dominés par la tétraédrite, présente en cristaux isolés ou en amas centimétriques disséminés dans la barytine. Elle est associée à des mouches de chalcopryrite bien visibles dans la partie sommitale du gisement et des imprégnations très limitées de sphalérite dans la partie inférieure. L'altération de ces sulfures et sulfosels primaires a entraîné la formation de carbonates de cuivre (azurite, malachite), de limonite, de bindheimite et de smithsonite (Ovtracht 1959).

Face à la crête de Saint-Estèbe, de l'autre côté de la vallée du Torgan, au niveau d'une falaise, affleure l'indice de la Caunetta, considéré comme le prolongement oriental de celui de Saint-Estèbe (Giannoni 1990 : 282). Au sommet de la colline de la Caunetta pointent plusieurs masses de calcaire dolomitique et de brèches intensément silicifiées, alternant avec des zones dolomitiques plus déprimées associées à des cavités de dissolution (fig. 122). Les minéralisations barytiques apparaissent dans ces zones déprimées, en substitution des calcaires dolomitiques, sur une cinquantaine de mètres de hauteur et 150 m en allongement E-O. L'alternance des zones silicifiées et des zones minéralisées explique la relative discontinuité du gisement sur l'axe horizontal (Giannoni 1990 : I, 282-284). Son extension précise demeure toutefois assez mal connue, en raison des possibilités restreintes d'observation des affleurements. La barytine massive montre de fréquentes imprégnations de carbonates de cuivre (malachite, azurite), correspondant à des minéraux d'altération de la tétraédrite et de la chalcopryrite.

3.1.2. Les aléas archéologique de l'activité minière contemporaine

La première mention des gisements du Sarrat de Germa semblerait apparaître dans un acte de 1259, mentionnant le don de la moitié du produit des mines d'argent « *apparentium et appariturarum in terminio de Palairaco, Couizano, Quintiliano et Buzenaco* » fait par l'abbaye de Lagrasse

à Olivier de Termes, puissant seigneur des Corbières (Langlois 2007 : 74). Ce document indiquerait l'existence de mines d'argent, ou, tout du moins la présence de gisements connus et susceptibles d'être exploités sur le territoire de *Buzenaco*. Selon G. Langlois, ce nom désignerait le lieu-dit Boussac, situé sur un col à 1 km à l'ouest des filons d'Esquina d'Ase-Tistoulet, au départ du vallon du Tistoulet. Nous ne rejetons pas cette interprétation, qui prouverait que les gisements du Sarrat de Germa étaient sans doute connus au XIII^{ème} s. Mais, à vrai dire, rien n'indique clairement que ces derniers étaient alors effectivement exploités, le terme *appariturarum* étant le génitif pluriel du participe futur du verbe apparaître... En l'état actuel des recherches, il faut attendre le XVIII^{ème} s. pour que soit mentionnée dans les sources écrites une exploitation des gisements du Sarrat de Germa. Deux mines d'argent situées au sud de Montgaillard sont alors signalées sur une carte éditée en 1781 (Aldring, Bourgoin 1781). La nature des travaux réalisés et l'identité des exploitants ne nous sont pas connues. Peut-être s'agit-il de l'une des deux compagnies minières se succédant dans les Corbières centrales entre les années 1730 et 1760¹⁷³ ? En 1823, un ingénieur du Service des Mines en visite dans le secteur observe des « *vestiges d'extraction* » en plusieurs points du massif, et rapporte une tradition locale indiquant que ces travaux « *ont été abandonnés en même temps que ceux des mines de cuivre de Maisons*¹⁷⁴ ». On peut penser qu'il fait alors référence aux travaux ouverts par l'une des deux compagnies dont il était question plus haut. Un document de la fin du XIX^{ème} s. confirme cette hypothèse : un autre ingénieur du Service des Mines y précise que des ouvriers allemands, travaillant pour une compagnie française dans le secteur de Maisons, au XVIII^{ème} s. étaient aussi intervenus sur les gîtes du Sarrat de Germa¹⁷⁵.

L'activité développée au XIX^{ème} s. dans ce secteur est nettement mieux connue. La période comprise entre le Premier et le Second Empire est marquée par une succession de recherches minières réalisées dans le but d'obtenir la concession des gisements. Mais toutes sont abandonnées, en raison à chaque fois d'un manque de capitaux et de savoir-faire¹⁷⁶. Il en va autrement des reconnaissances effectuées à partir de 1868 sur les filons de Tistoulet et Esquina d'Ase et les amas de Saint-Estèbe. Ces recherches se prolongent les années suivantes, et sont étendues aux autres gisements du secteur, en particulier ceux de Sainte-Colombe, de Favarès, des Courtals et de la Caunetta¹⁷⁷. Le Service des Mines juge l'affaire sérieuse, en raison des investissements consentis, des compétences des exploitants et de la qualité du minerai extrait de ces nouveaux travaux¹⁷⁸. Ces recherches entraînent la mise en concession des mines de Padern-

¹⁷³ Arrêté du Conseil d'Etat du Roy, 8 mai 1737, extrait des Registres du Conseil d'Etat, *Recueil des Edits pour la Province de Languedoc*, dans Hyvert 1908 : 19-20 ; Langlois 2000 : 73.

¹⁷⁴ A.D. Aude, S780, Bronchin, 8 août 1823.

¹⁷⁵ A.D. Aude, S765, Wickersheim, 13 mars 1875.

¹⁷⁶ A.D. Aude, S780, Avey, 10 avril 1823 ; A.D. Aude S780, Brochin, 1^{er} août 1823 ; A.D. Aude, S766, Anonyme, 8 août 1835 ; A.D. Aude, S766, Anonyme, 25 mai 1835 ; A.D. Aude, S766, Vènes, 26 octobre 1836 ; A.D. Aude, S780, Anonyme, 1840 ; A.D. Aude, S780, Ministère de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux Publics, 3 décembre 1859.

¹⁷⁷ A.D. Aude, S780, Vènes, 3 mai 1868 ; A.D. Aude, S780, Préfecture de l'Aude, 12 mai 1868 ; A.D. Aude, S780, Préfecture de l'Aude, 14 septembre 1869.

¹⁷⁸ « *Par un simple triage et cassage au marteau, on a pu amener facilement les parties minéralisées [extraites du gisement des Fénals] à une teneur de 5 % de cuivre tenant 15 kg d'argent à la tonne de cuivre* ». Le minerai tiré du filon d'Esquina d'Ase est encore plus riche : « [...] *d'une puissance de 0,75 à 1,20 m, il est imprégné irrégulièrement, dans sa masse, de cuivre gris qui s'isole habituellement en une colonne riche au toit. Cette colonne dont il y a lieu d'étudier la continuité a, dans les*

Montgaillard le 17 juin 1872¹⁷⁹. La même année, A. Caillaux visite les travaux de cette concession, et publie trois ans plus tard la première description des ouvrages creusés par le feu présents dans ce secteur (Caillaux 1875 : 452) :

« Les filons cuivreux de Padern ont été l'objet de travaux anciens assez étendus, et on en voit aussi des traces nombreuses dans le mont Tauch. Ces travaux semblent appartenir à deux époques différentes : l'une très ancienne, que l'on rapporte aux Sarrasins, est caractérisée par la présence de galeries, pour ainsi dire circulaires, faites évidemment au moyen du feu, comme on en rencontre souvent dans ces montagnes, et comme nous avons eu l'occasion d'en voir à Aurillac. D'autres travaux d'exploitation, faits à la pointerolle, plus réguliers que les précédents, semblent devoir être plus spécialement rapportés au moyen âge ».

Toujours en 1872, des ouvrages taillés par le feu sont signalés à la Caunetta et à Saint-Estèbe, où ils paraissent fort peu étendus¹⁸⁰. A. Daubrée signale dans son article de 1881 des galeries creusées par le feu sur un puissant gisement de barytine et de cuivres gris. Un recoupement des informations fournies par les archives incite à identifier là le gisement de Saint-Estèbe (Daubrée 1881 : 271).

Les années 1870 correspondent à la première grande phase contemporaine d'exploitation des gisements du Sarrat de Germa. Deux usines de traitement sont aménagées et des travaux importants sont réalisés sur les gisements de Saint-Estèbe, des Fénals et d'Esquina d'Ase. Sur ce filon, les travaux s'organisent en trois niveaux distincts (niveaux 384, 415 et 430) espacés d'une trentaine de mètres et reliés par une série de puits et de descenderies, auxquels s'ajoutent un ouvrage de circulation creusé à la base de la mine (TB 311) et un chantier à ciel ouvert (chantier des Serpents, niveau 475) au sommet de l'exploitation. Au total 300 m de galeries sont creusées au cours des années 1870, et des chantiers d'exploitation souterrains sont établis dans plusieurs zones riches du filon, entre les différents niveaux (fig. 125) (Esparseil 1895 : 86 ; Courrent 1901 : 78-79 ; 1944 : 6-7). Le secteur minier de Padern-Montgaillard est au milieu des années 1870 l'un des plus importants des Corbières. Cependant, deux ans plus tard, l'activité cesse brusquement en raison d'une mauvaise gestion de l'affaire, tant d'un point de vue technique que financier (Esparseil 1895 : 106-107).

Après avoir plusieurs fois changé de mains¹⁸¹, la mine réouvre ses portes en 1909. Diverses infrastructures, dont une nouvelle usine de traitement minéralurgique, sont installées dans le vallon de Tistoulet. C'est là que se concentre l'essentiel de l'activité, qui suit les mêmes

travaux que j'ai vus, de 15 à 25 centimètres de puissance. Après cassage au marteau et triage grossier, elle a donné un minerai à une teneur de 7 % Cu tenant 20 kg d'argent à la tonne de cuivre (A.D. Aude, S780, Aguillon, 1871).

¹⁷⁹ Archives DREAL L-Ro, (2-3-6), Ministère des Travaux Publics, 17 juin 1872. Cette concession s'étend alors sur 14 km² 28 hectares, soixante-cinq ares.

¹⁸⁰ Tous ces affleurements « portent les traces d'anciens travaux [...] Petit vient de faire nettoyer et reprendre un vieux travail qui montre deux veines parallèles très nettes, orientées b 4 et demi à 5 » : A.D. Aude, S780, Aguillon, 1872.

¹⁸¹ Esparseil 1895 : 88 et 94 ; Courrent 1901 : 82-83 ; 1944 : 8-10 ; Archives DREAL L-Ro, (2-3-6), Meurgey, 6 décembre 1891 ; A.D. Aude, S780, Service des Mines, 24 juin 1901 ; A.D. Aude, S780, Chavanette, 24 novembre 1901 ; A.D. Aude, S780, Ministère des Travaux publics, 29 mars 1902 ; Archives DREAL L-Ro, (3-2-2), Préfecture de l'Aude, 17 mai 1907.

orientations que la phase précédente. Mais, en raison d'un manque de capitaux, d'une mauvaise gestion des travaux et d'une minéralisation irrégulière et disséminée, l'activité cesse au début de l'année 1914¹⁸². À partir de 1920 et jusqu'en 1932, de nouvelles interventions ont lieu, qui, à chaque fois, rencontrent des difficultés techniques et économiques, liées notamment à l'irrégularité de la minéralisation cuprifère (Courrent 1944 : 12). L'activité concerne alors essentiellement les gisements d'Esquina d'Ase, de Saint-Estèbe et des Fénals¹⁸³.

Les mines de Padern-Montgaillard restent inactives jusqu'en 1956. À partir de cette date, l'activité redémarre grâce à la société SOLUMEX. Désormais, c'est la barytine, jusqu'alors non laissée de côté faute de débouchés, qui suscite l'intérêt des exploitants. Les gisements barytiques de Saint-Estèbe et des Fénals sont activement exploités à ciel ouvert et en souterrain et diverses recherches sont menées sur les indices du Sarrat de Germa. Les mineurs recourent à plusieurs reprises des travaux anciens taillés à l'outil, notamment à Saint-Estèbe, où ils recueillent dans une ancienne chambre d'exploitation de nombreux fragments d'amphores (Rancoule, Solier 1977 : 33)¹⁸⁴. Au total 120 000 tonnes de minerai ont été extraites entre 1957 et 1964 des gisements barytiques du Sarrat de Germa, dont l'exploitation cesse peu de temps après¹⁸⁵.

Au vu de cet historique, on pouvait clairement envisager une mauvaise conservation des vestiges miniers antérieurs au XIX^{ème} s. L'enquête archéologique a toutefois montré que l'ampleur des destructions était à nuancer. Si les ouvrages anciens signalés dans les amas barytiques de Saint-Estèbe avant le milieu du XX^{ème} s. paraissent avoir largement soufferts de l'activité minière récente, il n'en est pas de même des gisements moins accessibles ou trop réduits de La Caunetta, La Cauneilla et la Gentisclé. De même, à la mine de Tistoulet, l'activité minière contemporaine s'est concentrée essentiellement sur la partie centrale du filon d'Esquina d'Ase, entraînant nous le verrons quelques bouleversements dans les travaux antérieurs. En revanche, les corps minéralisés satellites n'ont quasiment pas été touchés par ces interventions. De fait, ce secteur, en particulier, a conservé un potentiel archéologique très important.

3.1.3. Organisation générale des travaux et chronologie de l'activité

A ce jour, 128 ouvrages miniers ont été inventoriés dans la zone minière du Sarrat de Germa, auxquels s'ajoutent des vestiges d'infrastructures modernes et de nombreux éléments de mobilier antique isolés sur le massif (annexes I et II). Les sites associés à du matériel archéologique antique se concentrent sur le versant sud du Sarrat de Germa et sur le versant est de la vallée du Torgan¹⁸⁶ (fig. 115, 117).

¹⁸² A.D. Aude, S787, Raynaud, 21 septembre 1909 ; A.D. Aude, S787, Raynaud, 31 décembre 1909 ; A.D. Aude, S787, Préfecture de l'Aude, 30 mai 1910 ; A.D. Aude, S787, Baldy, 3 juillet 1911 ; Courrent 1944 : 11-12.

¹⁸³ Archives DREAL L-Ro, (2-3-6), Panis, 29 février 1932 ; Courrent 1944 : 14 et 18-20.

¹⁸⁴ Cette découverte est confirmée par J. Gonzalez, ancien chef-mineur à la mine de Padern-Montgaillard.

¹⁸⁵ Pulou 1962 : 475 ; Archives DREAL, (2-3-6), Vitry, 13 janvier 1961 ; Archives DREAL, (2-3-6), Aygon, 10 septembre 1991 ; Deliens *et al.* 1993 ; témoignage de J. Gonzalez, chargé de l'exploitation dans les années 1960, 9 novembre 2008, Padern.

¹⁸⁶ Nous avons fait le choix de ne pas présenter les travaux strictement contemporains, identifiés pour la plupart grâce aux sources écrites, aux techniques d'abattage mises en œuvre voire au mobilier encore présent dans les

Mine de Tistoulet : filon d'Esquina d'Ase

Sur la colline d'Aigas Caudas, un ensemble de travaux aujourd'hui largement comblés a été ouvert sur le filon, épais ici de 0,70 m à 1 m, sur et de part et d'autre de la crête, entre les cotes 400 et 420 (fig. 126 et 127). Leur décalage, en plan, est lié au pendage du filon (85°S), et à la position des travaux à des altitudes distinctes (fig. 128 et 129).

Une galerie étroite (< 1 m, **Esquina d'Ase 1**) entièrement comblée actuellement par des déblais provenant d'un niveau supérieur, a été creusée à l'outil, selon une direction N263° au toit du filon (fig. 130).

Une seconde galerie **Esquina d'Ase 6** (1,70 x 1 m) a été percée à l'outil dans une position similaire, au toit du filon, à une dizaine de mètres en amont d'Esquina d'Ase 1. Elle semble prolonger une courte tranchée de 3 à 4 m de longueur entièrement comblée à laquelle pourrait être connectée la galerie Esquina 1 (fig. 130 et 131).

A quelques mètres en amont, **Esquina d'Ase 14** (10 x 2,5 x 2 m max) a été ouverte sur le filon, tandis que deux travaux alignés ont été établis sur le filon dans l'axe de la tranchée Esquina d'Ase 14, sur le versant occidental de la colline. L'un correspond à un puits ou une descenderie comblé(e) (**Esquina d'Ase 10**; diam. 2,6 m, prof. 1,50 m), l'autre à une courte tranchée (**Esquina d'Ase 57**; 5 x 1,50 x 1 m) comblée elle aussi, ouverte en contrebas d'Esquina 10.

Enfin, plusieurs travaux ont été ouverts sur des filonnets satellites du filon d'Esquina d'Ase. Certains correspondent à de petits grattages non datés (**Esquina d'Ase 7, 12**). En revanche, **Esquina d'Ase 13** est un chantier vertical creusé à l'outil, implanté sur un dense réseau de filonnets de barytine minéralisée vraisemblablement en tétraédrite (fig. 132-134). De dimensions réduites (5 m x 1 m x 3 m) et partiellement comblé, il a été prolongé vers l'est-sud-est par une courte galerie de recherche (1,60 x 0,50 m).

Les éléments chronologiques font à ce jour largement défaut dans ce premier ensemble de sites. Seul un fragment d'amphore italique a été découvert dans la halde qui s'étale en contrebas de la galerie Esquina d'Ase 1 (Marsac 1988 : fiche 29). La documentation d'archives ne signale aucune intervention dans ce secteur aux XIX^{ème} et XX^{ème} s. et les observations de terrain n'ont pas permis d'identifier d'interventions à la poudre ou à l'explosif. En cela, il se distingue nettement du secteur qui lui fait face, sur le versant ouest du ravin d'Aigas Caudas, qui a été le coeur de la mine de Tistoulet aux XIX^{ème} et XX^{ème} s.

Dans ce second secteur, les interventions contemporaines ont largement altéré notre vision des ouvrages plus anciens. La prospection de l'affleurement a toutefois permis d'identifier une quinzaine de travaux de surface vraisemblablement antérieurs. L'ensemble est aligné selon l'axe du filon sur 300 m de longueur, entre les cotes 384 et 475.

Un premier groupe de trois travaux non datés a été identifié à quelques mètres au-dessus de l'entrée de la galerie contemporaine du niveau 384, dans l'axe de cette dernière. Ces tranchées E-O ont été creusées aux épontes nord et sud du filon d'Esquina d'Ase (Esquina d'Ase 36, 37 et 47).

La tranchée **Esquina d'Ase 47** est le chantier à ciel ouvert le plus imposant identifié sur

le versant ouest du ravin d'Aigas Caudas (15 x 2/3 x 3/4 m), si l'on excepte le chantier contemporain des Serpents (**Esquina d'Ase 54**). Cette tranchée est ouverte au toit du filon. Le fond est masqué par un épais horizon humique (fig. 135). Les tranchées **Esquina d'Ase 36 et 37** sont situées à quelques mètres de ce travail. Plus réduites (5 x 0,8/1 x 2 m), elles sont partiellement comblées.

Un peu plus haut, dans le prolongement d'Esquina d'Ase 37, une fosse de 2 m de diamètre et 1 m de profondeur actuellement, pourrait correspondre à un puits entièrement comblé. Elle a été ouverte au toit du filon d'Esquina d'Ase.

En amont, la galerie contemporaine **Esquina d'Ase 50** (cote 415) a recoupé un chantier antérieur de dimensions limitées (10 x 1/2 x 6 m) aux parois concrétionnées. Un puits comblé s'ouvre à la base du chantier. Aucun élément ne permet de dater celui-ci, qui est toutefois antérieur aux années 1868-1872, période au cours de laquelle démarre le creusement de la galerie Esquina d'Ase 50¹⁸⁷.

Un peu plus haut, entre les cotes 425 et 440, s'ouvre une série de travaux autour de l'entrée de la galerie contemporaine supérieure (Esquina d'Ase 51).

Un puits (**Esquina d'Ase 46**, diam. 1,5 m) a été percé à quelques mètres à l'ouest du toit du filon, vraisemblablement dans le but de reconnaître ce dernier en profondeur. Comblé au bout de 5 m, il semble bifurquer sur ce point vers la tranchée **Esquina d'Ase 45**. Celle-ci, très largement comblée par les déblais de la galerie contemporaine, a été creusée au toit du filon. Elle paraît avoir été prolongée par une descenderie de section arrondie (diam. 1 m), creusée dans l'allongement ouest du filon.

Une seconde tranchée (**Esquina d'Ase 44**, 15 x 2 x 4,5 m) a été établie dans le prolongement d'Esquina d'Ase 46 et 45, à 14 m de cette dernière, au toit du filon. Orientée N288°, elle semble avoir été prolongée par une galerie creusée dans l'axe de la tranchée, côté ouest, suivant le filon.

Enfin, une dernière tranchée comblée (**Esquina d'Ase 40**, 10 x 2 x 1,5 m) a été implantée cette fois-ci au mur du filon d'Esquina d'Ase

Des fragments d'amphores italiques et de céramique campanienne A ont été trouvés en contrebas des travaux Esquina d'Ase 44, 45 et 46, dans la halde de la galerie contemporaine. Bien que remaniés, ces éléments permettent tout de même de situer dans ce secteur une phase d'activité tardo-républicaine sans que l'on puisse déterminer précisément à quels ouvrages ils doivent être rattachés¹⁸⁸.

Plusieurs travaux s'ouvrent au niveau 475, au sommet du filon. Ce niveau a été largement remanié par l'ouverture de deux ouvrages contemporains imposants au XIX^{ème} s.¹⁸⁹, mais aussi par l'implantation d'un petit bâtiment et le rejet d'une halde importante qui masque peut-être des vestiges plus anciens. A ce jour, outre les ouvrages contemporains, trois petits travaux non datés ont été percés aux épontes du filon.

¹⁸⁷ Archives DREAL L-Ro, (2-3-6), Aguillon, 1872.

¹⁸⁸ L'exploration de la galerie Esquina 51 a uniquement permis d'identifier des travaux miniers contemporains. Il faut donc envisager le remaniement de déblais plus anciens, peut-être issus des travaux 44, 45, 46 ou 40, sans aucune certitude, à moins que ce mobilier ne provienne de travaux situés à un niveau supérieur ?

¹⁸⁹ Il s'agit du chantier des Serpents (15 x 3 x 10 m) et du puits Sainte-Barbe.

Esquina d'Ase 41 est une petite fosse (5 x 3 x 1 m) ouverte au mur du filon dans le prolongement de la tranchée 40 sous-jacente. Elle semble prolongée par deux galeries comblées ouvertes dans l'allongement. Il existe vraisemblablement d'autres travaux de surface entre Esquina d'Ase 40 et 41, difficiles à caractériser. Une autre tranchée (Esquina d'Ase 43) a été percée dans le prolongement d'Esquina d'Ase 41, tandis que la tranchée **Esquina d'Ase 42** (5 x 2 x 1 m), comblée, a été implantée au toit du filon d'Esquina d'Ase.

Un dernier groupe identifié sur le filon d'Esquina d'Ase est constitué d'une série d'ouvrages répartis sur 400 m de longueur, entre le chantier des Serpents et la terminaison occidentale de l'affleurement du filon, entre les cotes 390 et 480.

La petite tranchée **Esquina d'Ase 59** (4 x 1 m) établi au toit du filon a été prolongée par une galerie d'environ 2 m de longueur de forme ovoïde, puis par une autre petite tranchée (3 x 1,5 m). A une quinzaine de mètres à l'ouest de ces travaux s'ouvre une troisième tranchée (4 x 1,5 x 2 m) implantée cette fois-ci au coeur du filon d'Esquina d'Ase. A une quarantaine de mètres à l'ouest, les mineurs ont percés une courte galerie de recherche **Esquina d'Ase 29** (3 x 1,5 x 2 m) dans l'allongement est du filon selon une direction N77°. Elle est associée à une plate-forme et un petit muret bâti avec des blocs de barytine, sans doute moderne ou contemporain. Un chantier subvertical d'orientation N37° (**Esquina d'Ase 30**, 15 x 5/8 x 1 m, fig. 135) a été ouvert à flanc de falaise au toit du filon d'Esquina d'Ase, à une quarantaine de mètres de la galerie précédente. Un second **Esquina d'Ase 31**, de morphologie et d'orientation similaire au précédent (15 x 1/2 x 8 m ; orientation N76°) a été implanté à 40 m à l'ouest. Il a été percé à l'outil et peut-être par le feu. Une vaste halde s'étale en contrebas des sites 30 et 31 et est commune à ces deux ouvrages.

Enfin, un travers-banc a été ouvert sur la terminaison occidentale du filon dans les années 1838-1840 (**Esquina d'Ase 32**), non loin d'une tranchée obstruée par de gros blocs, creusée dans l'allongement du filon (**Esquina d'Ase 33**; 3 x 1,5 x 1 m).

Certains de ces ouvrages sont modernes ou contemporains (Esquina d'Ase 32, 29 et éventuellement 33). Toutefois, des fragments d'amphores italiques découverts dans la vaste halde commune aux chantiers 30 et 31 témoignent d'une intervention antique dans ce secteur¹⁹⁰.

Mine de Tistoulet : filon de Tistoulet

Le filon de Tistoulet correspond en fait à la prolongation orientale du filon d'Esquina d'Ase, décalé vers le sud par une faille d'orientation N50° et dont la direction, sensiblement E-O, se redresse selon un axe NE-SO aux extrémités orientale et occidentale. Neuf ouvrages ont été identifiés sur cette structure. Les deux principaux se situent aux extrémités du filon (fig. 120 et 126).

A l'extrémité ouest, le filon a été exploité via une succession de tranchées échelonnées reliées entre elles par des jonctions souterraines (**Tistoulet 4**). Elles sont alignées selon un axe N60°, et sont associées à une série de grattages réduits. La tranchée principale se prolonge vers

¹⁹⁰ L'ingénieur des mines Aguillon signale d'ailleurs en 1872 des attaques anciennes à 150 m du chantier des Serpents et 120 m du travers-banc ouvert en 1838, dont la position correspond grosso modo à celle des travaux Esquina 30 et 31 (Archives DREAL L-Ro, (2-3-6), Aguillon, 1872).

l'amont-pendage, en un chantier vertical de forme ovoïde, ouvert vraisemblablement par le feu et à l'outil. Les travaux se poursuivent vers le nord-est par une galerie obstruée au bout d'1,5 m. Vers l'aval-pendage, le chantier se poursuit à ciel ouvert et semble, là aussi, s'enfoncer en profondeur. Une vaste halde s'étale en contrebas des travaux, jusqu'au ruisseau de Tistoulet. Elle a fourni, en prospection, plusieurs fragments d'amphores italiques et des tessons de céramique campanienne A.

A l'autre extrémité, la tranchée **Tistoulet 1** (50 x 0,7/2,5 x 10 m), creusée selon une direction N247° (fig. 136) et ouverte notamment à l'outil, paraît se prolonger en souterrain par des conduits aujourd'hui obstrués. Deux petites plate-formes ont été aménagées à chaque extrémité du site. En contrebas de celui-ci, la halde, particulièrement large, est dominée par des fragments centimétriques (< 3 cm) de barytine montrant fréquemment des traces de carbonates de cuivre. Ici, comme à Tistoulet 4, le mobilier céramique observé sur la halde est tardo-républicain (amphore gréco-italique ou Dressel 1A, céramique à vernis noir, céramique non tournée indigène).

En contrebas de ce site, une galerie de recherche courte et étroite (long. 5 m ; 1 x 1,50 m), de section circulaire, a été creusée en travers-banc en direction du filon à la cote 310 (**Tistoulet 2**). Une autre galerie aujourd'hui comblée semble avoir été percée à proximité de cette galerie (**Tistoulet 13**). Les déblais miniers associés à la galerie Tistoulet 2 contiennent de nombreux fragments d'amphores italiques associés à des fragments de céramique campanienne A. Il existe par ailleurs plusieurs petits grattages de moins de 1 m² réalisés à l'outil sur le dyke de Tistoulet (**Tistoulet 8 et 9**).

Enfin, **Tistoulet 14** est un chantier souterrain bien conservé ouvert sur un filon satellite du filon de Tistoulet à la cote 310, en contrebas du site Tistoulet 1. Ouvert par le feu et à l'outil, il est partagé en quatre niveaux de progression correspondant à quatre galeries creusées dans l'allongement du filon (fig. 137). La minéralisation suivie par les mineurs est ici nettement visible au toit du chantier. Elle correspond à un filon de barytine épais de 0,5 à 0,10 m, encaissé dans les calcaires dolomitiques et minéralisé en cuivres gris et carbonates de cuivre (fig. I-37 : échantillons TIS14-E3 et E4). Une vaste halde s'étend en contrebas du site, à la surface de laquelle a été identifié un seul fragment d'amphore italique.

Notre enquête de terrain confirme les informations fournies par les sources écrites. Aux XIX^{ème} et XX^{ème} s., les interventions sur ce gisement ont été particulièrement limitées¹⁹¹. A nos yeux, la plupart, si ce n'est tous les ouvrages identifiés sont liés à une activité tardo-républicaine, excepté les petits grattages, impossibles à dater.

Mine de Tistoulet : filons d'Aigas Caudas

Nous avons vu qu'il existe une série de corps filoniens d'orientation générale E-O à NNE-SSO sur la colline d'Aigas Caudas, de part et d'autre du filon principal d'Esquina d'Ase.

¹⁹¹ Une galerie de recherche de 25 m a été creusée en travers-banc à la cote 290 vraisemblablement dans les années 1838-1841, dans le but de recouper en profondeur le filon de Tistoulet (Rapport Aguilon 1872). Elle a été reprise durant une courte période à la fin des années 1950. Quelques tirs d'explosifs réalisés dans les travaux antiques Tistoulet 1 et 4 ont permis de rafraîchir la minéralisation. Ces reconnaissances n'ont pas eu de suite (Deliens *et al.* 1993 : 24).

À l'extrémité nord de la colline, en limite de la mine de Tistoulet, un filon de barytine d'orientation N250° et subvertical, minéralisé en tétraédrite, chalcopyrite et en minéraux d'altération des sulfosels et des sulfures (malachite, azurite) a été exploité au niveau de deux petits chantiers (**Aigas Caudas 9**; 8 x 1,6 m et **Aigas Caudas 2**; 15 x 2 x 5 m).

Le second, ouvert à l'outil et par le feu, a fait l'objet d'une reprise à l'explosif à l'époque contemporaine (creusement d'une galerie de recherche) (fig. 138-140). Ce filon a fait par ailleurs l'objet de plusieurs grattages très limités, inférieurs à 2 m², réalisés à l'outil ou par le feu, notamment sur l'affleurement entre les sites Aigas Caudas 2 et 9 (**Aigas Caudas 1**). La découverte de fragments de panse d'amphores italiques à la surface de la halde d'Aigas Caudas 2 inciterait à placer dans ce chantier une intervention datée des II^{ème}-I^{er} s. av. n. è.¹⁹²

Plus au sud, deux travaux ont été ouverts sur un filon de barytine minéralisé en carbonates et sulfosels de cuivre, orienté N20° à N30°. Le plus vaste (**Esquina d'Ase 17**; 20 x 1/3 x 1 m) est une tranchée associée à une halde de plusieurs dizaines de mètres carrés. Au nord-est, un second chantier, plus petit (**Esquina d'Ase 16**, 9 x 0,8 x 2,5 m) a été ouvert sur le même filon (fig. 141). Des fragments de céramique commune ibérique (panse) et d'amphores italiques ont été découverts dans la halde des deux travaux.

Au sud-ouest de ces travaux, un troisième filon de composition similaire a été exploité au niveau d'une tranchée (**Esquina d'Ase 48**; 12 x 0,9/1,6) implantée au toit du filon. Une galerie, peut-être une galerie de recherche, la prolonge vers l'amont-pendage du filon (**Esquina d'Ase 15**; 3,5 x 1,1 x 0,6 m) (fig. 142).

Un quatrième filon de direction N215° à N225°, à pendage prononcé (40°NO) a été exploité sur une soixantaine de mètres¹⁹³. Au nord-ouest, **Aigas Caudas 7** est une première tranchée, réduite (8 x 3 x 2 m), sans trace d'intervention moderne. Dans le prolongement de cet ouvrage, à une dizaine de mètres au sud-ouest de celui-ci, a été ouvert un second chantier nettement incliné vers le NO, creusé à l'outil et par le feu et d'une dizaine de mètres de développement (**Esquina d'Ase 26**). Deux autres chantiers ont été établis au sud-ouest d'Esquina d'Ase 26. La tranchée **Esquina d'Ase 18** (8 x 1/2 x 3 m) semble être prolongée vers le sud-ouest par une galerie susceptible d'être reliée à un chantier souterrain situé au sud-ouest de ce site. Subvertical, il a été creusé en partie par le feu (**Esquina d'Ase 19**; 18 x 0,8/1,5 x 4/9 m). Ce chantier semble se prolonger en profondeur vers un niveau inférieur. Au sommet du chantier, une galerie entièrement bouchée par des déblais provenant de la surface semble effectivement se diriger vers le nord-est et la tranchée Esquina d'Ase 18. Une dizaine de fragments d'amphores italiques ont été identifiés à la surface des haldes des travaux Esquina d'Ase 26 et 18.

Au sud des sites Esquina d'Ase 18 et 19 s'ouvrent un ensemble de travaux miniers assez

¹⁹² Par la suite, peut-être au cours des recherches réalisées dans les années 1838-1841 ou 1868-1872, des mineurs ont élargi le chantier au niveau de l'actuel sol de circulation et réalisés des travaux de reconnaissance à la vertical du chantier et dans l'allongement ouest du filon. Cette dernière phase d'activité ne paraît pas avoir débouché sur une réelle exploitation.

¹⁹³ Voir plus s'il s'avère que les travaux d'Esquina d'Ase 20-21 ont été ouverts sur la même structure.

importants établis sur plusieurs filons sécants, dont deux filons principaux orientés N188° à N200° et N206° (**Esquina d'Ase 21-22**) (fig. 143). Ils ont été ouverts sur un filon principal N-S et une série de filonnets secondaires sécants ou parallèles au précédent. Le chantier principal est assez imposant (25 x 0,80/2 x 8 m). Plusieurs galeries largement comblées permettent d'envisager un prolongement en profondeur des travaux. Ce chantier est partagé en cinq compartiments, séparés par des resserrements des parois, des changements de niveau, ou la roche laissée en place. Plusieurs failles, parfois minéralisées, sécantes au filon principal, ont entraîné un décrochement vers l'ouest ou l'est de la structure filonienne (fig. 144 et 145-148). Au nord, ces travaux sont prolongés par un chantier incliné à ciel ouvert (10 x 1/2 x 5 m) (fig. 149).

Deux haldes importantes (50/80 x 50 m)¹⁹⁴ s'étalent en contrebas de l'ensemble Esquina d'Ase 21-22, sur les versant est et ouest de la colline. Ces déblais paraissent constitués exclusivement de fragments de calcaire dolomitique et de barytine tâchée de carbonates de cuivre (malachite et azurite). Du mobilier céramique des II^{ème}-I^{er} s. av. n. è. a été découvert à la surface de ces haldes (tessons d'amphores italiques Dressel 1A et céramique commune ibérique).

Au sud de la colline d'Aigas Caudas, plusieurs filons de barytine et de quartz de direction générale E-O, à pendage 80° à 70°N, minéralisés essentiellement en tétraédrite, chalcopryrite et carbonates de cuivre (fig. I-37 : analyses des échantillons ESQ2-E6 et ESQ5-E5 ; cf. p. 183) ont été exploités en deux points : au niveau d'une tranchée paraissant se prolonger en profondeur (**Esquina d'Ase 2** ; 18 x 1/3 x 4 m ; fig. 150-152) et associée à une vaste halde s'étendant sur tout le versant ouest de la colline et dans un chantier souterrain subvertical largement comblé (**Esquina d'Ase 5**). Ce petit ouvrage à pendage nord et d'orientation N295°, (6 x 1,8 m) a été creusé en direction de l'ouest à la pointerolle (fig. 153-154). Du mobilier céramique des II^{ème}-I^{er} s. av. n. è. est présent à la surface des haldes de ces deux ouvrages¹⁹⁵.

Enfin, à une quinzaine de mètres au sud de ce groupe, deux tranchées (**Esquina d'Ase 3 et 4**) ont été ouvertes sur plusieurs filons de barytine et de quartz tâchés de carbonates de cuivre orientés N103° à N60° (fig. 155). Ces travaux de dimensions limitées (10 x 3/10 x 2/3 m et 10 x 1/4 x 1/3 m), ont été attaqués à l'outil. La tranchée Esquina 3 est prolongée par un puits comblé.

En contrebas de ces deux ouvrages s'étend une halde peu importante, associée à quelques fragments d'amphores italiques.

Mine de Tistoulet : une installation de surface

Enfin, un site partiellement recoupé par les aménagements réalisés aux XIX^{ème} et XX^{ème} s.

¹⁹⁴ Nous ne connaissons pas leur épaisseur, aucun sondage n'ayant été ouvert dans ces haldes. Néanmoins, leur superficie importante pourrait s'expliquer en partie par la forte déclivité des deux versants de la colline.

¹⁹⁵ Quatre tessons d'amphores italiques, un fragment de céramique ibérique peinte de type *sombrero de copa*, deux fragments de céramique campanienne A et B, trois fragments de céramique celtique, dont un fragment de jatte de type CELT-6. C'est surtout le sommet de la halde d'Esquina d'Ase 2 qui a fourni le mobilier le plus diversifié. Ces éléments ont été déterminés par G. Rancoule.

pourrait correspondre à une installation de surface liée à l'activité minière antique (**Tistoulet 16**, fig. 126). Situé à quelques mètres des sites Tistoulet 2 et Tistoulet 13, à proximité des travaux Tistoulet 1, il est constitué d'une plate-forme peu marquée d'environ 25 m² aménagée sur le versant, en contrebas de laquelle s'étend une couche de terre rubéfiée de plus de 5 m de longueur et une trentaine de centimètres d'épaisseur, se prolongeant vers l'aval sur une quinzaine de mètres de longueur. Cette couche a livré un mobilier relativement diversifié, permettant de dater l'occupation des II^{ème} s. et I^{er} s. av. n. è., vraisemblablement du tournant de ces deux siècles (fig. 156)¹⁹⁶. La position de ces vestiges, à proximité de travaux miniers, en contrebas de la fosse Tistoulet 1, où du mobilier de même époque est présent, permet d'envisager un lien entre ce site et l'activité minière. Certains éléments, présentés dans la sous-partie suivante, apportent un éclairage sur ce point.

Mine de la Gentisclé

Une autre zone d'exploitation a été identifiée sur la colline de la Gentisclé, sur le versant oriental des gorges du Torgan (fig. 115 et 118). Près du sommet du versant nord de la colline, un chantier vertical (n°648, **Gentisclé 3**; 20 x 2,5 x 3 m) a été ouvert sur un filon de barytine d'orientation E-O minéralisé notamment en carbonates de cuivre. Associé à une halde particulièrement vaste (30 x 50 x 0,30 m min), il semble se prolonger en profondeur. Des fragments d'amphores italiques et une lèvre d'amphore gréco-italique tardive ou Dressel 1A ont été identifiés dans la halde¹⁹⁷.

Mine du Roc de la Cauneilla

Au nord, en face de la colline de la Gentisclé, au sommet du Roc de la Cauneilla, un autre chantier souterrain (n°562, **Cauneilla 1**, 20 x 0,80 x 10 m min) a été ouvert sur une structure filonienne verticale N95°, minéralisée en tétraédrite et chalcopirite altérés en carbonates de cuivre (malachite, azurite), dans une gangue barytique et siliceuse (fig. I-37 : échantillons CAL1-E1 et CAL1-E2, cf. p. 183). Dans ce chantier de section globalement ovoïde, taillé à l'outil ou par le feu, les mineurs ont réservé des piliers de roche de manière régulière. Le matériel identifié en surface de la halde (CNT à gros dégraissant de grains de quartz < 3 mm) ne permet pas de caractériser avec précision la chronologie de l'activité¹⁹⁸.

¹⁹⁶ Il se compose de fragments de céramique celtique (notamment CELT-9), de céramique claire récente, de campanienne (CAMP-A et B) de céramique ibérique peinte, de céramique non tournée indigène et de fragments d'amphores italiques. Ces éléments ont été repérés par P. Marsac, P. Térés et nous-même entre 1988 et 2011. L'identification a été réalisée avec l'aide de T. Le Dreff et G. Rancoule.

¹⁹⁷ Le rapport H/L de la lèvre est de 1,29, correspondant au rapport H/L des formes de transition gréco-italique/Dressel 1 (Sanchez 2003 : 658). Au XIX^{ème} s., le gisement a fait l'objet d'une reprise limitée dont subsiste quelques vestiges sur le carreau du chantier.

¹⁹⁸ Cet élément examiné par G. Verrier, F. Ruzzu (Archéodunum) et T. Le Dreff (doctorant TRACES) n'a pu être clairement daté. Il se place entre le Néolithique et la fin de l'âge du Fer.

Mine de la Caunetta

Les amas barytiques de la colline de la Caunetta ont fait l'objet d'une quinzaine de travaux de dimensions généralement limitées, pour certains très largement comblés, paraissant tous liés à une ou des intervention(s) antérieures à l'époque contemporaine (fig. 157)¹⁹⁹. À l'ouest, des grattages et sous-cavage ont été identifiés entre les cotes 370 et 390, au pied de la falaise dominant les gorges du Torgan et correspondant à un chicot siliceux. Le chantier **Caunetta 2** (5,5 x 3,5 x 4 m ; fig. 158), prolongé par deux courtes galeries, a été ouvert au cœur d'un amas barytique à caractère bréchique, minéralisé en carbonates de cuivre. Deux autres petits chantiers (**Caunetta 7 et 8** ; 6 x 2 x 2,5 m ; 4 x 1,2 x 1,5 m) paraissent avoir été implantés sur le même amas (fig. 159-161). De forme ovoïde, ils ont de toute évidence été creusés par le feu, et prolongés par une galerie de recherche. Sur la halde assez vaste qui s'étale en contrebas des sites ont été recueillis deux fragments d'amphores italiques²⁰⁰.

Plus à l'est, sur le versant nord de la colline, un autre groupe de travaux a été établi sur des amas distincts. L'un d'eux, minéralisé en sulfosels et carbonates de cuivre a été exploité au niveau d'un petit réseau minier souterrain partiellement comblé, couvrant au minimum une surface de 150 m² (**Caunetta 6**, n°568 ; fig. 162). Sur ce point, deux chantiers ont été établis sur deux failles parallèles de direction moyenne N230° à N240° (fig. 163 et 165). Ces deux chantiers sont reliés par deux galeries étroites parallèles auxquelles sont connectées plusieurs petites chambres d'exploitation de forme ovoïdes (fig. 164 et 166). Plusieurs conduits très largement comblés et non explorés prolongent ce petit réseau vers le sud-est et vers un niveau inférieur. Un sondage ouvert dans le chantier oriental (long. 11 m ; larg. 0,8 à 1,5 m), a montré que celui-ci dépasse au minimum 2,5 m de hauteur (fig. 168). Le comblement est ici constitué d'un ensemble de niveaux de déblais d'abattage à l'outil et par le feu épais au total d'une soixantaine de centimètres, recouverts par des niveaux de comblement terreux et caillouteux postérieurs à l'arrêt de l'activité dans cette partie des travaux. À l'extérieur de l'ouvrage, devant l'entrée principale, s'étend une halde de 0,30 m d'épaisseur, constituée de fragments centimétriques de calcaire dolomitique et de barytine blanche minéralisée en carbonates de cuivre (S1 ; fig. 167). Elle prend appui sur un léger ressaut et s'étale sur plus d'une cinquantaine de mètres de largeur sur la pente en contrebas.

Les éléments identifiés dans la halde (S1, US 1002) et les niveaux de comblement terreux du réseau (S2, US 2001) (quatre fragments d'amphores italiques et de la céramique commune oxydante) ne concordent que partiellement avec les datations ¹⁴C réalisées à partir de fragments de branchettes carbonisées prélevés dans les travaux, dans deux niveaux de déblais d'abattage par le feu (US 2005 = 185 BC-4 AD²⁰¹ ; US 2009 = 365-171 BC²⁰²).

Un puits comblé creusé sur la crête (**Caunetta 11** ; diam. 1 m ; prof. 2 m, fig. 169)

¹⁹⁹ Des indices d'une reprise à l'explosif ont été identifiés dans le réseau Caunetta 6. Ils sont très discrets (quelques trous de fleurets isolés et des traces de déblaiement localisés). De toute évidence, cette intervention récente paraît très limitée. Il faut sans doute l'associer aux recherches réalisées au XIX^{ème} s. dans l'ensemble du secteur du Sarrat de Germa.

²⁰⁰ Un sondage ouvert dans le site Caunetta 8 n'a pas permis de recueillir d'éléments de datation.

²⁰¹ Datation complète : Poz-47144, 2070 ± 35 BP ; âge calibré à 95,4 % de probabilité : 185 BC-4 AD (95,4 %) ; datation réalisée en AMS au Poznan Radiocarbon Laboratory (Pologne).

²⁰² Datation complète : Poz-51740, 2185 ± 30 BP ; âge calibré à 95,4 % de probabilité : 365-171 BC (95,4 %) ; datation réalisée en AMS au Poznan Radiocarbon Laboratory (Pologne).

pourrait indiquer l'existence d'autres travaux souterrains sur la colline.

Les autres travaux observés sur le versant nord de la Caunetta sont nettement plus réduits (grattages, sous-cavages, < 3 m² ; fig. 170). Les fragments d'amphores italiques identifiés en pied de versant, à quelques dizaines de mètres en contrebas des travaux, ne peuvent être reliés avec certitude à ces derniers.

Mine de Saint-Estèbe

Le gisement de barytine de Saint-Estèbe a été largement exploité dans la seconde moitié du XX^{ème} s. Les travaux visibles actuellement, de part et d'autre du col, ont été creusés pour la plupart durant cette période (fig. 171 et 172). Ces chantiers à ciel ouvert et souterrains, souvent imposants (fig. 173), ont bouleversé la colline de Saint-Estèbe, effaçant une grande partie des vestiges miniers plus anciens signalés dans les sources écrites modernes et contemporaines.

Quelques indices permettent toutefois d'identifier sur ce gisement une intervention minière antique. Du mobilier céramique tardo-républicain²⁰³ a en effet été repéré sur le versant sud de la colline, dans les travaux contemporains ou en contrebas de ces derniers, parmi des déblais de l'activité minière récente (fig. 172). Il faut donc sans doute restituer au sommet du versant sud des travaux anciens recoupés par les mineurs contemporains. L'exploration de tous les travaux présents à Saint-Estèbe a permis d'identifier à Saint-Estèbe 2 et Margansals 2 des ouvrages partiellement détruits qui, par leur morphologie (galeries et puits étroits, < 1 m de largeur) et les techniques d'abattage mises en œuvre (abattage à l'outil), se distinguent clairement de la majorité des travaux miniers contemporains (fig. 174). Il s'agit selon toute vraisemblance de travaux miniers plus anciens, parmi lesquels pourraient figurer des ouvrages antiques.

L'ensemble des données recueillies dans le Sarrat de Germa met en exergue la relative rareté des indices d'une mise en valeur des amas barytiques durant l'Antiquité. Ainsi, excepté les mines de Saint-Estèbe et la Caunetta, les autres zones d'exploitation ouvertes sur ce type de gisement sont restées totalement muettes sur ce point²⁰⁴. Les ouvrages identifiés sont pour la plupart liés aux interventions minières réalisées au XIX^{ème} et surtout au XX^{ème} s. pour la recherche et l'exploitation du cuivre et de l'argent, du plomb (mines des Fénals et de Sainte-Colombe) et surtout de la barytine. Ce phénomène peut éventuellement s'expliquer par la large exploitation des gisements barytiques à l'époque contemporaine, susceptible d'avoir détruit les travaux les plus anciens. Mais ce serait là écarter trop facilement d'autres facteurs, en particulier d'ordre géologique (pauvreté des minéralisations en minéraux de cuivre, argent ou plomb ?).

Les informations désormais disponibles dans le Sarrat de Germa semblent donc aller dans le sens d'une large distribution des interventions minières antiques. Malgré l'état de conservation des sites, souvent comblés et parfois très altérés, leur étude permet d'engager une première réflexion sur les techniques mises en œuvre, susceptible de fournir un éclairage sur la

²⁰³ Sur le versant sud de la colline de Saint-Estèbe, en contrebas des travaux des Margansals, des fragments d'amphores italiques et de CNT figurent à la surface de la halde contemporaine. Par ailleurs, trois autres fragments d'amphores italiques et un fragment de CNT ont été trouvés dans le chantier souterrain contemporain Margansals 1.

²⁰⁴ Ces recherches ont concerné en particulier les gisements des Fénals, Favarès, Vignes de Toffre, Sainte-Colombe, Trabouliac, Courtals, Cayrous, Sarrat de Taychou, Sarrat de Gouma, Roc Plat, et plusieurs indices secondaires.

nature de l'activité antique.

3.1.4. Techniques et stratégies d'exploitation

La prospection minière

La silicification récurrente des épontes des gisements du Sarrat de Germa (Giannoni 1990 : I, 264 et 273) est à l'origine d'un phénomène d'érosion différentielle : les terrains encaissants ont dès lors tendance à s'éroder plus rapidement que les gisements et leurs épontes silicifiées. Ce phénomène a entraîné la formation de chicots rocheux silicifiés bien individualisés, émergeant nettement au-dessus du couvert forestier, sur les versants et les sommets des collines du secteur (fig. 118). Des filons ou des amas affleurent de manière systématiquement sur ces chicots. Dans le cas des principaux filons, ce type de phénomène a entraîné la formation de dykes parfois imposants. Le dyke le plus important, celui d'Esquina d'Ase, correspond à une longue crête atteignant fréquemment 10 m de hauteur et bien visible dans le paysage sur près de 700 m de longueur (fig. 119). Des formes similaires marquent le passage des filons de Tistoulet et d'Aigas Caudas. La coloration des roches en vert ou en bleu par les minéraux d'altération des sulfures et sulfosels de cuivre (malachite, azurite...) et les caractéristiques du principal minéral de gangue des gisements, la barytine, aisément reconnaissable par sa couleur blanche laiteuse, sa cristallisation « en crête de coq » et surtout sa densité assez élevée (4,48)²⁰⁵, sont des critères qui ont pu aussi être pris en compte.

Nous ne disposons pas de preuves directes de l'utilisation par les mineurs antiques de tels indices, cette première phase de prospection n'ayant pas laissé de traces, si ce n'est les ouvrages de recherche et d'exploitation auxquelles elles ont donné lieu. La présence récurrente de petits travaux de recherche, notamment des grattages très réduits, sur les corps minéralisés encaissés dans les chicots silicifiés ou sur les dykes pourrait indiquer, de manière indirecte, la prise en compte de ce type d'indice (Aigas Caudas 1, Caunetta 13, Esquina d'Ase 7 et 39, Gentisclé 1, Tistoulet 8, 9 et 15). Ces interventions ne sont toutefois pas datées.

Le corpus de sites identifiés à la mine de Tistoulet, comprend une série de travaux ouverts à l'outil ou par le feu particulièrement réduits qui ne paraissent pas avoir débouché sur une réelle exploitation en grand des gisements (Tistoulet 18 ; Tistoulet 5). Aucun de ces ouvrages n'a fourni d'élément de datation, excepté le site Tistoulet 5, associé à un mobilier céramique tardo-républicain. D'autres recherches sont associées à des chantiers d'exploitation où ont été identifiés des éléments de datation tardo-républicains (Esquina 20, Esquina 21-22, Esquina 61, Tistoulet 14).

On observe certaines similitudes d'ordre morphologique ou techniques entre ces différents ouvrages de recherche. Il s'agit de recherches en galeries ou en petites tranchées d'extension très limitées. Les tranchées, largement comblées, dépassent rarement 3 à 4 m de

²⁰⁵ Soit environ le double du calcaire et de la dolomie (2 à 2,8).

longueur et 1 m de largeur. Les galeries repérées²⁰⁶, ouvertes systématiquement à l'outil, présentent une section ovoïde à circulaire relativement étroite, comprise entre 0,60 et 0,80 m de largeur, atteignant exceptionnellement 1 m de largeur. La hauteur n'a jamais pu être relevée, la sole étant systématiquement masquée par des déblais miniers ou l'horizon humique.

La morphologie du relief, la situation géographique des indices et la morphologie de ces derniers influent largement sur le choix de l'implantation des travaux de recherche (Fluck 1992 : 48). Les calcaires dolomitiques viséens dans lesquels sont encaissés les filons d'Esquina d'Ase, Tistoulet et Aigas Caudas sont découpés par deux incisions globalement N-S à NO-SE (vallée du Torgan, vallon d'Aigas Caudas) (fig. 115 et 116). Dans ces conditions, la situation géographique des filons de Tistoulet, Esquina d'Ase, Aigas Caudas et Roc de Cauneilla sur les hauteurs et leur orientation générale E-O à NE-SO, a favorisé le creusement d'ouvrages de recherche dans l'allongement des filons vers l'amont-pendage, en attaque directe sur les affleurements, depuis le versant (Esquina 6) ou bien depuis le front de taille des chantiers d'exploitation (Esquina 13, Esquina 20, Esquina 21-22, Tistoulet 4) (fig. 134). Dans certains cas, la position de l'ouvrage de recherche illustre la capacité du mineur à prendre en compte le pendage de l'indice. Ainsi, la recherche Esquina 6, légèrement décalée vers le sud en surface par rapport à l'affleurement du filon d'Esquina d'Ase, a clairement été percée dans le but de reconnaître en profondeur le toit du filon, de pendage 80°S et donc légèrement incliné vers le sud (fig. 130-131).

Dans le cas du gisement en amas de la Caunetta, mais aussi sans doute à Saint-Estèbe, la morphologie du relief et la position de l'indice ont vraisemblablement facilité une intervention en attaque directe sur l'affleurement depuis les versants de la colline (fig. 157). A la Caunetta, les corps minéralisés apparaissent à une trentaine de mètres sous la paléosurface anté-triasique, bien visible au sommet de la colline, entre le Roc de la Caunetta et le Roc de la Cauneilla (cotes 430-470), et sont encaissés dans les calcaires dolomitiques sur environ 70 m de hauteur (fig. 116). L'incision de la paléosurface et des calcaires dolomitiques sous-jacents au nord-est, au nord-ouest et au sud-ouest de la colline de la Caunetta a entraîné le dégagement des dépôts. Cette situation géographique favorable a permis aux mineurs de démarrer les recherches en attaque directe sur les affleurements, depuis les versants, comme le montre la disposition de la plupart des travaux identifiés dans cette mine, dont le réseau Caunetta 6.

Les travaux d'exploitation

Dans la mine de Tistoulet, le filon d'Esquina d'Ase a été exploité par le biais de chantiers à ciel ouvert sur presque toute la longueur de son affleurement (770 m) (fig. 126). Du mobilier céramique républicain a été régulièrement observé dans les haldes associées à certains groupes de travaux, notamment sous les travaux Esquina 1-6-14, Esquina 30-31, Esquina 40-44-45-46, qui irait dans le sens d'une large exploration du gisement à l'époque tardo-républicaine. D'autres chantiers ont été ouverts sur les filons de Tistoulet, d'Aigas Caudas, de La Gentiscle et du Roc de Cauneilla. Dans la plupart des cas, un matériel tardo-républicain ou protohistorique parfois abondant a été trouvé dans les haldes, dans les ouvrages ou à proximité.

Ces chantiers correspondent à des tranchées se prolongeant parfois en profondeur

²⁰⁶ Esquina 13, Esquina 61, Esquina 21-22, Esquina 20, Esquina 6, Tistoulet 5, Tistoulet 18.

(Esquina 19, 21-22, 26, 31, Tistoulet 1, 4, 14, Cauneilla 1). Ils sont généralement de dimensions assez limitées. Il s'agit pour l'essentiel de travaux dont la longueur totale est comprise entre 5 et 10 m, la moyenne étant de 10 m et la médiane de 8 m. Douze sites sont situés entre 10 et 20 m, dont le chantier Esquina 19. Trois sites, seulement, dépassent 20 m de longueur (Tistoulet 1, Tistoulet 4, Esquina 21-22), la fosse Tistoulet 1, d'une longueur de 50 m, étant la plus vaste. Du mobilier céramique tardo-républicain est présent sur les haldes de ces trois sites.

Ces travaux sont généralement étroits. Comme les galeries de recherche, les dimensions moyennes sont comprises entre 0,80 m et 2 m. Certains atteignent à peine 0,60 m de largeur, notamment l'un des chantiers de l'ensemble Esquina 21-22. Les ouvrages dépassant 2 m de largeur sont en revanche rares. Ces dimensions relativement limitées paraissent s'expliquer par la géologie des corps minéralisés. La plupart des filons sulfurés observés sur les fronts de taille des chantiers sont globalement peu épais, de l'ordre de quelques centimètres en règle générale. Les plus épais atteignent 0,50 m, voire 1 m en moyenne dans le cas du filon d'Esquina d'Ase.

Tous les chantiers ont été attaqués directement sur l'affleurement des filons. Dans les zones les plus riches en indices, plusieurs équipes pourraient avoir travaillé sur un même filon, comme sembleraient l'indiquer les jonctions observées notamment dans les chantiers Esquina 21-22 (fig. 143).

Les mineurs ont progressé systématiquement de haut en bas, généralement vers l'amont-pendage des filons. Dans la plupart des chantiers verticaux ou subverticaux, la morphologie des travaux et la présence des reliquats de niveau sur les parois latérales et sur le front de taille montrent une technique d'exploitation fondée sur le percement de galeries échelonnées verticalement et espacées de 1 à 2 m au maximum. Celles-ci ont été creusées dans l'allongement du filon et vers l'amont-pendage, et reliées les unes aux autres après abattage des parois intermédiaires. Cette méthode, qui se rapproche de la technique des gradins droits (Cauuet, Tamas 2012 : 239), vise à exploiter la minéralisation par tranches horizontales ou subhorizontales. Elle est notamment à l'origine du percement des chantiers Tistoulet 1, Tistoulet 14, Esquina 5, Esquina 20, Esquina 21-22, Aigas Caudas 2, qui correspondent aux chantiers les mieux conservés (fig. 136-137, 139, 144, 153-154, 155). Cette méthode d'exploitation est probable dans les chantiers Cauneilla 1, Esquina 13 et Esquina 31. Les mineurs ont su l'adapter à la géométrie du filon. Ainsi, dans le petit chantier Esquina 5, ils ont percé au minimum deux niveaux de galeries depuis le jour en tenant compte du pendage vers le nord du filon dans la disposition des galeries étagées.

Dans la zone centrale, les travaux se concentrent de part et d'autres du dyke du filon, sur les épontes de ce dernier (fig. 135). La caisse filonienne du filon d'Esquina d'Ase présente essentiellement un contenu bréchiq ue cimenté par plusieurs épisodes siliceux et barytiques, les sulfures et sulfosels de cuivre se distribuant en cocardes autour de ces éléments bréchiq ues (cf. p. 185). Néanmoins, les sources écrites signalent de manière récurrente l'existence de filonnets enrichis en sulfosels de cuivre le long des épontes, près du toit ou du mur du filon principal. Les épontes elles même présentent des enrichissements en carbonates de cuivres²⁰⁷. Cette localisation préférentielle de filonnets de sulfosels de cuivre près des épontes a été observée par

²⁰⁷ Archives DREAL L-Ro, (2-3-6), Aguillon, 1872 ; Giannoni 1990 : I, 264. Cette géométrie a été observée en particulier près de la surface, au niveau 384, à 4 m de l'entrée de la galerie contemporaine.

ailleurs dans les travaux de la colline d'Aigas Caudas, en particulier dans l'indice exploité dans les chantiers Esquina 21-22 et Esquina 19. D'une manière générale, A. Giannoni note que les cuivres gris se rencontrent surtout à proximité du contact entre la barytine et l'encaissant dolomitique dans le secteur du Sarrat de Germa (Giannoni 1990 : I, 380). Cette caractéristique pourrait être à l'origine, dans le cas du filon d'Esquina d'Ase, de la position de tous les travaux près des épontes du filon.

Le large comblement des chantiers à ciel ouvert n'a pas permis de caractériser l'existence de travaux souterrains développés. Les interventions modernes fournissent toutefois quelques informations intéressantes. D'une manière générale, les ouvrages souterrains réalisés aux XIX^{ème} et XX^{ème} s. n'ont pas recoupé de chantiers anciens, à une exception. Le chantier Esquina 58, situé à quelques mètres de l'entrée de la galerie Esquina 50 – galerie du niveau intermédiaire 420 – il a été traversé par cette dernière. Le fond de l'ouvrage est masqué par les déblais liés au creusement de la galerie contemporaine. S'enfonce-t-il profondément ? Nous n'avons aucun élément de réponse.

Il est évident que l'absence d'étude géologique spécifique des travaux miniers antiques limite considérablement les possibilités d'interprétation. Néanmoins, la distribution des chantiers est certainement liée à la mise en valeur préférentielle de certaines zones riches dans les indices filoniens dont témoignent les sources écrites contemporaines²⁰⁸. Ce phénomène pourrait expliquer la compartimentation des chantiers d'Esquina 21-22.

Dans ces conditions, il faut peut-être lier la concentration des travaux ouverts dans la partie supérieure des indices filoniens à la volonté d'exploiter prioritairement les zones d'altération supergène. Nous avons vu que ces zones montraient des enrichissements en argent, mais aussi en cuivre (Subra 1970 : 32 ; cf. p. 183). L'analyse chimique globale de huit échantillons de minerai prélevés sur les fronts de taille des travaux ouverts dans les zones d'oxydation a confirmé la richesse en argent de ces indices (fig. I-37). Dès lors, on peut émettre l'hypothèse que les mineurs ont recherché en priorité les zones oxydées enrichies en cuivre et en argent, comportement bien connu par ailleurs (Fluck 1992 : 50). Seule une étude systématique des chantiers d'exploitation antiques, tant d'un point de vue géologique qu'archéologique, permettrait de confirmer cette proposition.

Méthodes d'abattage

Les mineurs antiques ont systématiquement mis à profit les failles traversant l'encaissant carbonaté ou les amas barytiques, constituant des zones de faiblesse de la roche facilitant la progression, *a fortiori* dans les zones silicifiées. Similaire au mode de progression observé aux Barrencs (cf. p. 161), cette méthode a été observée en particulier dans les travaux Esquina 21-22, Esquina 5, Esquina 2 et Tistoulet 14, ouverts sur des indices filoniens. Elle a par ailleurs été

²⁰⁸ Dans le filon d'Esquina d'Ase, les travaux réalisés au XIX^{ème} s. ont exploité essentiellement des colonnes riches en sulfosels et sulfures de cuivre dans le filon, séparées par des colonnes pauvres ou stériles. Les chantiers contemporains des trois niveaux supérieurs ont été ouverts dans ces colonnes. L'une d'entre elles, en particulier, a été exploitée par le chantier ancien Esquina 58, recoupé par la galerie du niveau 420. Une autre colonne a été exploitée entre la surface et le niveau 384 (Deliens *et al.* 1993 : 23 ; A.D. Aude, S765, Wickersheim, 5 avril 1876 ; A.D. Aude, S765, Raynaud, 19 novembre 1909).

identifiée dans les ouvrages établis sur les amas barytiques, notamment les travaux Caunetta 7, 8 et 6 (fig. 162).

Dans les travaux où une activité antique est certaine ou probable, deux modes d'abattage ont été mis en œuvre, l'abattage à l'outil métallique et l'abattage par le feu, parfois de manière concomitante. Dans le premier mode, les stigmates correspondent à des rainures de 1 à 2 cm de profondeur au maximum, 1 à 2 cm de largeur et 10 à 20, voire 30 cm de longueur, indiquant l'usage d'un outil métallique de type pointerolle de 1 à 2 cm de largeur en percussion posée. Il faut noter la découverte dans les haldes de plusieurs travaux, notamment Tistoulet 1, de fragments de fer très corrodés, centimétriques, qui pourraient correspondre à des éclats d'outils, similaires aux éléments découverts par ailleurs aux Barrency (cf. p. 166).

Les indices d'un abattage par le feu²⁰⁹ ont été observés de manière récurrente dans les travaux ouverts sur les indices filoniens de la colline d'Aigas Caudas (Aigas Caudas 2, Esquina 20, Esquina 21-22), sur le filon de Tistoulet (Tistoulet 4, Tistoulet 14), sur le filon d'Esquina d'Ase (Esquina 30), et sur le filon de la Cauneilla (Cauneilla 1), qui sont pour la plupart associés à du matériel archéologique tardo-républicain. Ces stigmates se rencontrent plus particulièrement dans les travaux établis sur des filons de quartz et/ou sur des indices dont l'encaissant carbonaté est localement silicifié (Esquina 21-22) (fig. 149) et donc particulièrement difficile à abattre à l'outil, comme nous avons pu le vérifier lors des échantillonnages de minerai. Cette localisation préférentielle dans des secteurs où la roche est particulièrement dure est conforme aux observations réalisées par ailleurs (Téreygeol 2000 ; Weisgerber, Willies 2000 ; Ancel, Py 2008).

A la mine de la Caunetta, plusieurs épisodes de silicification ont affecté l'encaissant carbonaté et les amas barytiques. Dans la plupart des travaux, l'abattage paraît avoir été réalisé essentiellement par le feu. Des chantiers de grandes dimensions ont été ouverts (Caunetta 8), impliquant la construction de bûchers de grande taille. Dans quelques secteurs où l'encaissant silicifié est particulièrement micro-faillé (Caunetta 2), on observe un usage plus important de l'abattage à l'outil.

Des déblais produits par ce type de technique ont été fouillés dans les sondages ouverts dans la halde du réseau Caunetta 6 (S1) et dans ce dernier (S2). Dans le premier sondage, les déblais sont constitués essentiellement de plaquettes de calcaire dolomitique et de barytine très faiblement minéralisée en carbonates de cuivre, inférieures à 10 cm de longueur (fig. 167). Ces éléments sont mêlés à de très nombreux fragments de charbon de bois et pris dans une matrice sablo-limoneuse grise à blanche, liée très vraisemblablement à l'altération des éléments rocheux. Dans le second sondage (fig. 168), trois unités stratigraphiques sont constituées de déblais produits par un abattage par le feu (US 2005, 2006 et 2009), datées pour deux d'entre elles (US 2005 et 2009) des IV^{ème}-II^{ème} s. et II^{ème}-I^{er} s. av. n. è.²¹⁰. L'US 2005 correspond à une couche remaniée constituée de fragments de barytine et de calcaire dolomitique silicifié, en plaquettes ou petits blocs rubéfiés (< 10 cm). Ils sont mêlés à de très nombreux charbon de bois. L'unité

²⁰⁹ Ces indices (section ovoïde des travaux, parois lisses et rubéfiées se délitant en fines plaquettes, déblais stériles en plaquettes associés à de nombreux charbons de bois...), sont largement décrits dans le sous-chapitre consacré à la mine des Barrency (cf. p. 160).

²¹⁰ Deux charbons de bois prélevés dans les US 2009 et 2005 ont été datés par la méthode radiocarbone des années 365-171 BC (US 2009) et 185 BC-4 AD (US 2005).

stratigraphique 2006, nettement plus sableuse, est constituée en revanche de fines lamelles de barytine (< 3 cm), associées à de nombreux charbons de bois (< 3 cm). Enfin, la dernière couche (US 2009), sableuse, est elle aussi constituée de lamelles de barytine de morphologie similaire mêlées à des charbons de bois (< 2 cm) (Mantenant 2011a : 31-32).

L'absence d'ouvrages d'assistance

Ces aspects ont été peu abordés, en raison de l'état de comblement des travaux. Il faut toutefois noter que dans le cas des ouvrages limités la circulation des mineurs et le transport du minerai ou des stériles n'ont pas posé de gros problèmes. La circulation au sein des chantiers verticaux pouvait être facilitée par les piliers horizontaux laissés en place par les mineurs (Caunceilla 1). Dans le cas d'Esquina 21-22, plusieurs galeries très courtes creusées spécialement à cet effet permettaient d'accéder aux chantiers à ciel ouvert (fig. 143 et 146). Excepté ces galeries, nous n'avons pas identifié d'ouvrages creusés spécifiquement dans le but d'assurer une liaison entre des chantiers souterrains et la surface et permettre l'évacuation du produit de l'abattage.

Par ailleurs, aucun ouvrage ou aménagement destiné à assurer l'exhaure des travaux n'a été identifié à ce jour. Tous les travaux inventoriés se situent sur les crêtes ou les versants des collines au-dessus de la cote 300, soit à une cinquantaine de mètres en contre-haut des principales sources du secteur. Ces dernières se trouvent entre les cotes 250 et 240, soit 10 à 15 m au-dessus du Torgan, sur le versant est de la colline d'Aigas Caudas. Leur examen n'a pas permis d'identifier l'existence de galeries d'exhaure à l'origine des écoulements. Etant donné la position des travaux miniers, au sommet de la colline, on peut supposer que les eaux d'infiltration n'ont pas constitué un sérieux problème pour le bon déroulement de l'activité²¹¹. Il faut aussi envisager un drainage naturel des eaux par des failles ou des cavités karstiques, en particulier dans le secteur des amas barytiques de Saint-Estèbe et la Caunetta²¹².

Des activités connexes

Plusieurs scories ont été découvertes dans la halde de la tranchée Esquina d'Ase 1 et dans la couche de terre charbonneuse rubéfiée étalée en contrebas de la plate-forme du site Tistoulet 16, près des travaux Tistoulet 5 et 13. Elles étaient associées en surface à du mobilier céramique tardo-républicain.

A Tistoulet 1, trois scories découvertes à la surface de la halde, en contrebas de la plateforme aménagée à l'extrémité occidentale de la tranchée, correspondent à des scories grises denses cristallisées, à surface oxydée. Les scories 032 et 034 (3,2 x 2,6 x 1,1 cm et 8 g ; 2,8 x 2 x 1,7 cm et 10 g) sont de petites coulées à surface oxydée. Elles sont faiblement à modérément

²¹¹ Il faut d'ailleurs remarquer que l'exhaure n'a jamais été un réel problème lors des reprises contemporaines, pas même dans les travaux ouverts sous le niveau 311, qui sont restés essentiellement au-dessus du cours du ruisseau de Tistoulet.

²¹² En effet, il existe de nombreuses cavités de dissolution au sommet des calcaires dolomitiques viséens, dont les dimensions vont de quelques décimètres à plusieurs mètres. Elles se développent sur une cinquantaine de mètres sous la paléosurface, empruntant le réseau des diaclases et des fractures de l'encaissant carbonaté (Giannoni 1990 : I, 323-324).

magnétiques et peu poreuses. La scorie 033 (3,2 x 2,6 x 1,3 cm et 10 g) est quant à elle une scorie grise cristallisée à surface oxydée, informe, qui pourrait correspondre à un fragment de culot de forge. Elle présente un fort magnétisme et une porosité modérée. Ces déchets incitent à placer sur le carreau de la tranchée Tistoulet 1 une activité de forge.

Dans le second cas, les deux déchets correspondent à des scories grises denses, cristallisées, à surface oxydée, fragmentées (3,5 x 2,7 x 1,2 cm et 3,1 x 1,7 x 1,2 cm). La porosité et le magnétisme sont modérés. Aucun autre déchet n'a été identifié sur ce point²¹³. Les deux scories semblent correspondre à des déchets produits au cours d'un travail de forge, peut-être réalisé sur la plate-forme, à l'amont.

Il faut très certainement restituer sur ces deux points des installations contemporaines de l'activité minière développée dans le secteur et très vraisemblablement liées à cette dernière. Il s'agirait dès lors de forges minières, dont l'existence est supposée par ailleurs à la mine antique des Barrency (cf. p. 160).

Ces forges étaient destinées à l'entretien des outils et la fabrication de pièces utilisées dans les travaux miniers ou les activités connexes. Il s'agit d'une installation importante pour la bonne marche de l'activité. En principe, elle implique la présence d'un forgeron doté de compétences certaines dans la fabrication et l'entretien d'outils utilisés en mine, connaissances qui dépasseraient les compétences de bases (Guillot, Fluzin 1987 : 251-256 ; Bailly-Maître 2002 : 87-88). L'existence de telles forges traduirait la prise en compte de la nécessité de disposer à proximité des travaux d'une installation permettant un entretien des outils, et donc une exploitation efficiente. Cet aménagement nécessite en outre une alimentation de la forge en matière première (fer, charbon de bois, bois...). La présence de ces installations pourrait dès lors traduire un certain niveau d'organisation de l'activité minière à l'époque tardo-républicaine.

Enfin, un tesson assez particulier (PAD-ESQ2-001) a été découvert au sommet de la halde de la tranchée Esquina 2, associé en surface à du mobilier céramique tardo-républicain (fig. 175). Il s'agit d'un élément très fragmenté (3,6 x 3,1 cm), épais de 0,8 à 1 cm, à pâte argilo-sableuse grise. Etant donné la faible courbure du tesson, ce vase avait vraisemblablement un diamètre supérieur à 10 cm. L'intérêt de cet élément réside dans la présence, sur la face interne, d'un encroûtement brun violacé constitué d'oxydes de plomb²¹⁴, qui de toute évidence s'est déposé postérieurement à la cuisson du vase. Localement, des zones nettement blanches voire orangées sont toutefois visibles, en particulier au contact de l'encroûtement avec la paroi interne. Le long de ce contact, la paroi paraît vitrifiée sur quelques dixièmes de millimètre à un millimètre d'épaisseur. Cette zone vitrifiée et bullée atteint 2 mm d'épaisseur au niveau de ce qui semble être la partie inférieure du tesson. Il semble donc que la paroi interne du vase a été soumise à une température élevée qui a entraîné sa vitrification. L'analyse de la paroi interne non recouverte par l'encroûtement révèle là aussi la présence de plomb. En revanche, cet élément n'a pas été identifié sur la paroi externe, où apparaissent les différents composants de la pâte (fer, oxygène, silicium, aluminium et calcium). Ces observations incitent à penser que

²¹³ En revanche, parmi l'épandage de mobilier figurait un fragment de fer métal très corrodé et informe (4 x 3 x 1,5 cm).

²¹⁴ La composition de l'encroûtement a été caractérisée au MEB-EDS. Le soufre est absent. Nous n'avons pas pu doser les éléments en traces.

l'encroûtement violacé est le résidu solidifié d'un matériau riche en plomb passé par un état fondu, ayant entraîné une légère vitrification de la paroi interne.

Ce tesson pourrait correspondre à un fragment de creuset. S'agit-il d'un creuset utilisé pour l'essai des minerais²¹⁵ ? Son aspect, très différent des creusets identifiés à la Loba, ne milite guère en faveur de cette hypothèse (Domergue, Tollon 2002 : 73-75). Par ailleurs, il est difficile de considérer que l'encroûtement correspond à de la litharge. La faible vitrification de la paroi interne traduit un impact thermique relativement modérée, alors même qu'une opération de coupellation implique d'atteindre en théorie des températures comprises entre 900°C et 1000°C (Craddock 1995 : 223). De plus, le fragment de paroi se distingue nettement, par son aspect, des coupelles connues en Espagne, largement imbibées de litharge (Domergue 2008 : 161-162 ; Peris-Vicente *et al.* 2008 : 144-145 ; Renzi *et al.* 2009 : 2586, fig. 2). Par ailleurs, le cuivre, l'antimoine ou l'arsenic n'ont pas été déterminés lors des analyses²¹⁶. Or, étant donné le contexte géologique, un tel objet aurait plutôt été utilisé pour essayer des minerais très riches en tétraédrite, comme l'ont montré les analyses effectuées à partir d'échantillons prélevés dans les travaux présents sur la colline d'Aigas Caudas, dont la tranchée Esquina 2²¹⁷.

Il n'est pas exclu que toutefois que ce tesson appartienne de vase à un creuset destiné à fondre du plomb métal. Le point de fusion du plomb (327°C) n'implique pas des températures élevées pour ce type d'opération, tout au plus 400 à 500°C²¹⁸. Il est possible de les atteindre avec un simple feu de bois. Les conditions de fusion d'une coulée de plomb autorisent l'utilisation de creusets en terre cuite (Cochet 2000 : 15). Le plomb ainsi fondu aurait pu être utilisé pour réparer un objet²¹⁹, voire pour fabriquer un élément spécifique à l'activité minière. On pense immédiatement à des sceaux destinés à sceller les sacs de minerai, et marqués d'un signe ou d'une inscription permettant de distinguer le propriétaire de la cargaison (Domergue 1990 : 261 ; Rico 2010 : 397). Ce n'est là, à vrai dire, qu'une simple hypothèse, le caractère isolé de ce tesson ne permettant pas d'approfondir la question.

3.1.5. Une mise en valeur systématique des gisements Cu-Ag du Sarrat de Germa à l'époque tardo-républicaine

Le mobilier archéologique recueilli est très largement dominé par les amphores italiques ou des individus de transition entre l'amphore gréco-italique et l'amphore italique²²⁰. Les

²¹⁵ Il était nécessaire de connaître les teneurs des minerais en substances recherchés préalablement à l'ouverture de chantiers d'exploitation dans le but de déterminer l'intérêt des minéralisations visées, ou au cours de l'exploitation, afin d'orienter les travaux (Domergue 1990 : 392-393 ; Bailly-Maître 2002 : 134-135 ; Gauthier 2007 ; Cauuet, Tamas 2012 : 225 et 239).

²¹⁶ Rappelons toutefois que les éléments en traces n'ont pu être dosés.

²¹⁷ Il faut en effet noter les très faibles teneurs en plomb (< 0,6 %) des échantillons de minerais prélevés sur les filons de la colline d'Aigas Caudas, parmi lesquels figurent l'indice exploité dans les travaux Esquina 5 et 2 (fig. I-37). Dans ce tableau, les échantillons E6, E13, E3, E5, E10, E4, E14 proveniennet des filons exploités sur la colline d'Aigas Caudas.

²¹⁸ La température doit être suffisamment élevée pour éviter le durcissement du plomb pendant la coulée.

²¹⁹ En contexte minier, il pourrait s'agir éventuellement d'une meule (Domergue *et al.* 1997 : 52, tableau I).

²²⁰ Ce matériel a été examiné par G. Rancoule, T. Le Dreff (TRACES) et P. Térés.

quelques lèvres d'amphores identifiées appartiennent à des amphores Dressel 1A ou à des formes de transition (Esquina 21-22, Gentisclé 3) et, dans un cas, peut-être, à une amphore gréco-italique (Tistoulet 1). Quelques tessons de céramique campanienne A, de céramique ibérique commune et peinte, de céramique celtique et de céramique indigène complètent le corpus. En revanche, le matériel archéologique postérieur au milieu du I^{er} s. av. n. è. (amphores espagnoles, céramique sigillée) fait totalement défaut. Dans l'ensemble, les lots les plus diversifiés (Tistoulet 16, fig. 156, Esquina 2 et 5) tendraient à resserrer la chronologie entre la seconde moitié du II^{ème} s. et la première moitié du I^{er} s. av. n. è. et à exclure une poursuite de l'activité au-delà du milieu du I^{er} s. C'est en particulier la chronologie du matériel identifié sur le site Tistoulet 16, le plus complet disponible à ce jour dans le secteur du Sarrat de Germa.

Néanmoins, la présence d'un grand nombre d'éléments difficiles à dater de manière précise, en particulier des fragments de panse d'amphores, prépondérants dans le corpus, incite à rester prudent. A ce jour, on ne peut en aucun cas considérer de manière définitive que l'exploitation des gisements du Sarrat de Germa démarre dans le dernier tiers du II^{ème} s. A ce titre, les deux datations ¹⁴C réalisées dans le réseau Caunetta 6 sont significatives (cf. p. 198). Nous ne savons pas si elles doivent être attribuées à deux phases d'activité comprises entre les IV^{ème} et II^{ème} s. d'une part, les II^{ème} et I^{er} s. d'autre part, ou si, au contraire, elles désignent une seule et même phase d'exploitation située quelque part dans la première moitié du II^{ème} s. av. n. è. L'étude architecturale de la partie accessible du réseau n'a pas permis d'identifier plusieurs phases d'intervention²²¹ et la position stratigraphique des échantillons de charbon, prélevés dans des déblais d'abattage par le feu, ne fournit guère d'indications dans ce domaine (Maintenant 2011a : 30-33). Quoi qu'il en soit, une activité minière dès avant la fin du II^{ème} s. av. n. è. dans le secteur du Sarrat de Germa est très vraisemblable. Ces nouvelles données incitent à poursuivre la datation des sites miniers identifiés dans la zone. Il n'est pas exclu qu'un schéma similaire à celui qui tend à se dessiner aux Barrengs puisse être transposé dans cette partie du massif des Corbières.

La large distribution des travaux associés à du mobilier tardo-républicain (fig. 115 et 176-178) permet d'envisager un vaste mouvement exploratoire, initié peut-être dès le début du II^{ème} s., en tout cas effectif au tournant des II^{ème} et I^{er} s. Celui-ci a concerné aussi bien les principaux filons de la mine de Tistoulet que les corps filoniens plus réduits (Aigas Caudas, Roc de La Cauneilla, La Genisclé) et les amas barytiques (Saint-Estèbe, La Caunetta). La large fréquentation du massif à cette époque paraît d'ailleurs confirmée par la présence récurrente de tessons isolés ou de petites concentrations de mobilier céramique tardo-républicain autour des sites d'extraction, en particulier sur les collines d'Aigas Caudas (Aigas Caudas 3 et 11, Tistoulet 13) et de La Caunetta.

Les travaux d'exploitation paraissent néanmoins relativement limités dans l'ensemble. Certes, la terminaison des ouvrages n'a généralement pas pu être repérée au cours de notre enquête. Néanmoins, en l'état actuel de nos connaissances, il faut actuellement écarter l'existence de vastes réseaux similaires à ceux qui ont été identifiés à la mine des Barrengs. La faible extension des travaux en surface, et peut-être donc en profondeur, pourrait être liée en premier lieu à des facteurs géologiques. Excepté les amas barytiques de la Caunetta et de Saint-Estèbe, et les filons d'Esquina d'Ase et, dans une moindre mesure, de Tistoulet, la plupart des

²²¹ A l'exception de quelques rafraîchissements des parois à l'époque contemporaine.

indices exploités durant l'Antiquité paraissent en effet d'extension limitée. Pour autant, la multiplication des petits chantiers sur les nombreux indices présents dans le secteur paraît tout de même témoigner d'une exploitation d'une certaine intensité. En outre, les techniques de progression observées sont clairement l'œuvre de spécialistes, d'hommes de l'art, engageant leurs travaux selon un schéma préconçu, tenant compte de la géométrie de la structure minéralisée visée. Ceci, quelque soit la taille de la structure en question (Esquina d'Ase 5, Tistoulet 14...).

Par ailleurs, la distribution de ces chantiers illustre vraisemblablement à la fois la géologie des corps minéralisés et les choix économiques des exploitants. Ce fait est particulièrement visible dans les mines où affleurent les indices filoniens. Ici, les mineurs n'ont pas exploité l'ensemble des structures filoniennes, mais paraissent plutôt avoir concentré leur chantier sur quelques points, en particulier dans la partie supérieure des filons, correspondant à la zone d'oxydation, et aux épontes des filons de barytine et/ou de quartz, qui sont les zones les plus riches en sulfosels et sulfures de cuivre.

En revanche, excepté à Saint-Estèbe et La Caunetta, aucun indice d'une activité antique n'a été identifié sur les autres amas barytiques. Ce fait pourrait s'expliquer par la destruction d'éventuels travaux antiques lors de reprises postérieures. Néanmoins, les sources écrites ne mentionnent pas de travaux « anciens » sur ces gisements. Il faut peut-être faire intervenir des facteurs d'ordre géologique pour expliquer cette absence. La plupart de ces amas barytiques paraissent en effet faiblement minéralisés en sulfosels ou sulfures de cuivre (Chambolle 1980 : 46-50 ; Giannoni 1990 : I, 75-78 ; Deliens *et al.* 1993 : 30-37). En raison de cette pauvreté, ces dépôts n'ont peut-être guère intéressé les mineurs antiques, qui, n'y auraient éventuellement ouverts que des travaux de reconnaissance limités désormais entièrement comblés ou détruits lors des interventions contemporaines.

Les modalités d'exploitation des gisements du Sarrat de Germa à l'époque tardo-républicaine paraissent traduire la volonté d'exploiter au maximum certaines possibilités offertes par ces dépôts. En particulier, la concentration apparente des chantiers d'exploitation dans la zone d'altération supergène irait dans le sens d'une mise en valeur préférentielle de cette dernière. Or, nous l'avons dit à plusieurs reprises, les phénomènes d'oxydation des minéraux primaires sulfurés, en particulier des cuivres gris, ont entraîné une reconcentration de l'argent dans ces zones oxydées, pouvant expliquer les teneurs de l'ordre de plusieurs kilogrammes d'argent à la tonne identifiées dans les échantillons analysés. Sans exclure l'importance économique du cuivre, il faut sans doute relier le phénomène de prospection et d'exploitation systématique des gisements miniers du Sarrat de Germa à la quête de l'argent et à la volonté d'exploiter au maximum les potentialités offertes par ces gisements dans ce domaine. Sur ce point, la caractérisation des modalités de traitement des minerais extraits des mines du Sarrat de Germa est susceptible d'apporter un éclairage déterminant. L'étude archéologique et archéométrique du site métallurgique du Camp del Oliu, situé à moins de 5 km au sud du Sarrat de Germa, fournit dans ce domaine des éléments de réponse décisifs.

Le secteur minier du Sarrat de Germa n'est pas isolé. D'autres zones d'activité minières tardo-républicaines ont été identifiées, qui sont révélatrices du phénomène qui touche les gisements de cuivre, argent et plomb des Corbières aux deux derniers siècles avant notre ère.

3.2. Un phénomène minier régional

3.2.1. Interventions antiques sur les gisements Cu-Ag-Pb de la partie méridionale du secteur de Lacamp

La partie méridionale du secteur de Lacamp, couvrant les communes de Palairac et Maisons est une région de collines aux pentes généralement accentuées, inscrite dans les bassins hydrographiques de la Vallette, au sud-ouest, du ruisseau de Saint-Sisclé, au nord-est et du Libre, au nord. Cet espace, dit aussi secteur minier de Palairac-Maisons, s'étend sur une dizaine de kilomètres carrés, et est dominé par le Monthaut, culminant à 599 m (fig. 179).

Le substrat est ici composé essentiellement de terrains de la série détritico-flyshoïde du Viséen terminal (fig. 180)²²². Des jaspes noirs à nodules phosphatés puis des calcaires noduleux gris à intercalations de jaspes du Tournaisien-Viséen supérieur, situées en stratigraphie sous la série flyshoïde, affleurent localement, notamment au niveau du Pech Caucelle, du col de Couise et de la crête de Peyrecouverte (BRGM 1997 : 22-26). Ces formations chevauchent des terrains plus anciens, constitués en particulier d'ampélites noires montrant des horizons à gypse et des niveaux à nodules calcaires et calcaires en plaquettes, rattachées au Silurien et au Dévonien basal. Le Monthaut correspond quant à lui à un môle carbonatée du Dévonien moyen-supérieur indifférencié. Deux autres masses de calcaires et de calcaires dolomitiques affleurent au niveau de la crête de Peyrecouverte, et au Rocher de la Demoiselle. Ces masses montrent une structure anticlinale d'axe NNO-SSE et un important déversement vers l'ouest. Une fracturation post-hercynienne de direction préférentielle E-O à N80° recoupe ces formations carbonatées et les séries flyshoïdes viséennes en jeu dextre (Jaeger *et al.* 1956 : 492 ; Giannoni 1990 : I, 247 et 314).

Trois grands types de gisements miniers sont présents dans ce secteur (amas barytiques rattachés au district à barytine des Corbières, filons sulfurés à paragenèse complexe et amas de fer et de manganèse). Les corps filoniens, encaissés dans les formations carbonifères et siluriennes, se caractérisent par un cortège sulfuré très riche en espèces minérales dont plusieurs sont argentifères²²³. Le cortège sulfuré des gisements barytiques, moins riche et constitué de sulfures et sulfosels de cuivre, plomb et antimoine²²⁴, comporte aussi des minéraux porteurs de l'argent, en particulier la tétraédrite (1,3-2,1 % Ag), l'andorite et la galène (0-1,4 % Ag). Dans l'ensemble, ces gisements fréquemment cisailés par des failles n'atteignent pas de grandes dimensions (quelques centaines de mètres d'extension horizontale en règle générale), mais figurent parmi les plus riches en argent des Corbières (Jaeger, Ovtracht 1955 ; Giannoni 1990 :

²²² Cette série débute, vers la limite Viséen-Namurien, par des turbidites distales dominées par les pélites, auxquelles succèdent ensuite une puissante accumulation où d'épaisses séquences de grauwackes* granoclassées, mais aussi des dépôts clastiques proximaux composés notamment de brèches et de conglomérats, s'intercalent dans les faciès pélitiques (BRGM 1997).

²²³ Parmi ces minéraux figurent, la pyrite, l'arsénopyrite, l'ullmanite, la sphalérite, la proustite, la pyrargyrite, la stéphanite, la stibine, la bournonite, la stibiconite, la barytine, la zinkénite, la semseyite, l'andorite, la boulangérite, la gersdorffite, la galène, la bindheimite et la tétraédrite (Jaeger, Ovtracht 1955).

²²⁴ Les sulfosels de plomb et antimoine correspondent aux minéraux suivants : zinkénite, pligionite, semseyite, andorite, ullmanite, boulangérite.

I, 372-388).

Ce métal a occupé une place centrale dans l'histoire des mines de Palairac et Maisons entre le XII^{ème} s. et le XIX^{ème} s. Plusieurs textes des XIII^{ème} et XIV^{ème} s. mentionnent l'existence de mines d'argent à Palairac dès le dernier tiers du XII^{ème} s., que se disputent les principaux seigneurs laïcs et l'abbaye de Lagrasse (Verna 1991 : 53 ; Pailhès 2000 : 109-114, acte 101 et 271-273 ; Langlois 2007 : 73-75). Aux époques moderne et contemporaine, la région de Palairac et Maisons est l'un des principaux secteurs miniers des Corbières, au même titre que le Sarrat de Germa. L'argent, mais aussi l'antimoine, sont alors les deux principales substances recherchées. Des travaux anciens sont fréquemment signalés dans le cadre de ces interventions et généralement attribués aux Romains (Arçons 1779 [1667] : 483-487 ; Genssane 1776 : 186)²²⁵.

Eu égard à notre problématique générale, il convenait de s'interroger sur l'ampleur de l'activité antique, dont témoignaient des découvertes ponctuelles réalisées au cours des années 1970 et 1980 (Rancoule, Solier 1977 ; Cambon 1989 ; s.d. ; Langlois 1987 ; 1989). Deux mines, en particulier, ont été abordées, auxquelles s'ajoutent deux zones d'exploitation d'ampleur plus limitée.

La mine antique de l'Abeilla (Palairac)

Situé sur le flanc sud-sud-ouest du Monthaut, le gisement Cu-Ag-Pb de l'Abeilla est constitué d'une série de filons de direction E-O encaissés dans les schistes carbonifères, le long du contact avec les calcaires dévoniens. La minéralisation sulfurée primaire semble constituée de cuivres gris et de chalcopirite dans une gangue de barytine et de quartz. D'après des analyses réalisées dans la première moitié du XX^{ème} s., des échantillons de minerai prélevés sur le filon auraient contenu 5,76 % Cu, 2,59 % Pb, 1,25 % Sb et 760 g/t Ag (Esparsèil 1940 : 35)²²⁶. G. Pouit et à sa suite A. Giannoni ont par ailleurs identifié sur des filonnets de quartz satellites des traces de bournonite et de galène, associés à des minéraux d'altération des sulfures et sulfosels de cuivre (malachite, azurite) (Pouit 1951 : 91-92 ; Giannoni 1990 : I, 240). Dans la partie supérieure du gisement, l'altération supergène de la minéralisation primaire a entraîné la formation d'une zone d'oxydation riche en carbonates de cuivre et oxydes et hydroxydes de fer.

Les travaux de surface s'échelonnent entre les cotes 430 et 485, sur une bande de 120 m de longueur et 20 m de largeur, sur une courbure du versant. Ils sont répartis suivant un axe ESE-ONO et se placent dans le prolongement d'une faille de même direction signalée à une centaine de mètres à l'ONO de la mine (BRGM 1997). Ils sont associés à une halde importante aux contours mal définis, qui semble s'étendre entre l'éperon supérieur et la partie inférieure du versant, sur 150 m de longueur et plus de 3000 m².

Au total, dix ouvrages de surface ont été identifiés (n°42-51). Une petite recherche ou une galerie entièrement comblée (**Abeilla 6** ; tranchée de 4 x 1 m) associée à une attaque au front de taille de section ovoïde a été percée à la base de la mine, à la cote 430. A une trentaine de

²²⁵ Ainsi, A. de Genssane affirme qu'aux Costeilles – Las Corbos – affleure « un très beau filon de mine d'argent, mêlé de sphalérite » et ajoute que « le sommet de ce filon avait été attaqué anciennement par les Romains » (Genssane 1776 : 186). Quant à la galerie de la Canal, elle est « tenue de tous pour un Ouvrage des anciens Romains » selon C. d'Arçons (Arçons 1779 [1667] : 486).

²²⁶ Nous ne connaissons pas, toutefois, la nature des minéraux présents dans les échantillons analysés.

mètres à l'amont de ce site, un petit chantier à ciel ouvert (**Abeilla 3**; diam. 20 m, haut. 3 m) est associé à quelques grattages très limités et semble prolongé par plusieurs conduits bouchés. A une vingtaine de mètres au sud de cet ouvrage, le site **Abeilla 4** correspond quant à lui à un départ de galerie largement comblée creusée le long d'une faille, dont le miroir est nettement visible sur la paroi nord. Cet ouvrage a été taillé à l'outil et semble suivre une direction ESE-ONO. Il paraît être relié au réseau souterrain auquel donne accès le puits **Abeilla 2**. Ce dernier (2 x 1,50 x 3 m) se situe à une trentaine de mètres en amont et dans le prolongement du précédent. Il ne semble pas correspondre à l'un des accès initiaux de la mine, mais paraît plutôt s'être formé à la suite d'un effondrement d'une partie de la voûte de la salle à laquelle il donne accès. A une vingtaine de mètres à l'ONO de cette excavation, une tranchée (**Abeilla 12**) a été creusée sur l'éperon dominant la mine. Elle est prolongée par un autre réseau en mauvais état, de plan irrégulier, ouvert dans des schistes et des calcaires. Des piliers de roche sont encore en place et de longues traces de pointerolles sont visibles sur les parois. Ce réseau largement comblé paraît se prolonger vers l'ouest et vers l'est. Un fragment d'amphore a été découvert sur une plate-forme établie au-dessus de la tranchée et recouverte de nodules centimétriques de calcaire, de schistes et de barytine, correspondant vraisemblablement à une aire de concassage du minerai. Trois petites tranchées (< 6 m), largement comblées et difficiles à caractériser, ont été ouvertes dans le prolongement ouest du site Abeilla 12. Elles sont implantées vraisemblablement au sommet du gisement de l'Abeilla, sur le chapeau de fer.

Les ouvrages identifiés en surface correspondent à des travaux de petites dimensions. Il n'existe pas à l'Abeilla d'importants chantiers d'exploitation à ciel ouvert. Le réseau minier souterrain auquel donne accès l'excavation Abeilla 2 est assez mal conservé et largement encombré par des déblais miniers et des éboulements. De fait, les limites de ce dernier n'ont pu être identifiées. Il est constitué de deux chantiers subverticaux parallèles (fig. 181 et 182) reliés par une courte galerie de circulation, auxquels sont connectés un ensemble de petites galeries de recherche et de chambres d'exploitation de quelques mètres cubes. Deux modes d'abattage ont été identifiés (feu et pointerolle). Ce réseau était doté de plusieurs accès, dont une cheminée percée dans la voûte de la première salle, et vraisemblablement une galerie débouchant au jour au niveau d'Abeilla 4.

De très nombreux fragments d'amphores italiques sont présents à la surface de la halde, parmi lesquels figurent des lèvres d'amphore Dressel 1A très altérées²²⁷. Un mobilier similaire²²⁸ a été observé à la surface des déblais stockés dans le réseau, où il a été apporté.

La mise en valeur du gisement de l'Abeilla à l'époque tardo-républicaine ne fait aucun doute. La typologie du matériel archéologique observé et l'absence d'éléments strictement postérieurs au milieu du I^{er} s. (amphores espagnoles, céramique sigillée) incitent à placer dans

²²⁷ De leur côté, G. Rancoule et Y. Solier avaient identifié autour des travaux de l'Abeilla de très nombreux fragments d'amphores Dressel 1A (Rancoule, Solier 1977 : 34).

²²⁸ Ce mobilier se compose de six fragments de panses et un épaulement d'amphores du même type. L'épaulement porte une estampille incomplète LV dans un cartouche quadrangulaire placé à la base de l'anse. Un fond de pot en céramique non tournée dont les parois internes et externes portent des traces de polissage a aussi été trouvé dans les travaux, sur des déblais stockés dans une petite chambre taillée par le feu. Ce pot, difficilement datable, ne paraît pas antérieur au 2nd âge du Fer. Le polissage des deux parois serait assez atypique sur la céramique de type CELT, et ne permet pas d'exclure une attribution à la période médiévale (identification T. Le Dreff).

cette mine une période d'activité antérieure au milieu du I^{er} s. av. n. è. Il n'est pas possible, à l'heure actuelle, de déterminer le démarrage de l'activité minière sur ce gisement, ni d'attribuer l'ensemble des ouvrages identifiés à la période tardo-républicaine. En effet, les sources écrites médiévales mentionnent l'existence de mines d'argent à Palairac et Couise. On ne peut donc exclure une activité médiévale à l'Abeilla, bien qu'aucune preuve matérielle certaine n'ait pour le moment été reconnue. En revanche, les interventions réalisées aux époques modernes et contemporaines dans le secteur, signalées dans les sources écrites (Arçons 1779 [1667] : 484-490 ; Genssane 1776 : 186-187 ; Hyvert 1933a : 159 ; Esparseil 1940 : 35), paraissent avoir eu un impact limité sur le site de l'Abeilla, où seules quelques reprises à l'explosifs ont été réalisées, ponctuellement, dans le réseau souterrain ancien.

La mine de Peyrecouverte-La Canal (Palairac)

Situé entre le col de Couise et le Monthaut, entre 507 et 519 m d'altitude, le petit plateau de Peyrecouverte est traversé par un accident NNO-SSE séparant les calcaires dévoniens des schistes du Viséen et les calcaires et pélites du Tournaisien-Viséen supérieur (fig. 179-180 et 183). L'ensemble est découpé par une série de fractures de direction générale E-O et a été touché par un large phénomène de silicification. Deux types de dépôts y sont connus : les amas barytiques à oxydes et hydroxydes de fer, sulfosels de cuivre et minéraux d'altération de ces derniers, et la structure filonienne de La Canal, qui n'a jamais pu être réellement étudié, les chantiers d'exploitation étant désormais inaccessibles.

De fait, le gisement de La Canal est très mal connu. Tous les auteurs s'accordent pour identifier ici un filon sulfuré N-S à pendage vertical à sub-vertical (80°E ?) encaissé dans les calcaires dévoniens, près du contact avec les schistes carbonifères. Son affleurement serait signalé par un chapeau de fer de direction sensiblement similaire (fig. 184). La minéralisation primaire, sulfurée, serait particulièrement riche en argent (Esparseil 1940 : 29-33). Néanmoins, dans le détail, le cortège sulfuré est assez mal connu. Des échantillonnages réalisés dans le chapeau de fer du filon au milieu du XX^{ème} s. ont permis d'identifier un minerai composé d'azurite, de malachite, de valentinite et d'hématite. Des sulfures peu ou pas altérés ont toutefois été identifiés, en particulier des cuivres gris, de la galène et de la stibine. Des analyses réalisées dans les années 1920 et 1930 ont révélé des teneurs en argent comprises entre 444 et 3400 g/t²²⁹, les cuivres gris affichant quant à eux des teneurs en argent de 2888 g/t (Esparseil 1940 : 31-33). Des blocs de calcaires silicifiés minéralisés en bournonite, malachite, azurite et quelques traces de galène ont été prélevés en surface, dans les déblais des travaux (Pouit 1951 : 88-89). Mais ils ne peuvent être considérés comme particulièrement représentatifs de la minéralisation primaire du filon de Peyrecouverte-La Canal.

Concentrés dans la zone silicifiée, une vingtaine d'ouvrages de surface se partagent en cinq grands groupes, répartis sur le plateau de Peyrecouverte sur une surface d'environ 7 ha et ouverts pour la plupart sur des amas barytiques. Généralement, le fond des travaux n'a pu être identifié en raison d'un comblement prononcé. Le site le plus imposant correspond à une

²²⁹ La plupart des échantillons analysés paraissent oxydés. Ils ont été prélevés dans les déblais, en surface, près des travaux ouverts sur le chapeau de fer du filon, et, dans un cas, sur la paroi des chantiers – désormais comblés – auxquels mène la galerie de La Canal. Nous ne connaissons pas la composition exacte de ces échantillons.

longue tranchée (35/40 x 4 x 2 m), creusée selon une direction N23° en limite orientale de la zone. A son extrémité sud, elle forme un coude en direction de l'est, se prolongeant ensuite sur une dizaine de mètres. Aucun élément n'a permis de dater ce site, et aucune trace de minéralisation n'a été distinguée. Les autres fosses identifiées mesurent quelques mètres à une trentaine de mètres de longueur et correspondent à des travaux de recherche et d'exploitation à ciel ouvert, parfois prolongés par de petits chantiers souterrains. De nombreux indices (muret de blocs stériles récents, abattage à l'explosif, halde de blocs pluridécimétriques) permettent d'identifier les interventions contemporaines réalisées au XX^{ème} s. pour exploiter la barytine (Langlois 1987 : fiche Peyrecouverte). En revanche, le site Peyrecouverte 6, un chantier à ciel ouvert établi sur la bordure occidentale du plateau, aurait livré des fragments d'amphores italiques, et un mobilier similaire a été identifié en contrebas du plateau, sur le versant oriental du vallon de La Canal²³⁰.

Toute la difficulté est ici de distinguer les ouvrages établis sur le chapeau de fer des travaux creusés sur la structure filonienne de Peyrecouverte-La Canal. Leur comblement ne permet pas d'accéder aux chantiers souterrains, dont l'existence est pourtant démontrée par la présence au pied du plateau et du col de Couise d'une galerie exceptionnelle pour le massif des Corbières.

Cette galerie, appelée La Canal, est située à la cote 450 au fond du vallon du même nom (fig. 179 et 185). Elle est décrite pour la première fois par C. d'Arçons en 1667. Il se fait alors l'écho d'une tradition visiblement bien ancrée attribuant l'ouvrage aux Romains en raison de ses dimensions exceptionnelles (Arçons 1779 [1667] : 486-487).

« Ce qui en résulte encore plus particulièrement de celle des ouvertures susmentionnées qui en est la plus proche, appelée le canal par les gens du pays, & tenue de tous pour un Ouvrage des anciens Romains. Cent mille francs n'en feroient pas faire à présent un pareil. Il est au pied de la montagne tout creusé dans le roc, ayant six pieds de haut & autant de large. J'y suis entré jusqu'à 350 pas de profondeur à plein pied. Les personnes qui me conduisoient & qui y avoient esté 20 ans auparavant, reconnurent aux grands decembrements qu'on y voit rangez à droit & à gauche & qui bouchent d'autres ouvertures, qu'on y avoit depuis beaucoup travaillé.

Elles me firent remarquer dans ce fond une autre ouverture qui descend du sommet de la montagne où elle paroît en effet quoique bouchée & qui a par conséquent plus de 200 toises de profondeur. Il est évident que c'est par-là qu'on avoit ouvert cette mine, & que la basse ouverture où j'étois entré, est l'abristol que l'on fit pour faire sortir les eaux qu'on y rencontra & qui en sortent depuis comme une grosse source, à laquelle l'on avoit ausy creusé dans le roch au fond de l'abristol durant environ 50 pas, un canal large d'un pied & tout couvert de pierres plattes, afin qu'elle n'empeschast pas le travail.

La grandeur de cet ouvrage & le reste de matière qui s'y trouve en quelques endroits, montrent que c'estoit une mine d'argent ».

²³⁰ Ournac et al. 2009 : 409, communication orale de G. Rancoule (6 juin 2009).

Plusieurs reprises de l'exploitation du gisement ont été tentées entre le XVII^{ème} et le XX^{ème} s. depuis la galerie de La Canal, sans que cela n'altère l'ouvrage. Mais ces interventions ont entraîné la désobstruction complète de la galerie, et la réalisation de plusieurs aménagements au niveau de l'entrée (chemin, usine métallurgique, captage). Alliées aux phénomènes érosifs, particulièrement forts dans ce secteur en période de crues, elles ont entraîné un large remaniement du carreau de la mine et la disparition d'une grande partie des déblais produits lors du creusement de la galerie²³¹.

L'entrée de cette dernière est précédée d'une imposante tranchée (10 x 2/4 x 3 m) creusée dans les schistes viséens (fig. 188). La galerie mesure 253 m de longueur et rejoint la base d'un chantier aujourd'hui comblé, dont il sera question plus bas. Elle a été entièrement creusée en travers-banc dans les schistes viséens.

Le tracé de cet ouvrage n'est pas rectiligne (fig. 185 et 186 ; fig. I-38). Alors que les mineurs ont suivi une direction moyenne N64° sur les 145 premiers mètres, on observe, à partir de ce point, un léger changement dans l'orientation de la galerie, qui passe à N77°. Au bout de trente mètres, le tracé de la galerie bascule nettement vers le sud-est, pour suivre une direction N132° sur 33 m. Au terme de cette distance, nous sommes à 211 m de l'entrée. À partir de ce point, son tracé adopte à nouveau un brusque changement de direction vers l'ENE sur près de 40 m avant de se redresser sur les trois derniers mètres vers l'ouest et rejoindre la base du chantier.

points	dist./entrée	direction moy.	partie
2-13	145 m	N64°	avant boucle
13-17	178 m	N77°	avant boucle
17-20	211 m	N132°	boucle
20-21	222 m	N72°	boucle
21-25	250 m	N37 °	après boucle
25-26	253 m	N350°	jonction chantier

Fig. I-38 : tableau descriptif des différents tronçons de la galerie de La Canal.

La boucle décrite par la galerie est relativement importante dans la mesure où les mineurs ont opéré une large bifurcation vers le sud de près de 70° dans un premier temps, pour ensuite réaliser un virage de près 90° vers le nord-ouest. Néanmoins, le point de jonction entre la galerie de La Canal et le chantier se place sur la direction N69° par rapport à l'entrée, c'est-à-dire une valeur très proche de la direction moyenne suivie initialement par les mineurs sur les 145 premiers mètres (N64°). Le point de jonction se trouvant à 224 m de l'entrée en ligne droite, les mineurs ont donc rallongé d'une trentaine de mètres la galerie par rapport à un tracé rectiligne.

La galerie suit une pente ascendante moyenne de 2,3 %, la dénivelée entre l'entrée de la galerie et sa jonction avec la base du chantier étant de 5,9 m (fig. I-39). Dans le détail, les valeurs sont toutefois plus hétérogènes, et illustrent l'écart assez important pouvant exister entre les

²³¹ Cette situation est ancienne. Ainsi, l'auteur d'un mémoire envoyé au Conseil des Mines sous la Révolution précise qu'il « *subsiste peu de choses de l'amas d'attraits sorti de leurs travaux. Les eaux ont tout enlevé* » (A.N., F14 8060/14, Dubosc, vers 1780 ; Langlois 1987 : fiche La Canal).

différentes portions de la galerie.

Points	Dist./entrée	Pente moyenne	Dénivelée	Localisation
2-17	0-178 m	1,4 %	2,5 m	avant la boucle
17-21	178-222 m	3,4 %	1,5 m	boucle
21-26	222-253 m	6,1 %	1,9 m	après la boucle

Fig. I-39 : pente moyenne de la galerie de La Canal.

La galerie est relativement large, comme le montrent les mesures suivantes, réalisées grâce à la quasi-absence de remplissage sur une grande partie du tracé de l'ouvrage (fig. 186 ; fig. I-40).

Section	Hauteur (m)	Largeur (m)	Rapport H/L	Section
S1	1,70	1,77	0,96	arrondie
S2	1,83	1,72	1,06	arrondie
S3	1,72	1,72	1	arrondie
S4	1,97	1,77	1,11	arrondie
S5	1,56	1,50	1,04	arrondie
S6	1,77	1,70	1,04	arrondie
S7	1,56	1,56	1	arrondie
S8	1,72	1,76	0,98	arrondie
S9	1,66	1,61	1,03	arrondie
S10	1,71	1,79	0,96	arrondie
S11	1,65	1,64	1,01	arrondie
S12	1,65	1,55	1,06	arrondie
S13	1,65	1,57	1,05	arrondie
S14	1,65	1,64	1,01	arrondie
S15	1,64	1,70	0,96	arrondie
S16	1,59	1,53	1,04	arrondie
S17	1,67	2,02	0,83	arrondie
S18	1,58	1,89	0,84	arrondie
S19	1,70	1,72	0,99	arrondie
S20	1,68	1,66	1,01	arrondie
S21	1,55	1,50	1,03	arrondie
S22	1,79	1,52	1,18	arrondie
S23	1,68	1,61	1,04	quadrangulaire
S24	1,47	1,55	0,95	quadrangulaire
S25	1,65	1,65	1,00	quadrangulaire
S26	1,64	1,55	1,06	quadrangulaire
S27	1,64	1,52	1,08	quadrangulaire
S28	1,86	1,55	1,20	quadrangulaire
S29	1,66	1,57	1,06	quadrangulaire
S30	1,55	1,44	1,08	quadrangulaire
S31	1,50	1,34	1,12	quadrangulaire
écart-type	<i>0,10</i>	<i>0,14</i>	<i>0,08</i>	
moyenne (m)	<i>1,67</i>	<i>1,63</i>	<i>1,02</i>	
médiane (m)	<i>1,65</i>	<i>1,61</i>	<i>1,03</i>	
minimale (m)	<i>1,47</i>	<i>1,34</i>	<i>0,83</i>	
maximale (m)	<i>1,97</i>	<i>2,02</i>	<i>1,20</i>	

Fig. I-40 : Dimensions des sections de la galerie de La Canal.

Les hauteurs de la galerie sont comprises entre 1,47 et 1,97 (moyenne : 1,67 m ; médiane : 1,65 m), avec un écart-type de 0,10, mais ne montrent pas de grandes variations. Les largeurs sont comprises entre 1,34 et 2,02 (moyenne 1,63 m ; médiane : 1,61 m), avec un écart-type de 0,14 et ne montrent pas, elles non plus, de grandes variations. Le rapport H/L fournit une précision sur la forme de la galerie (E. Kammenthaler, dans Beyrie *et al.* 2012) :

rapport H/L < 1	→	galerie plate et large
rapport H/L = 1	→	galerie carrée ou ronde
rapport H/L > 1	→	galerie basse et étroite

Les rapports H/L moyens et médians sont respectivement de 1,02 et 1,03. De fait, l'ouvrage présente une section où le rapport H/L est plutôt à l'équilibre et apparaît proche du gabarit carré ou rond (fig. 188-190). Dans le détail, on observe toutefois une légère augmentation du rapport H/L entre l'entrée et le fond. La galerie tend à s'abaisser et à devenir plus étroite à environ 140 m de l'entrée (S23 et suivantes), lorsque son tracé amorce un changement de direction vers le sud-est annonçant la boucle NO-SE (cf. plus bas) et que sa section devient plutôt quadrangulaire. Cette évolution préfigure le gabarit qui est celui du conduit au niveau de la boucle NO-SE et du tronçon suivant (SO-NE, tronçon terminal). Malgré cette variation, qu'il conviendrait de mieux spécifier, la galerie apparaît sur tout son tracé comme un ouvrage spacieux, même quand elle est plus large que haute (S24). Nous n'avons pas identifié d'indices clairs d'une reprise ayant entraîné l'élargissement d'un premier conduit via un surcreusement²³². Il semble que cette galerie homogène ait été prévue large dès le début.

Ses parois montrent sur tout le tracé de très nombreuses traces de pointerolle assez homogènes d'un point de vue morphologique. Elles prennent la forme de longues rainures caractéristiques comprises entre 10 et 45 cm de longueur, et légèrement courbée. Elles sont en règle générale espacées de moins de 5 cm et large de 1 à 2 cm. En revanche, nous n'avons observé aucune trace nette d'un abattage par le feu dans la galerie. Le profil ovoïde de cette dernière sur le premier tronçon n'est pas en soi suffisamment significatif, d'autant plus que la nature de la roche encaissante traversée par la galerie (schistes) n'a pas forcément nécessité l'usage du feu. Les seuls indices d'un abattage par le feu sont visibles après la terminaison de la galerie, à la base supposée des chantiers, dans les calcaires.

Les traces de creusement montrent que la galerie a été percée de l'extérieur vers le gisement minier. Nous n'avons pas observé de traces nettes d'un creusement de l'ouvrage en deux passages. Lors de ce travail, les mineurs paraissent avoir suivi préférentiellement des failles verticales à subverticales de direction E-O à N60°, constituant des zones de faiblesse de la roche encaissante, afin de faciliter le creusement. Cette stratégie explique les légères ondulations du tracé, non rectiligne, montrant de légers décrochages sur un plan horizontal, de l'ordre de quelques degrés au maximum (fig. 187)²³³.

²³² Les plus grandes variations concernent la morphologie de la section, qui, d'arrondie à ovoïde sur les 140 premiers mètres devient rectangulaire aux angles arrondies, puis franchement quadrangulaire (fig. 189 et 190). La transition entre les différents profils est progressive.

²³³ La présence des miroirs de faille sur les parois de la galerie confère localement à cette dernière un profil tronqué, provoquant une inclinaison ou une dissymétrie très localisée de la section.

Au sein même de la galerie, nous n'avons repéré aucun aménagement destiné à recevoir des bois. Il semble que la solidité de la roche encaissante n'a pas nécessité un boisage de soutènement²³⁴.

Le principal aménagement observé correspond à un canal creusé dans la sole au pied de la paroi sud-est, vraisemblablement depuis l'entrée (fig. 187). Il rejoint le griffon d'une source recoupée en paroi nord à 230 m de l'entrée, dont l'emplacement est signalé par une croix grecque²³⁵. Dégagé en un point dans les années 1980, à près de 150 mètres de l'entrée, il mesure ici 0,25 m de large et 0,45 m de profondeur. Des encoches creusées à intervalles réguliers sur les deux parois du canal permettaient de placer des bois de 0,30 m de longueur destinés à supporter des dalles de pierre (Langlois 1987 : fiche La Canal). Cet aménagement existait déjà lorsque C. d'Arçons visita la galerie dans les années 1660, précisant que « *l'on avait aussy creusé dans le roc au fond de l'abristol durant environ 50 pas, un canal large d'un pied et tout couvert de pierres plattes, afin que [la source] n'empêchast pas le travail* » (Arçons 1779 [1667] : 487).

A l'entrée de la galerie, deux longues rainures verticales (1,33 x 0,34 x 0,11 et 1,25 x 0,35 x 0,23 m) ont été creusées à la pointerolle sur la paroi nord de la tranchée d'accès. L'altération de la paroi sud de celle-ci, vis-à-vis de ces deux rainures, n'a pas permis d'identifier d'aménagements similaires. Le texte de C. d'Arçons pourrait fournir un indice quant à leur fonction. Il précise en effet que la source qui sort de la galerie de La Canal « *sans jamais tarir, est si abondante, qu'estant arrestée au dehors, elle donne dans une heure deux pieds d'eau en hauteur jusqu'à 250 pas au-dedans* » (Arçons 1779 [1667] : 487). Il faut sans doute placer à l'entrée de la galerie un système de retenue d'eau alimentée par la source recoupée par les mineurs, dans lequel prendraient place les deux rainures. Il pourrait être lié au fonctionnement d'un établissement hydraulique établi près de l'entrée, où quelques vestiges (bief, conduite forcée très largement calcitée, murs en élévation) sont encore visibles sur le terrain ou sur le cadastre. Un tel système nous semble nécessairement postérieur à l'exploitation minière²³⁶.

Enfin, deux encoches (16 x 15 x 24 cm et 17 x 17 x 34 cm) aménagées sur les parois de la galerie, de part et d'autre de l'entrée, ont été creusées au milieu de deux petits renforcements de parois, limités par ce qui semble être des feuillures (fig. 188). Dès lors, il faut peut-être restituer à l'entrée de la galerie un système de fermeture, participant éventuellement à un contrôle de l'aération du réseau (Dorion 1893 : 274-275).

Au final, nous ne connaissons de la mine de Peyrecouverte que les ouvrages de surface, sur le plateau, et la galerie connectée vraisemblablement au niveau inférieur de la mine. Les chantiers souterrains sont désormais inaccessibles. Dès les années 1660, C. d'Arçons précise

²³⁴ Ceci paraît confirmer par le très bon état de la galerie, où aucun effondrement n'est à signaler.

²³⁵ Le débit actuel de la source varie tout au long de l'année entre 15 m³/h et moins de 5 m³/h (information orale : M. Rzepecki, maire de Palairac). D'après la tradition orale, la source affiche actuellement un débit nettement plus faible qu'il y a quelques décennies. La fonction de la croix n'est pas clairement déterminée (simple repère marquant l'emplacement de la source ? gravure à connotation religieuse ?). Rien ne prouve qu'elle est contemporaine du creusement de la galerie.

²³⁶ C. d'Arçons mentionne l'existence d'un établissement métallurgique où avait été initié le traitement de minerais non-ferreux extraits sous sa direction d'une mine située à proximité de la galerie de la Canal (Arçons 1779 [1667] : 483). Cet établissement n'est pas localisé. Il n'est pas exclu qu'il ait été installé sur le carreau de La Canal, situé au cœur de la zone explorée par C. d'Arçons. Les installations visibles à La Canal pourraient toutefois n'avoir aucun lien avec l'activité minière.

qu'il existe au fond de la galerie :

« [...] une autre ouverture qui descend du sommet de la montagne où elle paraît en effet quoique bouchée & qui a par conséquent plus de 200 toises de profondeur. Il est évident que c'est par-là qu'on avait ouvert cette mine [...] » (Arçons 1779 [1667] : 486-387).

Déjà, à cette époque, C. d'Arçons n'a pu pénétrer dans les chantiers. Cet auteur et tous les exploitants qui à sa suite ont cherché à pénétrer dans le réseau souterrain, se sont heurtés à l'éboulement qui bloque le passage à une dizaine de mètres de la terminaison de la galerie. Nous n'avons donc aucune idée de la morphologie et de l'ampleur des chantiers ouverts sur l'indice de La Canal.

En l'état actuel des données, il n'est donc pas possible de restituer l'ampleur réelle des chantiers d'exploitation de Peyrecouverte-La Canal. L'extension horizontale de la mine n'est pas connue. On peut tenter de restituer l'extension verticale des travaux en confrontant plusieurs chiffres. L'entrée de la galerie de La Canal se situe en effet à la cote 450 et la terminaison, près de 6 m plus haut. Le sommet du plateau, dans l'axe de la galerie, culmine quant à lui 515 m d'altitude. De fait, environ 60 m sépare la terminaison du sommet du plateau. Il n'est toutefois pas certain que des chantiers aient été ouverts sur toute cette hauteur. L'étude menée aux Barrengs, entre autres, prouve qu'il peut exister de larges zones vierges de tous travaux au sein d'une mine (cf. chapitre précédent). Les chantiers se sont-ils prolongés sous la galerie de La Canal ? Les auteurs qui ont exploré cette dernière depuis le XVII^{ème} s. n'ont jamais mentionné l'existence de travaux sous-jacents. Les quelques recherches contemporaines réalisées sous le niveau de la galerie ont été à chaque fois arrêtées en raison d'importantes venues d'eau (Esparseil 1940 : 31). Par conséquent, rien ne nous permet à ce jour d'envisager une poursuite des travaux sous le niveau de la galerie. S'ils ont existé, ils ont très certainement été soumis à de graves problèmes d'infiltration d'eau. Dès lors, il faut peut-être envisager l'existence d'une mine d'extension verticale relativement limitée, inférieure à une soixantaine de mètres à l'aplomb de la galerie.

Or, cette galerie constitue un ouvrage exceptionnel par sa position, ses dimensions et le niveau de technicité dont il témoigne. L'emplacement choisi en surface par les mineurs pour le percement de l'ouvrage, au fond d'un vallon, en contrebas du plateau de Peyrecouverte, présente le meilleur rapport longueur de galerie/altitude de percement. La distance en ligne droite entre l'entrée de la galerie de la Canal, située à la cote 450, et le point atteint au niveau de sa terminaison est en effet de 224 m, alors, que pour un ouvrage creusé à la même altitude, la distance jusqu'à ce même point aurait été de 320 m depuis le vallon de l'Abeilla et de 600 m depuis le vallon du Libre (fig. 179). Inversement, le percement d'une galerie de 224 m depuis le vallon de l'Abeilla aurait nécessité un démarrage à une altitude plus élevée, près de la cote 470. La position de la galerie de la Canal allie donc à la fois la longueur de creusement la plus faible et l'altitude la plus basse.

Spacieuse, creusée en travers-banc vraisemblablement en une phase, la galerie paraît avoir été conçue dès le départ dans le but d'assurer la circulation des mineurs transportant le produit de l'abattage. La largeur de la galerie et son profil, régulier sur toute la hauteur de la galerie, autorisent en effet la circulation de deux hommes de fronts. La position du canal sur le côté de

la galerie et sa couverture en pierres plates paraissent illustrer le souci de ne pas gêner la circulation et le transport des matériaux. Faute de données allant dans le sens d'une autre hypothèse, on peut envisager un transport par portage, rendu commode par la largeur et la hauteur de la galerie. Par sa position, la galerie de La Canal pourrait correspondre au niveau de base de l'exploitation.

Cette position permettait aussi d'assurer l'aéragé d'une grande partie si ce n'est de l'ensemble de la mine (Dorion 1893 : 273-275 ; Grandemange 1992), comme le montre encore aujourd'hui le courant d'air perçu à sa jonction avec le chantier.

Enfin, la galerie visait sans doute à permettre l'exhaure des chantiers de Peyrecouverte-La Canal. Elle présente une pente ascendante faible mais régulière, de l'ordre de 2,3 % en moyenne. Notons toutefois que l'essentiel de l'eau drainée actuellement par la galerie provient de la source recoupée à une vingtaine de mètres avant la jonction avec la base des chantiers. Au-delà, les venues d'eau deviennent insignifiantes. Certes, on ne peut exclure une diminution importante des infiltrations d'eau dans la mine et une baisse du niveau hydrostatique depuis la fin de l'activité minière. Néanmoins, il faut peut-être considérer que la galerie de La Canal fut avant tout un ouvrage de circulation²³⁷.

La boucle décrite par le tracé de la galerie suscite l'interrogation. Nous avons vu plus haut que la direction suivie initialement par les mineurs les aurait menés directement au point qu'ils ont atteint après avoir dévié puis rectifié leur trajectoire. Comment, dans ces conditions, expliquer une telle déviation ? Cette boucle traduit-elle un changement d'objectif en cours de route et la volonté de rejoindre d'autres travaux souterrains, but ensuite abandonné en faveur de l'objectif initial ? Nous ne disposons d'aucune information quant à l'existence de travaux souterrains au sud-est de la galerie. Il n'est pas exclu que cette trajectoire ait un lien avec la présence de la source principale, les mineurs ayant cherché à recouper ou au contraire à éviter cette venue d'eau. Une dernière hypothèse tient compte de la pente donnée à la galerie. Nous avons vu plus haut que celle-ci varie d'un tronçon à l'autre. Alors qu'elle n'est que de 1,4 % sur les 178 premiers mètres, elle atteint en moyenne 3,4 % au niveau de la boucle puis plus de 6 % entre la boucle et la terminaison de l'ouvrage. Cette évolution de la pente, alliée à la déviation de la trajectoire, semble être l'indice d'un changement dans la gestion du percement de la galerie, difficile à percevoir (erreur des mineurs²³⁸ ? rectification de l'altitude du point de jonction à atteindre ?)

Quoi qu'il en soit, la présence d'un tel ouvrage n'est pas anodine. Etant donné sa longueur totale et la nature de la roche encaissante (schistes), si l'on tient compte des valeurs fournies notamment par B. Ancel pour des ouvrages de la Renaissance (Ancel 1992 : 388) ou antiques (Ancel *et al.* 2012 : 187, note 44)²³⁹, le percement de la galerie de La Canal aurait duré

²³⁷ A moins qu'il s'est agi pour les mineurs de chercher à atteindre et dévier une venue d'eau à l'origine de l'enneigement des chantiers percés plus à l'est ? Notre méconnaissance totale des chantiers de la mine de Peyrecouverte-La Canal limite considérablement les possibilités d'interprétation.

²³⁸ Une erreur est difficile à envisager, car elle interviendrait alors que les mineurs ont su creuser un ouvrage parfaitement rectiligne sur les 178 premiers mètres.

²³⁹ Pour différentes galeries creusées à la pointerolle à la Renaissance en roches dures ou sur faille, les vitesses de creusement varient entre 58 m/an (cas exceptionnel qui a mis à profit une importante faille), et 15 m/an (en roche très dure). Entre ces deux extrêmes, les valeurs sont de l'ordre de 35 m/an, 43 m/an, 25 m/an (en roche dure) (Ancel 1992 : 388). B. Ancel considère qu'une progression de 20 m/an dans des schistes gréseux est

une douzaine d'années au rythme de 20 m/an. Si l'on retient la valeur la plus élevée donnée par B. Ancel pour une galerie moderne taillée à la pointerolle (43 m/an, hors cas exceptionnel), cette durée tombe à 6 ans. Qu'il ait duré 6 ou 12 ans, un tel travail constitue dans les deux cas un lourd investissement. Nonobstant le manque de données concernant l'ampleur des chantiers souterrains, la présence d'un tel ouvrage confère à la mine une importance certaine. Un tel investissement, nécessitant indubitablement l'intervention de spécialistes, a pu être lancé dans la mesure où l'exploitant espérait retirer un gain plus élevé. Il était sans doute justifié par la nature des minerais recherchés et/ou exploités. Ceux-ci ne sont pas connus dans le détail. Néanmoins, tous les auteurs qui ont pu examiner des échantillons provenant des travaux s'accordent sur la relative richesse en argent du minerai, qui reste à confirmer (cf. ci-dessus). Celle-ci a pu justifier dès lors un tel effort financier.

A quelle époque cette galerie fut percée, et partant, à quand remonte l'activité développée sur le filon de Peyrecouverte-La Canal ? Le texte de C. d'Arçons fournit un *terminus ante quem*, en précisant que les personnes qui l'y ont conduit au milieu des années 1660, « *et qui y avaient été 20 ans auparavant, reconnurent aux grands décombres qu'on y voit rangez à droite et à gauche et qui bouchent d'autres ouvertures, qu'on y avait depuis beaucoup travaillé* » (Arçons 1779 [1667] : 486). Le percement de la galerie est donc antérieur au milieu du XVII^{ème} s. C'est là notre unique certitude. La tradition orale qui au milieu du XVII^{ème} s. considérait la galerie de La Canal comme un ouvrage « *des anciens Romains* », ne nous apporte guère d'informations, si ce n'est que la date du percement de la galerie était oubliée au milieu du XVII^{ème} s. (Arçons 1779 [1667] : 486). Des fragments d'amphores italiques auraient été trouvés près de l'entrée de la galerie et sur le carreau de la mine, à l'emplacement des aménagements modernes (Esparseil 1940 : 30 ; Ournac *et al.* 2009 : 409). Toutefois, nous n'avons repéré aucun élément de ce type autour de l'entrée ou dans le vallon, à l'aval. Les désobstructions successives de l'ouvrage (au moins cinq depuis le XVII^{ème} s.) limitent considérablement les possibilités de sondage au sein même de la galerie²⁴⁰ et les déblais miniers ont été bouleversés par les crues et les aménagements modernes et contemporains.

Nous n'écartons pas bien évidemment une attribution à l'époque romaine. Des travers-bancs d'exhaure et/ou de circulation de ce gabarit ont été creusés tant à l'âge du Fer qu'à l'époque romaine (Domergue 2008 : 102-104 ; Morin, Tizzoni 2009 : 120-122 ; Ancel *et al.* 2012 : 188-190) et une activité minière tardo-républicaine doit sans doute être replacée à Peyrecouverte (cf. ci-dessus). Néanmoins, cette attribution reste pour l'heure hypothétique, d'autant plus qu'il ne faut pas écarter la possibilité d'une intervention médiévale. A ce jour, aucun élément matériel ne le démontre. Cependant, les textes mentionnent l'existence de mines d'argent à Palairac à la fin du XII^{ème} s. et au milieu du XIII^{ème} s., que se disputent les seigneurs de Termes, l'abbaye de Lagrasse et les Trencavel, vicomtes de Béziers et de Carcassonne (Langlois 2007). On sait l'importance que possèdent les minerais argentifères dans l'économie médiévale, notamment pour la frappe monétaire. Dans ces conditions, les mines d'argent revêtent un enjeu politique majeur (Téreygeol 2003 : 69-72 ; Bailly-Maître 2010a). Faute de preuve, on ne peut toutefois pas considérer que l'une de ces puissances régionales, seules

durant l'Antiquité un minimum (Ancel *et al.* 2012 : 187).

²⁴⁰ Le sondage ouvert dans les années 1980 par C. Cambon et G. Langlois n'avait rien donné sur ce point (Langlois 1989).

capables de financer de tels ouvrages (Bailly-Maître 2005 : 24-25), a commandité le creusement de la galerie de la Canal.

Indices d'une mise en valeur généralisée des gisements de la partie méridionale du secteur de Lacamp

Au nord du Monthaut, sur la colline de Cauna en Lairou, un gisement est encaissé dans les calcaires, près du contact avec les schistes carbonifères. Il s'agit vraisemblablement d'un amas minéralisé en oxydes et hydroxydes de fer associé à des filonnets de quartz minéralisés en sulfures et sulfosels de cuivre, altérés en carbonates de cuivre (fig. 179 et 191).

Trois ensembles miniers sont alignés selon un axe N-S sur 80 m de longueur. Le site le plus important (**Cauna en Lairou 1**) est une fosse (15 x 4 x 6 m) prolongée par une petite chambre très largement comblée ouverte par le feu (section ovoïde, parois lisses et régulières, localement rubéfiés, déblais à débit en plaquettes). La tranchée est prolongée par un chantier souterrain, très largement comblé. A l'extérieur, en contrebas du site, sur les pentes sud-est et sud-ouest, s'étend une halde assez importante constituée de fragments de quartz et de calcaire généralement centimétriques et imprégnés de carbonates de cuivre et d'oxydes et hydroxydes de fer. Plusieurs fragments de panse d'amphores italiques, de céramique commune et de céramique campanienne ont été trouvés à sa surface.

Deux autres ensembles de travaux plus réduits ont été ouverts à l'est et à l'ouest de la fosse. Une petite recherche isolée de 3 m de diamètre visait vraisemblablement à vérifier l'existence d'un prolongement du gisement vers le nord (**Cauna en Lairou 2**). A l'est, à une vingtaine de mètres en contrebas de la fosse Cauna en Lairou 1, quatre petits sous-cavages (4 x 2 x 1 m) ont été creusés à la pointerolle²⁴¹ (traces de percussion posée) sur un amas d'oxydes et hydroxydes de fer (**Cauna en Lairou 3**). Deux fragments d'amphores italiques (panse) ont été distingués sur la halde qui s'étale en contrebas des travaux.

Bien que des déblais masquent le fond de la tranchée 1, il semble que le gisement de la Cauna en Lairou a fait l'objet d'une exploitation somme toute assez limitée durant l'Antiquité. Cette intervention reste difficile à dater. On peut envisager une activité centrée sur la deuxième moitié du II^{ème} s. – plutôt la fin de ce siècle ? – et la première moitié du I^{er} s. av. n. è., sans réelle certitude.

A 2 km de la mine de la Cauna en Lairou, et 1 km de l'entrée de la galerie de La Canal, deux bandes de calcaires dévoniens partiellement silicifiés, perçant la couverture carbonifère, affleurent au sommet de la colline de Pech Cauneille (alt. 544 m) selon une direction N-S. Ces affleurements sont nettement visibles dans le paysage, où ils forment plusieurs chicots rocheux.

Le gisement de Pech Cauneille est encaissé dans ces terrains calcaires. Il s'agit d'un ensemble d'amas barytique minéralisés en sulfosels de cuivre et minéraux d'altération (carbonates de cuivre et oxydes-hydroxydes de fer), encaissés dans les calcaires dévoniens de la crête. Des analyses anciennes d'échantillons provenant de cet indice auraient donné 5 % de plomb et 157 g d'argent par tonnes de minerai (Esparseil 1940 : 25) et G. Pouit signale quant à

²⁴¹ De nombreuses et longues traces d'outils sont visibles sur les parois de ces petits travaux, indiquant l'utilisation d'un outil en percussion posée, de type pointerolle, bien adaptée à la nature roche encaissante (oxydes et hydroxydes de fer d'une zone d'altération supergène, de dureté faible).

lui des traces de bournonite et de galène (Pouit 1951 : 102). Cinq travaux se concentrent sur ou au pied des pitons rocheux, sur la crête N-S, sur environ 120 m de longueur. Le plus vaste de ces ouvrages, ***Pech Cauneille 6***, est un chantier vertical de taille réduite (10 x 1 x 3 m), ouvert sur une faille. Les autres sites correspondent à des fosses (***Pech Cauneille 3***, 3 x 1 x 1 m ; ***Pech Cauneille 2***, 5 x 2 x 4 m) ou des galeries comblées (***Pech Cauneille 4***, 3 x 1 m ; ***Pech Cauneille 5***, 3 x 0,50 m) associées à des grattages de quelques mètres carrés au maximum. Des traces d'outil, indiquant l'utilisation de pointerolles en percussion posée, sont nettement visibles sur les parois de certains de ces sites. Une halde constituée de fins éléments de calcaire et de barytine et largement remaniée au cours des activités agropastorales postérieures (épierrage) s'étale en contrebas de la mine, côté ouest.

Six fragments d'amphores italiques ont été découverts en contrebas de ces travaux sur le versant ouest du Pech Cauneille parmi les déblais de l'activité minière. On ne peut pas les associer à l'un des ouvrages en particulier. Néanmoins, ils permettent de placer une phase d'activité tardo-républicaine sur ce gisement (II^{ème}-I^{er} s. sans plus de précision). Le nombre de travaux inventoriés sur la crête du Pech Cauneille n'est pas exhaustif, si l'on en croit les sources écrites, qui signalent l'existence d'autres ouvrages réduits, non retrouvés²⁴². Néanmoins, étant donné les dimensions particulièrement limitées des ouvrages identifiés jusqu'à présent et des travaux décrits dans ces textes, on peut douter de l'existence d'une activité antique d'envergure. L'objectif des mineurs n'est pas clairement identifié. Il peut s'agir aussi bien des oxydes et hydroxydes de fer que des sulfures et sulfosels de cuivre. Nous verrons, au terme de ce chapitre, qu'une approche générale de l'ensemble des sites miniers antiques du secteur de Palairac-Maisons permet d'apporter quelques éléments de réponse à ces interrogations.

Les données obtenues dans la partie méridionale du secteur de Lacamp permettent d'identifier une seconde zone d'extraction des minerais non-ferreux, active aux II^{ème} et I^{er} s. av. n. è. (fig. 191). Etant donné les éléments matériels à notre disposition et les modalités d'acquisition des données, il est difficile de fixer le démarrage de cette activité dans le dernier tiers du II^{ème} s. av. n. è. En revanche, aucun élément matériel ne permet à ce jour de la prolonger avec certitude au-delà du milieu du I^{er} s. av. n. è. Les amphores espagnoles ou la céramique sigillée sont en effet totalement absentes des lots observés sur les sites miniers du secteur.

3.2.2. Une activité à mieux caractériser : l'exploitation des gisements Cu-Pb-Ag de l'unité d'Auriac-Massac

Plus d'une trentaine d'indices de barytine, sulfosels et sulfures de cuivre d'âge antécénomaniens sont recensés dans les calcaires et calcaires dolomitiques rattachés à l'unité viséenne de Massac-Auriac, à cheval sur les hautes vallées de l'Orbieu et du Torgan (fig. 192 et 193). La moitié de ces indices se concentrent dans la haute vallée de l'Orbieu, autour d'Auriac, dans une zone d'une dizaine de kilomètres carrés centrée sur le Mont Marcus et le Sarrat de

²⁴² A.D. Aude, S776, Plan de 1839, 25 novembre 1843 ; A.D. Aude S776, Anonyme, 10 juillet 1844 ; Langlois 1987 : fiche Les Barrans.

Lacamp. Ces gisements en amas ou d'allure filonienne, minéralisés en sulfures (chalcopryrite) et sulfosels de cuivre (tétraédrite) argentifères, associés à des sulfures de plomb et d'antimoine (galène, bournonite) et des minéraux d'altération (malachite, azurite) se sont mis en place à la faveur d'un système de fractures N70° à E-O (Giannoni 1990 : I, 286-302). Les autres gisements de cette unité se concentrent sur le massif de Matofagina (871 m d'altitude). Ils sont encaissés dans les mêmes formations que les dépôts d'Auriac, et se sont mis en place à la faveur du même ensemble de failles. Néanmoins, les principaux dépôts barytiques de ce secteur, largement exploités entre les années 1920 et 1950 malgré leur faible extension, se distinguent des indices d'Auriac par leur pauvreté en sulfures et sulfosels (Giannoni 1990 : II, 116).

Les recherches engagées dans ce secteur depuis les années 1970 ont permis d'identifier à la mine du Mont-Marcus (Auriac), une galerie en partie creusée par le feu et à l'outil et reprise aux époques modernes et contemporaines (Marcus 1, n° 27 ; fig. 194). Un sondage ouvert dans la galerie dans les années 1980 a permis d'identifier une couche de remblais contenant du mobilier céramique de l'extrême fin du Moyen Âge ou du début de l'époque moderne (XV^{ème}-XVI^{ème} s.), constituant le *terminus ante quem* du percement de la galerie (Langlois 1989 : 41-42). Un fragment d'amphore indéterminée trouvée en contrebas de la mine inciterait toutefois à repousser à la période antique l'activité développée dans ce secteur (Cambon 1989 : 33). Un siècle plus tôt, A. Daubrée signale en 1881 que « *M. Thénézy [exploitant la mine de cuivre d'Auriac] a trouvé sous un monceau de cendres de bois que recouvrait la terre végétale, une meule en lave, semblable à celle d'Agde, Hérault, de 55 centimètres de diamètre, percée au milieu et restaurée avec un crampon en fer scellé au plomb. Cette meule était accompagnée de vases en pierre ollaire* » (Daubrée 1881 : 271). Cet élément correspond selon toute vraisemblance au *catillus* d'une meule rotative basse en basalte (fig. 195), fréquente sur les habitats languedociens des périodes tardo-républicaine, augustéenne et impériale (Py 1992 : 190). Cette découverte aurait été faite « *au mont Marcus, à côté d'anciennes mines de cuivre gris antimonial et argentifère* » (Daubrée 1881 : 271), où un autre auteur, A. Caillaux, situe quelques années plus tôt des travaux pratiqués avant l'usage de la poudre et « *éboulés ou comblés près de la surface* » (Caillaux 1875 : 450).

La prospection de ces zones d'exploitation récente du Matofagina, en 2009 et 2010, n'a livré aucun indice d'une mise en valeur antérieure à l'époque contemporaine (fig. 193). Toutefois, il existe ponctuellement de petits dépôts de barytine présentant des concentrations plus importantes de sulfures et sulfosels de cuivre (chalcopryrite, tétraédrite) et leurs minéraux d'altération (azurite, malachite) (Giannoni 1990 : II, 110-124). Sur l'un de ces gisements, situé sur le Pech Courbère, une tranchée largement comblée (20 x 2/3 x 1/2 m), était associée à une halde constituée de fragments centimétriques de barytine cuivreuse (Pech-Courbère 1, n°29). Du mobilier céramique tardo-républicain (fragments d'amphores italiques indéterminées, céramique campanienne A, céramique non tournée indigène) est présent à la surface de cette halde, incitant à placer sur ce point une activité antérieure au milieu du I^{er} s. av. n. è. (Marsac 1988 : fiche 23 ; Maintenant 2009b : I, 48). Cet ouvrage correspond de toute évidence à un chantier d'exploitation, pour l'heure totalement isolé.

L'ensemble de ces données permet de distinguer une activité minière antique dans ce secteur, pour laquelle les traces restent assez ténues. Les travaux miniers relativement importants ouverts aux XIX^{ème} et XX^{ème} s. pour l'exploitation du cuivre, de l'argent puis de la

barytine (Esparseil 1921 : 86 ; Maintenant 2009b : I, 47 ; 2010), ont sans doute oblitéré une partie des travaux antérieurs.

L'ensemble des données recueillies invitent à s'interroger sur la nature des substances recherchées par les mineurs antiques. Une activité opportuniste, tirant partie des possibilités offertes par les indices en exploitant les différents types de minerais – fer et non-ferreux – rencontrés dans les gisements, n'est pas exclue pour le moment. Néanmoins, les sources écrites témoignent du rôle central tenu par l'argent dans les interventions du XIII^{ème} s. et de la période comprise entre le XVII^{ème} et XIX^{ème} s., pour lesquelles nous disposons des informations les plus étoffées. Le métal blanc a-t-il été recherché en priorité par les mineurs antiques, comme le supposent G. Rancoule et Y. Solier (Rancoule, Solier 1977 : 34) ? Ces auteurs s'appuient en particulier sur la découverte sur le site de La Lagaste de plusieurs fragments de lingots de plomb d'œuvre destinés à la coupellation, datés du I^{er} s. av. n. è. et dont les éléments traces (argent, antimoine et arsenic) rappelleraient la composition de certains minerais des Corbières. Ils mettent par ailleurs en avant la découverte de plusieurs lots importants de monnaies à la croix dans les Corbières occidentales, qu'il faudrait peut-être attribuer à une émission locale (Rancoule, Guilaîne 1968 ; Rancoule, Solier 1977 : 35). A vrai dire, ce ne sont là que des déductions, comme l'admettent eux-mêmes G. Rancoule et Y. Solier. Ces différents éléments ne peuvent constituer une réelle preuve d'une production d'argent dans les Corbières. C'est par l'étude des modalités de traitement de minerai que l'identification des métaux produits peut être tentée.

3.3. Le traitement des minerais Cu-Ag-Pb : le site du Camp del Oliu (Corbières méridionales)

Les indices d'un traitement minéralurgique des minerais de cuivre, argent et plomb datés de l'Antiquité sont extrêmement rares dans les Corbières. Ainsi, la concentration de fragments de minerai de cuivre associés à un tesson d'amphore italique signalée à Saint-Sisicle, au pied de la colline où se situe la Cauna en Lairou, n'a pas été retrouvée²⁴³. En outre, rien n'indique que la meule en lave (basalte très certainement) découverte au XIX^{ème} s. sur le Mont Marcus (Auriac), près d'ouvrages miniers, ait été utilisée pour le broyage des minerais (Esparseil 1895 : 100).

Les sites de traitement métallurgique des minerais de cuivre, argent et plomb sont tout aussi méconnus. Excepté quelques découvertes difficiles à caractériser (fig. 114)²⁴⁴, un seul site, celui du Camp del Oliu, correspond clairement à un atelier antique de traitement métallurgique

²⁴³ Ce site est signalé par G. Langlois (Langlois 1987 : fiche Saint-Sisicle).

²⁴⁴ Les vestiges mis au jour dans la grotte de la Cauna par D. Sacchi et M. Barbaza et datés de l'Antiquité tardive par datation ¹⁴C (Gif 2416, 1480 ± 90 BP) ne semblent pas devoir être intégrés à cette catégorie. Ils étaient composés d'un creuset (diam. 0,40 m) contenant des fragments de charbon de bois, aménagé dans le remplissage de la cavité et associé à une probable fosse d'extraction de l'argile utilisée pour la construction du four (2 x 1 m min.) (Sacchi 1972 : 155-156). Les seuls résidus observés correspondent à des fragments d'un métal base Cu « informes » dont la présence, à l'exclusion de tout autre déchet, incite à voir là un atelier de bronzier plutôt qu'un site de traitement des minerais (Pernot 1998 : 109-110). Il a été détruit lors d'un pillage en 1972.

des minerais non-ferreux. Notre intervention s'est limitée à l'étude des déchets échantillonnés au cours des différentes campagnes de prospections réalisées sur le site à partir de 2011²⁴⁵. Il est clair que cette approche se heurte à plusieurs biais étant donné le mode de prélèvement mis en œuvre, sur un site dont les couches supérieures ont été remaniées par les travaux agricoles. Par conséquent, il ne s'agit là que d'une étude prospective, qui a néanmoins fourni un premier éclairage sur les minerais traités, certains aspects techniques et la nature des productions.

3.3.1. Implantation et chronologie du site

Le site du Camp del Oliu (commune de Duilhac-sous-Peyrepertuse) se situe au sud des Corbières, dans le bassin de Duilhac (haute vallée du Verdoble) (fig. 114 et 196)²⁴⁶. Il se trouve à environ 5 km des gisements de cuivre et argent du Sarrat de Germa, les gisements Cu-Ag les plus proches du site, qu'une vallée secondaire, la vallée de la Grenouillère, relie directement au bassin de Duilhac, via le col de Boussac et la vallée du Verdoble.

Le site est implanté au pied de la colline de Venta Farinas, en bordure du ruisseau du Ribenc, mesurant ici quelques mètres de large. Il s'étend à la fois sur le glacis du versant sud de la colline, formé de colluvions, et les alluvions récentes du lit majeur du Ribenc de granulométrie grossière, constituées de blocs, de galets, de sables et de limons. Le substrat est ici constitué par les calcaires de Montferrand, du Coniacien inférieur (Crétacé supérieur), affleurant au niveau de la colline de Venta Farinas et par des marnes à micraster du Coniacien supérieur-Santonien inférieur (Crétacé supérieur), affleurant quant à elles sur l'autre rive du Ribenc, sur le versant nord du Pech Capel.

Le site est constitué de deux concentrations de déchets métallurgiques, occupant 300 m² (zone occidentale) et 150 m² (zone orientale) et distantes d'une dizaine de mètres l'une de l'autre (fig. 197)²⁴⁷. Le mobilier archéologique recueilli à la surface des deux concentrations de scories est assez riche et chronologiquement homogène. Il se compose de céramique d'importation (amphores italiennes, céramiques campanienne A et B, céramiques ibériques type « sombrero de copa ») et d'origine régionale (céramiques communes réductrices et oxydantes, céramique non tournée à décor peigné) et d'une monnaie celtibère en bronze (Puig *et al.* 2000 : 259-263 ; Ournac *et al.* 2009 : 278). L'ensemble permet de dater le site des II^{ème} et I^{er} s. av. n. è. Ce lot de mobilier est assez similaire au matériel tardo-républicain associé aux travaux miniers du Sarrat de Germa situé à quelques kilomètres au nord, en particulier sur le site Tistoulet 16.

²⁴⁵ Le sondage envisagé en 2012 a dû être repoussé pour des raisons financières.

²⁴⁶ Il a été découvert par A. Mayans (Duilhac-sous-Peyrepertuse) après l'arrachage d'une vigne.

²⁴⁷ Une prospection géophysique n'a pas permis d'identifier la limite inférieure des concentrations de scories, en l'absence de signal émis par les déchets. Cette prospection géophysique a été réalisée en 2011 par M. Llubes et T. Fournié, assistés de J. Maintenant et A. Mayans.

3.3.2. Les déchets et résidus : présentation générale

Les déchets métallurgiques identifiés sur le site correspondent à des déchets silicatés, des résidus oxydés, métalliques et sulfurés, des fragments de paroi de four et des fragments de roches (fig. I-41).

N°	Type	Proportion	Localisation principale	Échantillons analysés
1	scories vitreuses noires	dominante	zone ouest	CDO9, 25, 26, 38, 42, 43
2	scories vitreuses et cristallisées à patine beige/grise	assez forte	zone ouest/est	CDO1, 5ab
3	scories à grandes inclusions minérales	modérée	zone est	CDO101
4	résidus métalliques et/ou sulfurés base Cu	très faible	zone est	CDO140
5	éléments base Pb	très faible	zone est	–
6	fragments de parois de structure en argile réfractaire	assez faible	zone est	–
7	roches minéralisés	assez faible	zone est	–

Fig. I-41 : répartition des différents types de scories à la surface du site du Camp del Oliu.

Les *scories noires vitreuses*, parfois à teintes grenat, sont dominantes (fig. 198). Ce type se concentre dans la zone occidentale, où il forme la grande majorité des déchets observés. En revanche, il semble accessoire, du moins en surface, dans la zone orientale.

Les *scories vitreuses et cristallisées à patine beige/grise* (fig. 199) forment un groupe très hétérogène dans lequel on peut distinguer provisoirement deux sous-types : scories à faciès d'écoulement et scories sans faciès d'écoulement. Les premières ont été observées sur les deux concentrations. Les scories sans faciès d'écoulement ont été identifiées uniquement dans la zone orientale.

Les *scories à grandes inclusions minérales* (fig. 200) sont présentes uniquement dans la zone orientale, dans des proportions modérées.

Les *résidus métalliques, sulfurés et oxydés* sont particulièrement rares. Ils ont été découverts uniquement dans la zone orientale. Au nombre de neuf, ils se composent de trois fragments base Cu et d'un rouleau de litharge, auxquels s'ajoutent cinq éléments base Pb métalliques et/ou oxydés²⁴⁸ (fig. 201 et 202).

Les *fragments de paroi* de structure(s) bâtie(s) (fig. 203), en matériau argilo-sableux plus ou moins transformés sous l'effet de la chaleur, se concentrent exclusivement dans la zone orientale et sont dans l'ensemble peu épais (< 5,5 cm).

Des *éléments rocheux* minéralisés de taille centimétrique ont été identifiés exclusivement dans la zone orientale (fig. 204). Il s'agit de fragments de barytine, quartz, carbonates de cuivre et oxydes de fer. Les prospections réalisées autour du site n'ont pas permis d'identifier de roches similaires. Ils paraissent donc exogènes.

²⁴⁸ A ces types s'ajoutent d'autres déchets beaucoup plus rares. Ils ont été écartés de cette typologie pour le moment. L'un de ces éléments a tout de même été analysé (Annexe V, fiche CDO131). Il s'agit d'une scorie très magnétique.

Ces éléments sont tous fragmentaires, à cassures fraîches ou plus anciennes. Les dimensions moyennes et médianes des échantillons prélevés (148) sont faibles (moy. 4 x 3,2 x 2,3 cm ; méd. 3,9 x 3 x 2,2 cm). Les poids moyen et médian sont de 62,3 g et 27 g. Les éléments les plus gros atteignent au maximum 10 cm de longueur. Ces observations préliminaires témoignent d'un degré de fragmentation assez élevé des déchets présents à la surface du site. Des facteurs intrinsèques liés notamment à la microfissuration initiale et au comportement des déchets soumis à l'altération météoritique, variant notamment en fonction de leur composition (Mahé-Le Carlier *et al.* 2000 : 181 ; Deneele 2002 : 63) et des facteurs extrinsèques, en premier lieu les interventions agricoles (labours ou sarclages) pourraient expliquer ce niveau de fragmentation, qui limite les possibilités d'interprétation. En revanche, nous n'avons pas de preuves claires d'une fragmentation intentionnelle des déchets (concassage et/ou broyage des scories), telles que des résidus de traitement ou des outils nécessaires à ce type d'intervention (meule, enclume, percuteur : Domergue *et al.* 1997 ; Bailly-Maître *et al.* 1997 ; Hauptmann 2007 : 245-246 ; Bailly-Maître 2010b). Notons toutefois que la méthode d'observation et d'échantillonnage mise en œuvre induit obligatoirement la sélection préférentielle des éléments les plus gros. Elle rend donc mal aisée la reconnaissance des résidus de ces étapes.

On ne peut pas affirmer à l'heure actuelle que la typologie définie est représentative de l'ensemble des déchets produits sur le site. Certains échantillons, ne pouvant intégrer les catégories définies et trop isolés pour être réellement significatifs, ont été écartés provisoirement dans l'attente d'études complémentaires fondées sur un prélèvement systématique d'éléments clairement positionnés en stratigraphie. Néanmoins, ce corpus s'est avéré suffisamment diversifié pour fournir un premier éclairage sur les activités de traitement pratiquées sur le site²⁴⁹. Aucun élément ne prouve la superposition sur ce point de deux ateliers non contemporains. Par conséquent, l'hypothèse prévaut que les échantillons prélevés relèvent de l'activité d'un même atelier.

3.3.3. Les déchets et résidus : observations et analyses chimiques

Type 1 : scories vitreuses noires

Morphologie

Morphologiquement, ces scories non magnétiques sont généralement très peu vacuolaires, et montrent fréquemment des indices d'écoulement (flux d'écoulement, bourrelets et cordons pouvant atteindre plus de 4 cm de longueur et 2 cm d'épaisseur) (fig. 198) [annexe IV, fiche CDO9]. Aucun cordon complet n'a été identifié. Certains échantillons peu épais (< 5 cm) présentent deux faces typiques de scories écoulées à l'extérieur d'une structure de traitement. La face supérieure est cordée et la face inférieure, grumeleuse, relativement régulière, a moulé la surface d'écoulement. La surface de ces déchets est généralement noire et vitreuse. Localement apparaissent des zones cristallisées grises à beiges et des encroûtements orangés. La nature de

²⁴⁹ Pour la méthodologie et la liste des échantillons analysés, nous renvoyons au chapitre 1 de la partie II.

ces derniers n'a pas été caractérisée. Ils correspondent vraisemblablement à des altérations de surface liées à la composition de la scorie et aux conditions d'enfouissement (McDonnell *et al.* 1992 : 50 ; Fluck *et al.* 1994 : 151-152).

Matrice

Grise sombre sur cassure, la matrice de ces scories est très largement vitreuse. A l'analyse, ce verre présente des taux élevés en CaO (8,94 %_{mass}) et surtout en Fe₂O₃ (17,28 %_{mass}), BaO (14,41 %_{mass}) et PbO (12,19 %_{mass})²⁵⁰. CuO, Sb₂O₃ et ZnO sont présents en traces (< 1 %_{mass}) (fig. I-42). Le verre est généralement d'aspect très homogène [CDO9-1]²⁵¹. Des cristaux formés au cours du refroidissement à partir du bain silicaté peuvent apparaître ponctuellement, notamment dans les échantillons dont la surface présente des zones cristallisées à patine beige à grise [CDO42]. Ils correspondent vraisemblablement à des pyroxènes (Si-Fe-Ca-Mg-Al ; obs. MEB-EDS) dont la forme (lattes à lacune de croissance) indique un refroidissement très rapide.

	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	NiO	CuO	ZnO	As ₂ O ₃	Ag ₂ O	Sb ₂ O ₃	BaO	PbO
min.	0,00	1,62	2,58	38,23	0	0	8,44	0	0,39	13,82	0	0	0	0	0	0,28	13,83	5,82
max.	0,17	1,83	2,89	50,03	0,21	1,68	9,35	0,13	0,69	18,09	0,12	0,28	0,46	0	0,16	0,83	16,45	14,05
méd.	0,10	1,71	2,70	39,16	0,11	0,93	8,94	0,06	0,50	17,28	0,03	0,10	0,34	0,00	0,00	0,62	14,41	12,19

Fig. I-42 : type 1, valeurs minimales, maximales et médianes du verre (%_{mass}, MSE).

Reliquats

Des empreintes de charbons de bois (< 27 mm), ont été repérées ponctuellement à la surface des échantillons. Les reliquats rocheux sont rares. Piégés dans le verre, ils mesurent généralement quelques dizaines à quelques centaines de microns, et dépassent rarement le millimètre [CDO9-5 ; CDO26-1]. Tous les reliquats rocheux observés dans ces scories correspondent à des grains de silice (SiO₂), microfracturés, localement bullés et aux contours globalement arrondis, qui ont été soumis à de hautes températures et présentent des traces de fusion [CDO26-1].

Inclusions néoformées

Les inclusions néoformées correspondent essentiellement à des billes sphériques à subsphériques passées par un état fondu, caractéristiques des scories noires vitreuses. Une forte proportion des billes mesure quelques microns à quelques dizaines de microns. Ces inclusions de petites dimensions sont très fréquentes et très largement dispersées dans le verre. Les billes dépassant 100 µm sont très rares. Seules deux billes de plus d'1 mm ont été identifiées dans les échantillons étudiés [CDO26-1, CDO42-4]. Ces inclusions néoformées sont systématiquement constituées d'un cœur métallique pluriphasé et d'une périphérie sulfurée biphasée. Les inclusions adoptant une morphologie plus erratique ont la même géométrie [CDO42-2, CDO43-1].

Le cœur métallique est constitué de plomb, antimoine, cuivre et arsenic. Il comporte généralement des plages Pb souvent oxydées, dominantes, associées à des plages

²⁵⁰ Dans la suite du sous-chapitre consacré aux déchets du Camp del Oliu, les résultats d'analyses mentionnés dans le texte ont été obtenus à la microsonde électronique (MSE), sauf mention contraire.

²⁵¹ Les renvois entre crochets [CDO...] désignent la fenêtre d'observation correspondante dans l'annexe IV.

polymétalliques Sb-As-Pb, et des plages polymétalliques Cu-Sb-As à dominante Cu ou Sb et traces de Ni. La composition de ces différentes plages est détaillée dans les tableaux suivants²⁵² (fig. I-43, I-44, I-45). Cu est présent en traces dans les plages Sb-As-Pb. Ni est présent de manière récurrente dans les plages Cu-Sb-As (0,07-4,89 %_{mass} Ni).

Dans la plupart des analyses, les taux Ag sont sous le seuil de détection (0,12 %_{mass}). Cet élément n'apparaît que ponctuellement dans les plages Cu-Sb-As des billes d'un échantillon (CDO9), à des taux relativement faibles (< 0,40 %_{mass} Ag)²⁵³.

	Al	Si	S	Ti	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sb	Pb	Total
min.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	1,44	80,69	83,50
max.	0,08	0,56	0,07	0,03	0,07	0,31	0,12	0,56	0,19	0,37	0,20	6,14	98,14	101,72
méd.	0	0,06	0	0	0,02	0,07	0	0,18	0	0,17	0	3,12	83,74	88,81

Fig. I-43 : type 1, valeurs minimales, maximales et médianes des plages Pb du cœur des billes polyphasées (%_{mass}, MSE).

	Al	Si	S	Ti	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sb	Pb	Total
min.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,47	0	79,71	3,55	97,83
max.	0	0,18	0,03	0	0,07	0,10	0,10	0,79	0,19	7,74	0,11	92,61	14,40	102,00
méd.	0	0,01	0	0	0	0,01	0,01	0,13	0	6,89	0,01	88,45	4,58	100,14

Fig. I-44 : type 1, valeurs minimales, maximales et médianes des plages Sb-As-Pb du cœur des billes polyphasées (%_{mass}, MSE).

	Al	Si	S	Ti	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sb	Pb	Total
min.	0	0	0	0	0	0	0,07	18,62	0	3,03	0	4,15	0	97,72
max.	0	0,04	0,14	0	0,8	0,15	4,89	63,00	0,13	32,43	0,40	71,72	5,61	102,76
méd.	0	0,01	0	0	0	0,04	1,09	48,64	0,0	4,00	0,03	46,77	0,16	100,07

Fig. I-45 : type 1, valeurs minimales, maximales et médianes des plages Cu-Sb-As du cœur des billes polyphasées (%_{mass}, MSE).

La zone périphérique sulfurée est constituée quasi systématiquement de sulfures de cuivre et de plomb (fig. I-46 et I-47). Elle montre fréquemment une cristallisation symplectique de sulfures de plomb PbS et de sulfures de cuivre proches du pôle Cu₂S. Les phases sulfurées PbS affichent quelques pourcents de cuivre (méd. 1,70 %_{mass} Cu) et des traces de Fe, As, Ag et Cd (max. < 1 %_{mass}). Les plages sulfurées Cu₂S affichent quelques pourcents de Pb (méd. 1,62 %_{mass} Pb) et de Fe (méd. 2,29 %_{mass} Fe) et des traces de Zn et As (max. < 1 %_{mass}). Dans certains cas, une zone périphérique intermédiaire massive à PbS, de composition similaire aux plages du symplectique, s'intercale entre ce dernier et le cœur métallique [CDO42-2 et CDO43-1]. Elle montre alors des triangles d'arrachement caractéristiques de la galène²⁵⁴.

²⁵² Les plages Pb, trop oxydées, ont fourni des analyses bouclant généralement mal.

²⁵³ Dans une fenêtre d'observation (CDO9-5), les taux d'Ag sont très élevés (35,0-58,20 %_{mass} Ag). Cet élément se concentre alors dans le cœur métallique de billes de quelques dizaines de microns de diamètre en association avec Pb, Sb et Cu. En raison des petites dimensions de ces billes, nous n'avons pas pu distinguer clairement le type de plage auquel l'argent est associé. Ces plages affichent toutefois des taux élevés en plomb (31,70-46,05 %_{mass}).

²⁵⁴ Ces triangles d'arrachements sont produits lors du polissage des sections.

	S	Fe	Co	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Sn	Sb	Hg	Pb	Total
min.	13,87	0	0	0,51	0	0	0	0	0	0	0	81,53	99,13
max.	14,45	0,71	0,03	3,30	0,12	0,62	0,16	0,26	0,03	0	0,07	86,00	102,20
méd.	14,17	0	0	1,70	0,01	0,17	0	0,04	0	0	0	85,03	100,97

Fig. I-46 : type 1, valeurs minimales, maximales et médianes des plages PbS de la périphérie des billes polyphasées (%_{mass}, MSE).

	S	Fe	Co	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Sn	Sb	Hg	Pb	Total
min.	20,50	0,12	0	70,84	0	0	0	0	0	0	0	0	99,22
max.	22,58	4,07	0,03	75,85	0,93	0,72	0,12	0,09	0,03	0,05	0,11	7,00	102,00
méd.	22,38	2,29	0	73,12	0,01	0,17	0,03	0,02	0,01	0,01	0	1,62	100,46

Fig. I-47 : type 1, valeurs minimales, maximales et médianes des plages Cu₂S à la périphérie des billes polyphasées (%_{mass}, MSE).

Type 2 : scories vitreuses et cristallisées à patine beige/grise

Morphologie

Ce groupe est très hétérogène. Les scories ne sont pas magnétiques. Elles ont une surface généralement beige à grise, voire brune orangée, cristallisée, à toucher rugueux, paraissant correspondre à une patine formée à la suite de phénomènes d'altération (fig. 199).

Certains échantillons montrent des indices d'écoulement (cordons, bourrelets). Sur plusieurs scories, deux faces supérieures et inférieures typiques d'une scorie écoulee sont visibles : une face supérieure cordée ou montrant une succession de bourrelets, et une face inférieure grumeleuse, parfois convexe, qui a moulé la surface d'écoulement. En section, ces échantillons sont modérément vacuolaires, à quelques exceptions (CDO6). Généralement inférieures à 5 mm, les vacuoles peuvent parfois atteindre 15 mm. Des encroûtements de carbonates de cuivre sont visibles ponctuellement sur la surface de certaines scories.

Des zones vitreuses noires peuvent apparaître, en particulier sur la face supérieure des scories écoulees. Malgré leur aspect vitreux qui peut les rapprocher des scories de type 1, ces échantillons s'en distinguent par leur matrice et la nature des inclusions néoformées.

Matrice

Grise sur cassure, la matrice est vitreuse et cristallisée (fig. 199). Dans l'ensemble, les différents composants de la matrice sont assez homogènes d'un échantillon à l'autre. Néanmoins, la proportion de verre et de zones cristallisées peut varier de manière importante.

Ainsi, le verre est rare dans l'échantillon CDO5ab, mais bien plus fréquent dans l'échantillon CDO1. Dans le premier cas, il n'a pas été analysé. Dans le second, il est riche en baryum (méd. 25,92 %_{mass}) et affiche quelques pourcents de Pb (méd. 5,59 %_{mass}) (fig. I-48).

Les cristaux les plus fréquents et les premiers formés sont des lattes de pyroxènes à lacunes de croissance, dont la morphologie est caractéristique d'un refroidissement très rapide (terminaison en « queue d'hirondelle ») (fig. I-49). Dans un second temps se sont formées entre les pyroxènes de fines baguettes très resserrées de feldspathoïdes lourds riches en baryum (méd. 31,39-33,13 %_{mass}), largement prédominantes dans les zones cristallisées (fig. I-50). Entre ces baguettes apparaît dans CDO5ab une phase mal caractérisée, correspondant à un silicate ou

un verre, riche en plomb, baryum, calcium et antimoine (fig. I-51).

CDO1	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	NiO	CuO	ZnO	As ₂ O ₃	Ag ₂ O	Sb ₂ O ₃	BaO	PbO	Total
min.	0,12	0,60	2,71	37,91	0,05	0,98	4,96	0,08	0,31	14,30	0,00	0,06	0,09	0,00	0,00	0,15	24,27	4,86	96,99
max.	0,17	1,41	3,06	41,47	0,10	1,12	7,15	0,19	0,42	15,93	0,09	0,12	0,35	0,01	0,08	0,35	28,59	5,77	99,27
méd.	0,16	0,81	2,80	40,55	0,10	1,05	5,22	0,11	0,35	14,81	0,00	0,09	0,10	0,00	0,04	0,22	25,92	5,59	98,66

Fig. I-48 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes du verre (%_{mass}, MSE).

CDO1	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	NiO	CuO	ZnO	As ₂ O ₃	Ag ₂ O	Sb ₂ O ₃	BaO	PbO	Total
min.	0,00	8,64	0,32	50,60	0,00	0,00	22,43	0,05	0,27	14,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	101,25
max.	0,00	11,06	0,69	51,58	0,13	0,03	23,46	0,22	0,36	17,69	0,03	0,10	0,19	0,00	0,02	0,09	1,62	0,54	102,39
méd.	0,00	9,47	0,54	51,16	0,07	0,02	23,19	0,10	0,32	16,16	0,01	0,03	0,04	0,00	0,00	0,01	0,20	0,14	101,62

CDO5	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	NiO	CuO	ZnO	As ₂ O ₃	Ag ₂ O	Sb ₂ O ₃	BaO	PbO	Total
min.	0	11,73	0,43	51,20	0,12	0,00	24,30	0,13	0,43	8,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,66
max.	0	13,49	0,68	52,62	0,21	0,01	24,80	0,17	0,49	11,47	0,08	0,13	0,08	0,00	0,06	0,21	0,25	0,16	101,15
méd.	0	12,97	0,66	52,35	0,14	0,01	24,56	0,15	0,46	9,16	0,06	0,08	0,04	0,00	0,02	0,10	0,03	0,06	100,95

Fig. I-49 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des pyroxènes (%_{mass}, MSE).

CDO1	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	NiO	CuO	ZnO	As ₂ O ₃	Ag ₂ O	Sb ₂ O ₃	BaO	PbO	Total
min.	0,05	0,47	3,17	41,31	0,03	0,97	4,59	0,05	0,19	13,54	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	31,07	0,65	99,49
max.	0,18	0,64	4,21	42,07	0,07	1,65	5,51	0,09	0,39	13,62	0,06	0,12	0,32	0,02	0,01	0,04	32,83	0,85	99,64
méd.	0,14	0,51	3,78	42,05	0,04	1,42	5,09	0,09	0,32	13,59	0,04	0,04	0,31	0,00	0,00	0,00	31,39	0,82	99,58

CDO5	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	NiO	CuO	ZnO	As ₂ O ₃	Ag ₂ O	Sb ₂ O ₃	BaO	PbO	Total
min.	0,04	1,53	2,88	42,19	0,00	0,99	5,41	0,00	0,49	9,26	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,01	31,24	0,46	99,36
max.	0,12	2,08	6,03	42,65	0,03	2,18	6,75	0,00	0,66	10,28	0,08	0,06	0,51	0,00	0,00	0,05	34,46	0,64	100,94
méd.	0,08	2,00	3,56	42,45	0,01	1,26	6,10	0,00	0,51	9,55	0,00	0,03	0,23	0,00	0,00	0,04	33,13	0,50	99,89

Fig. I-50 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des felspathoïdes lourds (%_{mass}, MSE).

CDO5	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	NiO	CuO	ZnO	As ₂ O ₃	Ag ₂ O	Sb ₂ O ₃	BaO	PbO	Total
min.	0,15	0,01	0,56	20,83	0,56	0,38	3,53	0,35	0,13	8,63	0,00	0,00	0,02	0,33	0,00	2,85	7,62	14,73	94,67
max.	0,76	0,77	0,90	37,53	0,93	0,90	5,83	1,01	0,43	14,21	0,13	0,20	0,46	1,11	0,12	7,94	22,55	38,37	101,71
méd.	0,60	0,11	0,70	22,46	0,78	0,82	3,64	0,85	0,19	11,51	0,02	0,12	0,14	1,09	0,03	7,27	8,83	37,12	95,48

Fig. I-51 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes du verre ou silicates à Pb, Ba, Ca et Sb (%_{mass}, MSE).

Reliquats

Les reliquats se composent de charbons de bois (< 10 mm) piégés dans la scorie et de reliquats rocheux de couleur blanche à beige, parfois translucides, mesurant quelques centaines de microns à plusieurs millimètres (< 25 mm). Ces reliquats rocheux sont relativement fréquents. Ils correspondent à de la silice SiO₂ (fig. I-52) et sont bullés, aux contours plus ou moins arrondis, généralement à microfissures courbes. Il s'agit de grains de quartz soumis à de hautes températures, les fissures courbes montrant qu'ils ont été transformés en cristobalite. Dans les microfissures de certains de ces reliquats, en particulier les plus gros, apparaissent des remplissages interstitiels à CuO, Si-S-Fe voire Ag-S [CDO1-8] et des inclusions néoformées. En

revanche, les éléments Cu, Pb, Ag, Sb, As n'ont pas été identifiés dans la silice.

	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	NiO	CuO	ZnO	As ₂ O ₃	Ag ₂ O	Sb ₂ O ₃	BaO	PbO	Total	
min.	0	0	0	96,95	0	0,01	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98,30
max.	0,09	0,07	0,47	98,50	0,01	0,26	0,09	0	0,08	0,09	0,05	0,11	0,19	0	0,03	0,10	0,10	0,35	0	98,75
méd.	0,01	0,03	0,16	97,72	0,01	0,08	0,03	0	0,02	0,07	0,03	0,05	0	0	0,01	0,05	0,05	0,02	0	98,56

Fig. I-52 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des reliquats SiO₂ dans la matrice (%_{mass}, MSE).

Inclusions néoformées

Les inclusions néoformées se présentent sous la forme de billes sphériques à subsphériques et de plages aux contours irréguliers. Elles sont toutes passées par un état fondu. Elles peuvent être partagées en trois groupes (fig. 199).

Dans l'échantillon CDO1, les billes les plus fréquentes sont constituées essentiellement de plomb (1^{er} groupe). Piégées dans la matrice, elles ont refroidi après cette dernière. De forme subsphérique dans le verre, elles paraissent en revanche avoir été déformées dans les zones cristallisées lors de la croissance des cristaux [CDO1-22]. Ces inclusions mesurent quelques microns à quelques centaines de microns et dépassent rarement 1 mm. Elles sont formées d'un cœur de Pb métal ou d'oxyde de plomb, affichant quelques pourcents de Sb (fig. I-53) et pouvant contenir quelques zones très riches en Ag (53,38 %_{mass} [CDO1-5]). Quelques billes, peu fréquentes, montrent un faciès de démixtion* Pb/Sb ou Pb/Cu [CDO1-1 et CDO1-20]. Ce cœur métallique est entouré d'une zone périphérique à sulfures de cuivre et de fer, parfois riche en argent (fig. I-54 et I-55). Ponctuellement, un composé polymétallique Cu-Sb-As, affichant des traces de Ni, Ag et Pb peut apparaître en périphérie [CDO1-5].

CDO1	S	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Sn	Sb	Pb	Total
min.	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	101,16	102,30
max.	0,07	0,01	0,00	0,04	0,07	0,02	0,06	0,01	0,11	0,02	2,09	104,04	104,29
méd.	0,05	0,00	0,00	0,01	0,06	0,00	0,03	0,00	0,05	0,00	0,48	102,48	103,74

Fig. I-53 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des plages Pb du cœur des billes de plomb (1^{er} groupe) (%_{mass}, MSE).

CDO1	S	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Sn	Sb	Pb	Total
min.	23,61	0,00	6,49	0,00	57,92	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	99,78
max.	27,00	0,01	14,53	0,03	69,70	0,04	0,00	0,03	0,02	0,03	0,05	0,25	100,00
méd.	25,38	0,00	11,24	0,00	63,15	0,04	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,18	99,99

Fig. I-54 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des plages (Cu, Fe)_{2-x}S de la périphérie des billes de plomb (1^{er} groupe) (%_{mass}, MSE).

CDO1	S	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Sn	Sb	Pb	Total
min.	31,54	0,02	17,44	0,00	43,98	0,02	0,13	3,48	0,01	0,01	0,00	0,01	97,85
max.	31,73	0,05	18,19	0,05	44,88	0,09	0,24	4,16	0,07	0,02	0,00	0,05	98,39
méd.	31,66	0,02	17,58	0,00	44,77	0,04	0,14	4,13	0,01	0,01	0,00	0,05	98,33

Fig. I-55 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des plages (Cu, Fe, Ag)₃S de la périphérie des billes de plomb (1^{er} groupe) (%_{mass}, MSE).

Moins fréquentes, des billes et inclusions informes à Cu dominant ont été identifiées uniquement dans les microfissures des reliquats rocheux SiO₂ [CDO1-7, 8 et 13] (2^{ème} groupe). Elles mesurent quelques microns à quelques centaines de microns. Le cœur de ces inclusions est polyphasé, métallique ou, dans un cas, oxydé. Il est constitué de cuivre, systématiquement associé à Sb et As, présents entre < 1 %_{mass} et 43,61 %_{mass} (fig. I-56 et I-57). Pb est absent ou très rare (< 1 %_{mass}). En revanche, l'argent est non seulement associé au cuivre dans les plages Cu à des taux compris entre 1,11 et 1,47 %_{mass} mais est présent aussi dans des plages blanches pouvant dépasser > 80 %_{mass}, intercalées entre les plages Cu-Sb [CDO1-8 et CDO1-13]. Ce cœur métallique peut être entouré d'une zone périphérique composée de sulfures de cuivre, parfois riche en Ag [CDO1-13] et pouvant afficher quelques pourcents de Pb (< 3 %_{mass}) (fig. I-58 et I-59)

CDO1	S	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Sn	Sb	Pb	Total
min.	0,01	0,00	0,00	0,26	90,29	0,00	4,31	1,11	0,00	0,01	2,32	0,00	100,35
max.	0,04	0,00	0,02	0,29	91,07	0,01	5,55	1,47	0,02	0,03	4,38	0,08	100,94
méd.	0,02	0,00	0,01	0,28	90,66	0,00	4,34	1,35	0,02	0,02	3,86	0,07	100,62

Fig. I-56 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des plages métalliques Cu dans les inclusions à dominante Cu (2^{ème} groupe) (%_{mass}, MSE).

CDO1	S	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Sn	Sb	Pb	Total
CDO1-C8-3	0,00	0,02	0,01	1,38	49,04	0,01	6,66	8,84	0,19	0,13	26,08	0,11	92,49
CDO1-C8-4	0,01	0,00	0,01	0,22	55,68	0,00	4,37	37,34	0,06	0,07	7,03	0,14	104,92
CDO1-C8-6	0,00	0,01	0,00	0,10	11,88	0,00	2,49	84,06	0,08	0,06	8,15	0,28	107,12

Fig. I-57 : type 2, analyses des plages métalliques riches en Ag des inclusions à dominante Cu (2^{ème} groupe) (%_{mass}, MSE).

CDO1	S	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Sn	Sb	Pb	Total
min.	19,61	0,00	0,03	0,01	79,11	0,01	0,00	0,05	0,00	0,01	0,33	0,16	99,81
max.	20,04	0,00	0,03	0,03	79,58	0,03	0,00	0,11	0,07	0,02	0,54	0,32	100,28
méd.	19,83	0,00	0,03	0,02	79,34	0,02	0,00	0,08	0,04	0,02	0,44	0,24	100,04

Fig. I-58 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des zones périphériques (Cu, Fe)₂-xS et Cu₂S des inclusions à dominante Cu (2^{ème} groupe) (%_{mass}, MSE).

CDO1	S	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Sn	Sb	Pb	Total
min.	28,41	0,00	0,02	0,00	62,80	0,00	0,00	4,30	0,00	0,00	0,00	0,10	96,82
max.	29,47	0,00	0,08	0,04	64,41	0,04	0,50	6,96	0,00	0,01	0,13	0,73	100,14
méd.	29,04	0,00	0,05	0,02	63,97	0,01	0,00	5,27	0,00	0,01	0,01	0,31	99,21

Fig. I-59 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des plages (Cu, Ag)S dans les inclusions à dominante Cu (2^{ème} groupe) (%_{mass}, MSE).

Enfin, des inclusions néoformées sulfurées ont été identifiées essentiellement dans CDO5ab, où elles constituent l'unique type d'inclusions observées [CDO5ab-1, 2, 4 et 8] (3^{ème} groupe). Anguleuses ou aux contours arrondis, elles mesurent quelques dizaines de micron à 1,5 mm au maximum et paraissent être passées par un état fondu. Elles ont refroidi après les

silicates de la matrice, dont la croissance a parfois déformée les inclusions. Ceci explique leur morphologie, aux contours souvent irréguliers, la présence d'interstices entre les inclusions néoformées, la matrice silicatée et la position de certaines de ces inclusions, coincées entre les cristaux. Ces inclusions sont essentiellement constituées de plages de sulfures de plomb PbS à triangles d'arrachement caractéristiques et de sulfures de cuivre (Cu, Fe)_{2-x}S (fig. I-60 et I-61). Ces sulfures apparaissent notamment sous la forme de cristallisations symplectiques (PbS/Cu₂S). PbS contient des traces d'Ag (méd. 0,15 %_{mass}), Cu et Sb (< 1 %_{mass}). Les plages de sulfures de cuivre peuvent afficher quelques pourcents de Fe et des taux plus élevés d'Ag (méd. 0,39 %_{mass}). Les plages métalliques sont rares et constituées essentiellement de plomb, parfois associé à l'antimoine, qui a refroidi après les sulfures²⁵⁵. Ce métal est présent sous forme de remplissages interstitiels et de billes piégées dans les inclusions sulfurées.

CDO5	S	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Sn	Sb	Pb	Total
min.	13,74	0	0	0	0,55	0	0	0,14	0	0,01	0,10	87,34	102,23
max.	13,84	0	0	0	0,80	0	0,01	0,15	0	0,03	0,19	88,73	103,40
méd.	13,79	0	0	0	0,68	0	0,01	0,15	0	0,02	0,14	88,03	102,82

Fig. I-60 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des plages PbS dans les symplectiques des inclusions sulfurées (3^{ème} groupe) (%_{mass}, MSE).

CDO5	S	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Sn	Sb	Pb	Total
min.	22,95	0	3,78	0	59,97	0	0	0,15	0	0	0	0	97,84
max.	28,42	0,02	7,78	0,02	70,91	0,24	0	0,60	0,10	0,04	0,05	12,27	103,16
méd.	26,05	0	5,17	0,01	67,13	0,05	0	0,39	0	0,00	0	0	99,65

Fig. I-61 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des plages (Cu, Fe)_{2-x}S dans les symplectiques des inclusions sulfurées (3^{ème} groupe) (%_{mass}, MSE).

Type 3 : scories à grandes inclusions minérales

Morphologie

Ces scories sont des éléments fragmentés, assez vacuolaires (vacuoles < 15 mm), à surface hétérogène vitreuse et cristallisée, de couleur noire à brune (fig. 200). De nombreux reliquats rocheux millimétriques à centimétriques et des empreintes de charbon de bois (< 14 mm) apparaissent en surface. Le verre prend localement une teinte grenat. Des encroûtements de carbonates de cuivre sont visibles ponctuellement dans le creux des vacuoles, à la surface des reliquats rocheux et en périphérie de ces derniers. Ces échantillons sont parfois légèrement et localement magnétiques. Aucune trace d'écoulement en cordon n'a été distinguée. La plupart de ces scories présentent des cassures sur toutes leurs faces. Certains échantillons, notamment les plus gros, montrent toutefois une face vitreuse, parfois cristallisée, brune à noire violacée sans cassure, parfois magnétique. Il pourrait s'agir de la face supérieure, sur laquelle peuvent

²⁵⁵ Ponctuellement, un composé métallique plus complexe Sb-Ni-As-Cu est présent de manière isolée dans les plages sulfurées [CDO5ab-2]. Plus rarement apparaissent des billes d'oxydes de cuivre [CDO5ab-8].

apparaître les traces d'un matériau en fusion (bourelets caractéristiques et petits cordons peu marqués).

Matrice

La matrice de ces scories est vitreuse et cristallisée. Dans le verre se développent des cristaux anguleux de magnétite à traces d'aluminium, de cuivre et de baryum (< 1 %_{mass}) [CDO101-1], et des cristaux allongés de silico-aluminate riche en baryum, fer et potassium (fig. I-62).

	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	NiO	CuO	ZnO	As ₂ O ₃	Ag ₂ O	Sb ₂ O ₃	BaO	PbO	Total
min.	0,06	0,18	12,87	42,04	0,00	4,67	0,08	0,00	0,00	9,94	0,02	0,14	0,01	0,00	0,00	0,07	24,89	1,07	99,12
max.	0,14	0,25	14,89	42,70	0,00	5,14	0,22	0,03	0,09	12,25	0,10	0,24	0,36	0,00	0,05	0,22	25,32	1,76	99,61
méd.	0,10	0,20	13,13	42,40	0,00	4,93	0,13	0,00	0,03	10,77	0,07	0,15	0,21	0,00	0,02	0,07	25,02	1,21	99,51

Fig. I-62 : type 3, valeurs minimales, maximales et médianes des silico-aluminates riches en Ba, Fe et K (%_{mass}, MSE).

Reliquats

Ces scories se distinguent de tous les autres déchets identifiés par la forte proportion de reliquats minéraux de couleur blanche à beige, de taille millimétrique à centimétrique (fig. 200). Les éléments compris entre 10 mm et 40 mm sont très fréquents. Tous les reliquats analysés correspondent à de la silice SiO₂ et sont bullés, aux contours plus ou moins arrondis et à microfissures courbes. Il s'agit de grains de quartz soumis à de hautes températures, les fissures courbes montrant qu'ils ont été transformés en cristobalite [CDO101-3, 4 et 6]. Les éléments Cu, Pb, Ag, Sb, As n'ont pas été identifiés au sein de ces reliquats rocheux, excepté dans le reliquat de la fenêtre d'observation [CDO101-6]. Dans celui-ci, plusieurs billes métalliques Cu-Sb-Pb-Ag apparaissent en inclusions (quantification MEB-EDS : Cu 70-85 %_{mass} ; Sb et Pb 15-25 %_{mass} ; Ag 1,5-3,5 %_{mass}).

Inclusions néoformées

Les inclusions néoformées se présentent sous la forme de billes sphériques à subsphériques et d'éléments aux contours irréguliers. Toutes ces inclusions sont passées par un état fondu. Elles mesurent quelques centaines de microns à plusieurs millimètres et peuvent être partagées en deux groupes (fig. 200).

Une série de billes et inclusions irrégulières sont constituées de plages métalliques et sulfurées [CDO101-3]. Les plages sulfurées sont formées de sulfures de cuivre Cu₂S affichant des traces d'Ag (< 1 %_{mass}). Elles sont associées à des plages métalliques Cu-Sb (96-97 %_{mass} Cu, 2,4 %_{mass} Sb) à traces d'Ag (< 1 %_{mass}) et Pb (< 0,4 %_{mass}), des plages métalliques Pb affichant quelques pourcents d'Ag (3-4 % Ag) et des plages d'argent métal (93 %_{mass}) affichant quelques pourcents de Cu et Sb (< 5 %_{mass}). Dans certaines de ces inclusions s'observent par ailleurs de larges plages métalliques Pb légèrement oxydées et non argentifères [CDO101-3].

D'autres inclusions, plus rares, sont essentiellement métalliques [CDO101-1]. Elles sont constituées principalement d'un composé métallique Cu-Sb similaire aux plages Cu-Sb des inclusions précédentes (96-97 %_{mass} Cu ; 3-4 %_{mass} Sb ; < 1 %_{mass} Ag) associé à des plages de plomb affichant quelques pourcents d'argent (0,5-3 %_{mass}). Le plomb est intercalé entre les

grains de Cu-Sb et comporte de très nombreuses plages très riches en Ag (56-58 %_{mass}) associé à Pb (11,5-40 %_{mass}) et à Sb (3-5 %_{mass}). Des sulfures de cuivre Cu₂S passés par un état fondu apparaissent de manière résiduelle dans les billes.

Type 4 : résidus métalliques et/ou sulfurés base Cu

Morphologie

Les trois résidus métalliques et/ou sulfurés base Cu identifiés sont de densité élevée et non magnétiques (fig. 201).

L'échantillon CDO140 correspond à un fragment de petite taille (3,5 x 2,5 x 1 cm), à surface irrégulière, dont la périphérie montre des bourrelets caractéristiques de l'écoulement d'un matériau en fusion. L'une des faces, vraisemblablement la face inférieure, montre un profil convexe. La face opposée est aplatie. [CDO140]

L'échantillon CDO141 est un élément allongé (4 x 2 x 1,5 cm) à arêtes vives et bourrelets, et surface irrégulière (fig. 201).

L'échantillon CDO142 est quant à lui un fragment de plaque légèrement convexe, d'environ 1 cm d'épaisseur, cassée sur trois de ses côtés. Le long de son quatrième côté apparaît un léger bourrelet en bordure de ce qui semble être la face supérieure de l'échantillon (fig. 201).

Des couches d'oxydation de couleur vert-jaune à vert-de-gris sont visibles à la surface de ces trois échantillons. Elles sont les témoins probables de la présence de carbonates de cuivre formés à la suite de l'altération des matrices.

Matrice

A la cassure, une matrice homogène orangée cristallisée, à reflets métalliques, est visible sur les échantillons CDO141 et CDO142. Ceux-ci n'ayant pas fait l'objet d'une coupe longitudinale et d'analyses chimiques, nous ne connaissons pas la composition de cette matrice et ne savons pas si elle constitue la totalité des échantillons. La couleur de surface et l'aspect de la matrice incite toutefois à identifier la présence prédominante de cuivre dans ces deux éléments, comme c'est le cas dans l'échantillon CDO140

Ce dernier a fait l'objet d'une coupe et d'analyses chimiques. Deux zones distinctes sont clairement visibles [CDO140-1]. Dans la partie supérieure apparaît une matrice homogène, grise cristallisée, à reflets métalliques. Elle est constituée de sulfures de cuivre Cu₂S, et traversée par de nombreuses microfissures. Du plomb est présent en remplissage des microfissures. La partie inférieure est formée en revanche d'une matrice orangée cristallisée, à reflets métalliques, similaire à la matrice des échantillons CDO141 et CDO142. Elle présente un faciès de démixtion entre du cuivre métal (Cu) dominant, à structure pseudo-dendritique* (grains à bord incurvé) et du plomb métal (Pb) qui s'est intercalé et a refroidi entre les grains de cuivre métal. Ces deux métaux sont passés par un état fondu [CDO140-1]. Passées elles aussi par un état fondu, des billes de sulfures Cu₂S, sont présentes en inclusions dans la matrice Cu et ont elles-mêmes piégé du plomb. Elles apparaissent en particulier entre les grains de cuivre. Des nodules anguleux métalliques Cu-Sb, associés à Ag, Ni et As, mesurant quelques dizaines de microns, sont présents en inclusions dans la phase métallique Cu. Enfin, au contact entre les deux

matrices, souligné par une légère convexité, apparaît un fin liseré de plomb (Pb).

Type 5 : éléments base Pb

Un élément conique (10 x 4/1,5 cm) et de densité élevée, possède une extrémité arrondie légèrement aplatie (fig. 202). La surface relativement régulière est de couleur grise à blanc crème. Une cavité cylindrique longitudinale (diam. 1/1,5 cm) est placée dans l'axe longitudinal. Sur cassure, la matrice est de couleur violacée à grise, cristallisée, à débit feuilleté. Aucune analyse chimique n'a été réalisée. Nous verrons plus bas qu'il s'agit d'un rouleau de litharge (cf. p. 245).

A cet échantillon s'ajoutent cinq éléments, à surface assez régulière de couleur blanche à crème, localement altérée (fig. 202). De densité élevée, ils ne sont pas magnétiques. A la cassure, la matrice est de couleur grise à violacée et cristallisée. Morphologiquement, deux catégories peuvent être distinguées. Trois de ces éléments correspondent à de fines plaquettes (< 0,5 cm), montrant, pour deux d'entre elles, des traces de découpe. Les deux autres échantillons ont une surface plus irrégulière, ponctuée d'encroûtements d'oxydes de fer. Il s'agit certainement d'éléments en plomb, dont la composition chimique n'a pas été précisée.

Type 6 : fragments de parois de structure en argile réfractaire

Morphologie

Les fragments de parois sont peu épais (< 5,5 cm). Mais aucun fragment complet en épaisseur, associant paroi interne, cœur et paroi externe n'ayant été identifié, les éléments recueillis ne permettent pas de caractériser les dimensions initiales des parois de la ou des structures.

Leur coloration varie dans la tranche en fonction du gradient thermique, d'orange vif à gris-noir en passant par gris et gris violacé (fig. 203). Ces éléments sont systématiquement scoriacés plus ou moins profondément et intensément sur la face interne. La face interne adopte parfois une coloration jaune (CDO84).

Matrice

Le dégraissant est généralement assez abondant. Sur tous les échantillons, il est constitué principalement de végétaux (type paille) dont subsistent les empreintes (20 x 2/5 mm), auxquels s'ajoutent des sables et graviers moins abondants (< 10 mm) constitués essentiellement de silice²⁵⁶.

Des carbonates de cuivre ont été observés sur la paroi interne ou dans le cœur des parois. Sur certains échantillons, de la scorie vitreuse noire à grosses inclusions rocheuses blanches et empreintes de charbons de bois et encroûtements de carbonates de cuivre (CDO130) adhère sur la paroi interne. Sur certains échantillons, des encroûtements ou des nodules d'oxydes de fer

²⁵⁶ Certains éléments rocheux, présents de manière secondaire, n'ont pu être caractérisés.

sont visibles à la surface de la scorie.

Type 7 : roches minéralisées

Les fragments de roche exogène identifiés sur le site, dans la zone orientale, sont de taille centimétrique à décimétrique et à arêtes vives. Il s'agit en particulier de roches bréchiques constituées de fragments de roches carbonatés, de barytine, de quartz, sur lesquels apparaissent des encroûtements d'oxydes et hydroxydes de fer et de carbonates de cuivre (fig. 204).

Cette typologie est évolutive, et vouée à s'enrichir de futures découvertes. En particulier, le groupe 2 pourrait en définitive englober des déchets relevant de procédés distincts. Sur ce point, l'état de fragmentation des éléments et le nombre limité d'échantillons analysés limitent les possibilités d'interprétation. De plus, notre méconnaissance de la relation spatiale entre les différents types de déchets et les structures de traitement handicape les tentatives de caractérisation des pratiques développées sur le site. Néanmoins, un premier bilan provisoire peut être proposé, qui fournit des indications sur les minerais extraits et la production de l'atelier du Camp del Oliu.

3.3.4. Essai de caractérisation de l'activité

Le traitement d'un minerai sulfuré de type cuivres gris

Les scories de type 1 (scories vitreuses noires) et de type 2 (scories vitreuses et cristallisées à patine gris-beige) partagent de nombreuses similitudes. Morphologiquement, on retrouve dans les deux types des faciès d'écoulement. Les verres des deux types de scories ont des compositions assez proches, même si des variations sensibles apparaissent dans les taux de BaO, CaO, PbO et Fe₂O₃ (fig. I-63).

	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	NiO	CuO	ZnO	As ₂ O ₃	Ag ₂ O	Sb ₂ O ₃	BaO	PbO	Total
type 1	0,10	1,71	2,70	39,16	0,11	0,93	8,94	0,06	0,50	17,28	0,03	0,10	0,34	0,00	0,00	0,62	14,41	12,19	99,18
type 2	0,16	0,81	2,80	40,55	0,10	1,05	5,22	0,11	0,35	14,81	0,00	0,09	0,10	0,00	0,04	0,22	25,92	5,59	98,66

Fig. I-63 : valeurs médiane des verres des scories de types 1 et 2 (%_{mass}, MSE).

Les rares cristaux observés dans les scories vitreuses sont de morphologie et de composition proches des pyroxènes des scories du type 2, qui sont les premiers formés dans les matrices des échantillons analysés.

Si l'on exclut les billes de cuivre des scories du type 2, n'apparaissant que dans un échantillon au sein d'un reliquat de quartz (CDO1), les inclusions néoformées partagent là encore certains points communs. Dans les deux cas, les principales inclusions ont un cœur métallique à dominante Pb, entouré d'une zone périphérique sulfurée, à sulfures de plomb

et/ou de cuivre²⁵⁷. Les cristallisations symplectiques des zones sulfurées montrent des compositions voisines. Dans chacun des deux types, elles se caractérisent par de très faibles taux en Sb et As, absents ou présents en traces (< 1 %_{mass}), et pourtant bien présents dans les phases métalliques. Les seules variations observées, au niveau des éléments Cu, Fe, S et Ag, sont de l'ordre de quelques pourcents au maximum, la principale différence résidant dans le fait que les sulfures des scories de type 2 sont argentifères, contrairement aux sulfures des scories de type 1 (fig. I-64 et I-65).

	S	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Sn	Sb	Pb	Total
type 1	14,17	0	1,70	0,01	0,17	0	0,04	0	0	0	85,03	100,97
type 2	13,79	0	0	0,68	0	0,01	0,15	0	0,02	0,14	88,03	102,82

Fig. I-64 : valeurs médianes des plages PbS dans les symplectiques des scories de types 1 et 2 (%_{mass}, MSE).

	S	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Sn	Sb	Pb	Total
type 1	22,38	2,29	0	73,12	0,01	0,17	0,03	0,02	0,01	0,01	1,62	100,46
type 2	26,05	5,17	0,01	67,13	0,05	0	0,39	0	0,00	0	0	99,65

Fig. I-65 : valeurs médianes des plages sulfurées base Cu dans les symplectiques des scories types 1 et 2 (%_{mass}, MSE).

Ces observations prospectives tendent à montrer que les scories de type 1 et 2 appartiennent à la même chaîne opératoire destinée à traiter un minerai sulfuré non-ferreux, au cours de laquelle des températures élevées, vraisemblablement supérieures à 1000-1100°C, ont été atteintes (Chaussin, Hilly 1974 : 196). Les analyses d'échantillons de type 2, les plus hétérogènes, ne sont pas suffisantes pour dépasser ces simples constatations et ne permettent pas de tracer des parallèles avec les études réalisées par ailleurs. Néanmoins, l'identification de deux types de déchets associés, l'un de type scories noires vitreuses, l'autre de type scories grises nettement plus cristallisées, n'est pas spécifique au site du Camp del Oliu. Ce phénomène a été identifié de manière systématique sur les sites de traitement du Mont Lozère où a été traité un minerai de galène à inclusions de tétraédrite. Bien que morphologiquement assez similaires aux scories identifiées au Camp del Oliu, la composition des déchets du Mont-Lozère est toutefois nettement différente (Mahé-Le Carlier *et al.* 2010).

Les scories de type 3 se distinguent en revanche des deux types 1 et 2 par le grand nombre de reliquats de roche qu'elles contiennent, introduits visiblement après un concassage, la composition de leur matrice, où apparaissent des cristaux d'oxydes de fer et la morphologie des inclusions néoformées. Néanmoins, en raison de la composition de ces dernières, riches en

²⁵⁷ En revanche, dans l'échantillon CDO5, les inclusions sont très largement sulfurées, le métal (Pb) apparaît sous la forme de billes et de remplissages dans et autour des inclusions. Ce phénomène est peut-être lié à la vitesse de refroidissement plus lente de la scorie, dont témoigne la large cristallisation de la matrice. Ce facteur pourrait expliquer la morphologie distincte des inclusions, qui se sont solidifiées après la matrice, et la migration du plomb, solidifié en dernier, dans les interstices des inclusions sulfurées.

Cu, Cu₂S, Pb, Sb et As, il faut très certainement les rattacher à la même métallurgie que les scories de type 1 et 2. Les taux plus élevés d'Ag dans le plomb, parfois très importants, pourraient indiquer que ces déchets ont été produits dans une seconde étape, postérieure au traitement ayant engendré les scories de type 1 et 2. Nous reviendrons sur ce point plus bas.

Des scories à inclusions de quartz mais aussi de barytine et parfois de roches riches en oxydes de fer et de manganèse, ont été identifiées sur le site de Monte-Romero. Appelées *free-silica slags* ou *slag balls* en raison de leur forme sphérique, elles correspondraient à des scories produites lors du traitement de minerais polymétalliques argentifères, dans le but de produire de l'argent (Kassianidou 1993 ; 2003 : 202)²⁵⁸. Ces déchets sont très hétérogènes et vacuolaires. Leur composition chimique est assez variable. Ils affichent en général des taux de plomb assez élevés (12,8 %_{mass}) traduisant une grande perte de plomb dans la scorie. Ce métal est présent aussi bien dans le verre que sous la forme de billes, où il est associé à l'antimoine et parfois au cuivre. Dans les scories où le taux de baryum est élevé, la matrice cristallisée est constituée de cristaux de celsiane (Ba[Al₂Si₂O₈]) et d'hyalophane ((K,Na,Ba)[(Al,Si)₄O₈]). La forte concentration de verre au plomb dans ces scories indiquerait qu'elles ont refroidi rapidement, ne permettant pas une cristallisation importante de la matrice (Kassianidou 2003 : 202). Pour V. Kassianidou, il s'agirait d'une scorie produite lors d'une première opération de fusion du minerai grillé. L'ajout de fragments de quartz (et de barytine) de grande taille au cours de cette première étape serait purement mécanique. L'objectif aurait été de refroidir rapidement et figer le maximum de scorie autour des grains de quartz afin de favoriser la séparation du métal et de l'autre produit de cette opération de traitement d'un minerai sulfuré complexe, le speiss (Percy 1870 : 230 ; Tylecote 1987 : 306-307 ; Kassianidou 2003 : 204-205). La scorie pâteuse serait ensuite retirée du four sous la forme de déchets ovoïdes, qui auraient été retraités au cours d'une seconde étape, dans des conditions peut-être plus réductrices et en présence de barytine (ajout) afin de récupérer une partie du plomb argentifère piégé dans la scorie. Des scories de morphologie similaires ont été identifiées à La Loba et attribuées, comme à Monte-Romero, à un premier traitement d'un minerai de cuivre et argent (Domergue, Tollon 2002 : 64-67). Dans notre cas en revanche, les scories à grosses inclusions ont des caractéristiques ne permettant pas d'identifier un tel procédé (pas de morphologie en boule, porosité très limitée, matrice essentielle cristallisée).

L'omniprésence de l'antimoine et de l'arsenic dans les inclusions néoformées des scories de type 1, 2 et 3 est significative. Dans les phases métalliques, ces éléments sont généralement associés au cuivre et au plomb dans des proportions variables. Des plages où l'antimoine est l'élément dominant sont fréquentes dans le cœur métallique des billes néoformées des scories de type 1 (> 80 %_{mass}). Or, le cuivre, l'antimoine et l'arsenic constituent les éléments traceurs des minéraux de la série tétraédrite-tennantite, autrement dit les cuivres gris (Rehren *et al.* 1999b ; Rehren, Prange 1998 : 183 ; Manasse, Mellini 2002 : 196 ; Bourgarit *et al.* 2003 : 434 ; Krismer *et al.* 2011 : 935-936). Etant donné leur omniprésence dans les scories de type 1 et 2, on peut considérer que les métallurgistes du Camp del Oliu ont traité un minerai contenant des

²⁵⁸ D'autres scories de ce type ont été identifiées sur des sites de production d'argent du Sud de la péninsule Ibérique (Rio Tinto, San Bartolome de Almonte...) dont l'activité se situe entre le VII^{ème} et le III^{ème} s. av. n. è. (Ruiz Mata, Fernandez Jurado 1986 ; Kassianidou 2003).

cuivres gris.

Dans les gisements des Corbières, ces derniers sont représentés par la tétraédrite, les autres minéraux de la famille des cuivres gris étant rarement signalés dans la bibliographie (Giannoni 1990 : I, 383). Les gisements où la tétraédrite est le minéral sulfuré prédominant se concentrent dans les secteurs du Sarrat de Germa, de la haute vallée du Torgan, de la haute vallée de l'Orbieu et de Maisons-Monthaut, situés respectivement à environ 5, 7, 10 et 11 km au nord et au nord-ouest du site (fig. 205). Les tétraédrites des Corbières analysées par A. Giannoni²⁵⁹ affichent des taux d'argent compris en moyenne entre 0,2 et 2 %_{mass} Ag, la plupart se concentrant entre 0,5 et 1,5 %_{mass} Ag. Ponctuellement, des analyses de cuivres gris affichent jusqu'à 5 %_{mass} Ag. Mais ces teneurs sont bien en-deçà de celles des freibergites (Giannoni 1990 : I, 383). Les taux de Sb peuvent être assez élevés (moy. 10-30 %_{mass}). Ceux de l'arsenic sont compris en moyenne entre 0 et 10,5 %_{mass}. Les taux de cuivre sont compris entre 34 et 43 %_{mass} (Giannoni 1990 : I, 383-388). Les analyses à la microsonde électronique d'échantillons prélevés en 2010 dans le secteur du Sarrat de Germa s'inscrivent dans ces fourchettes (fig. I-66 et annexe V et VI) :

	S	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Sn	Sb	Hg	Pb	Bi	Total
min.	24,66	0,00	0,76	0,00	0,00	36,60	5,53	1,86	0,25	0,00	0,02	13,96	0,00	0,00	0,00	98,29
max.	26,46	0,04	2,07	0,04	0,07	40,14	7,10	10,94	2,31	0,16	0,19	25,53	0,56	0,00	0,25	100,84
méd.	25,81	0,00	1,09	0,01	0,00	38,99	6,63	7,34	1,10	0,03	0,08	18,53	0,22	0,00	0,08	99,64
moy.	25,78	0,01	1,13	0,01	0,01	38,77	6,58	6,84	1,11	0,04	0,08	19,10	0,23	0,00	0,08	99,68

Fig. I-66 : composition des tétraédrites du secteur du Sarrat de Germa (%_{mass}, échantillons prélevés dans les travaux antiques en 2010, MSE, n 227).

La présence récurrente de baryum, à des taux assez élevés (méd. 14,41 %_{mass} et 25,92 %_{mass}) dans les verres des scories de type 1 et 2 pourrait corroborer l'hypothèse d'un traitement des cuivres gris. Le baryum est en effet l'un des composants de la barytine (BaSO₄) et cette dernière est avec le quartz le principal minéral de gangue des gisements minéralisés en cuivres gris du massif des Corbières (Giannoni 1990 : 380-388). On peut d'ailleurs envisager le traitement d'un minerai dont la gangue est encore bien présente. La densité de la barytine rend en effet l'enrichissement des minerais par tri gravimétrique particulièrement délicat²⁶⁰. Ainsi, pour J. Percy, la préparation des minerais de plomb de type galène (densité 7,4-7,6, annexe VIII) à gangue barytique (densité de la barytine 4,48) par le biais d'une concentration gravimétrique par lavage ne doit pas être trop poussée pour éviter de perdre trop de galène (Percy 1870 : 488-489). Dans le cas d'un minerai sulfuré à tétraédrite (densité 4,97) et à gangue barytique, la technique semble difficilement applicable (Rivot 1872 : II, 43-44)²⁶¹.

²⁵⁹ Les échantillons proviennent des gisements de Tistoulet, Trabouliac et Saint-Estèbe (Sarrat de Germa), L'Hermita et Auriac (haute vallée de l'Orbieu), Couise (Maisons-Monthaut) et de petits gisements encaissés dans le Trias (Giannoni 1990 : I, 385).

²⁶⁰ L'utilisation de cette technique n'a pas été démontrée au Camp del Oliu.

²⁶¹ On ne peut pas écarter un ajout volontaire de barytine comme fondant dans la structure de traitement. Ce minéral constituerait effectivement un fondant de choix dans la métallurgie des non-ferreux, plus particulièrement dans la métallurgie du plomb, car elle décomposerait les silicates de plomb formés par réaction de cet élément avec la silice présente éventuellement dans la gangue, libérant ainsi le plomb métal en prenant sa place, suivant la formule $2\text{PbO}_3\text{SiO}_3 + \text{BaS} \rightarrow 2\text{BaO}_3\text{SiO}_3 + 2\text{PbS}$ (Percy 1870 : 489 ; Bachmann 1993 : 491-492 ; Kassianidou 2003 : 202).

L'omniprésence des sulfures dans les inclusions néoformées des scories de type 1 et 2 démontre que le minerai traité était encore largement sulfuré. Nous ne disposons d'aucune preuve directe d'un grillage préalable du minerai sur l'atelier. S'il a eu lieu, le grillage a été partiel étant donné la fréquence des sulfures. Un grillage complet aurait eu pour effet la transformation de tous les sulfures du minerai en oxydes (cf. p. 59 ; Chaussin, Hilly 1974 : 15-16 ; Hauptmann 2007 : 243).

Conduit à une température peu élevée (400-700°C), le grillage partiel est nécessaire en particulier dans le cas de minerais sulfurés complexes, à teneurs généralement basse en cuivre et dans lequel sont présents d'autres éléments, tels que le plomb, le zinc, l'arsenic et l'antimoine (Chaussin, Hilly 1974 : 15-16). L'oxydation ne doit pas être poussée trop loin afin de garder suffisamment de soufre pour obtenir au cours de la phase suivante (fusion pour matte), une matte sulfurée cuivreuse, qu'il sera possible d'enrichir en cuivre – et appauvrir peu à peu en soufre – en répétant les opérations de fusion, et limiter ainsi les pertes en cuivre. La matte constitue en quelques sortes un produit d'enrichissement des minerais de cuivre sulfurés (Rivot 1872 : I, 113 ; Chaussin, Hilly 1974 : 195-196 ; Cauuet *et al.* 1999 : 297).

Le grillage partiel du minerai a aussi été identifié sur le site de Monte-Romero, daté du premier âge du Fer, où le minerai traité paraît correspondre à un minerai complexe polymétallique constitué de sphalérite, galène, pyrite, et surtout freibergite $[Ag,Cu]_{12}(Sb,As)_4S_{13}]$ (Kassianidou 2003 : 203). A *Vipasca*, un grillage partiel du minerai sulfuré composé de chalcopryrite, associée à la pyrite, la galène, la sphalérite et probablement des cuivres gris, a été envisagé sur le site de traitement fouillé en 1989 et daté du I^{er} s. de n. è. (Cauuet *et al.* 1999 : 297-298). A La Loba, C. Domergue et F. Tollon envisagent là-encore un grillage partiel des minéraux de cuivre, dominés par la chalcopryrite, associée à des minéraux d'argent, de plomb, d'antimoine, d'arsenic et de nickel, afin de provoquer le départ de seulement une partie du soufre (Domergue, Tollon 2002 : 75-77).

Traitement d'un minerai de plomb ou ajout de plomb ?

La présence récurrente de plomb est une autre caractéristique importante des échantillons analysés. Dans les scories de type 1 et 2, cet élément apparaît sous forme métallique et sulfurée dans les inclusions et constitue l'un des composants du verre. Cet élément apparaît encore dans l'échantillon de type 3, mais cette fois-ci uniquement sous forme métallique, dans les inclusions métalliques et sulfurées à dominante Cu. Il est enfin présent sous forme métallique dans le résidu CDO140, associé au cuivre métal et en remplissage des microfissures de la phase sulfurée Cu_2S .

La présence de plomb dans les scories encore riches en sulfures de cuivre et en éléments traceurs du minerai (Sb, As) incite à penser que le plomb a été introduit dans le processus métallurgique au moment du traitement des minerais. On peut bien évidemment supposer qu'il était présent initialement dans le minerai. Les deux principaux minerais de plomb, la galène et la bournonite, apparaissent dans le cortège sulfuré des gisements du Mont-Marcus (Auriac), dans la haute vallée de l'Orbieu. Ces deux minéraux sont de plus bien présents dans les gisements sulfurés de la partie méridionale du secteur de Lacamp, où ils sont en particulier associés à une

série de sulfosels de plomb, argent et nickel et à la tétraédrite (Giannoni 1990 : I, 369-379). On ne peut écarter l'hypothèse d'un traitement de minerais Cu-Pb extraits de l'un de ces gisements, tous situés à une dizaine de kilomètres du site.

Mais ce cas de figure n'est pas le plus probable. Dans le secteur du Sarrat de Germa, où se trouvent les gisements miniers les plus proches du site, la galène ne semble dominer que le cortège sulfuré du gisement des Fénals²⁶². Dans les autres gisements, elle paraît relativement rare. Sur l'ensemble des échantillons de minerai prélevés dans des travaux miniers antiques (Tistoulet, Aigas Caudas, La Caunetta) et analysés à la microsonde, la bournonite est absente et la galène n'apparaît qu'à trois reprises (annexe V). Elle prend alors la forme de petites plages de quelques dizaines de microns isolées dans la gangue siliceuse et barytique. Le plomb n'apparaît pas dans la tétraédrite. Dans les analyses globales d'échantillons provenant du même secteur, le plomb est présent uniquement en traces (< 1 %_{mass} Pb). A. Subra et A. Giannoni formulent la même remarque, notant que la galène n'est présente qu'en traces dans le filon d'Esquina d'Ase (Subra 1970 : 20-25 ; Giannoni 1990 : I, 266).

Dans l'hypothèse où le minerai traité était pauvre en plomb, il faut supposer un ajout de ce dernier. Sous quelle forme ? Des inclusions aux contours irréguliers dont les caractères optiques et les compositions sont similaires à ceux de la galène pourraient correspondre à des reliquats de galène partiellement transformée [CDO42-2, CDO43-1] (fig. I-67). Ils permettraient d'envisager l'introduction de plomb sous cette forme.

label	S	Fe	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Sn	Sb	Pb	Total
CDO42-2-3	14,02	0,00	0,51	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	84,37	99,13
CDO42-2-2	14,38	0,00	1,00	0,04	0,62	0,00	0,16	0,00	0,00	85,97	102,20
CDO42-2-4	14,45	0,00	0,72	0,02	0,06	0,16	0,00	0,00	0,00	86,00	101,41
CDO42-2-7	14,06	0,00	1,10	0,02	0,17	0,00	0,26	0,00	0,00	83,96	99,56
CDO43-1-1	14,41	0,00	1,16	0,01	0,15	0,00	0,03	0,00	0,00	84,50	100,25
CDO43-1-2	13,89	0,00	3,30	0,00	0,31	0,00	0,19	0,00	0,00	81,53	99,23
CDO43-1-3	14,18	0,00	1,92	0,04	0,00	0,05	0,11	0,02	0,00	85,34	101,67

Fig. I-67 : analyses des plages sulfurées PbS (galène ?) des inclusions CDO42-2 et CDO43-1 (%_{mass}, MSE).

Néanmoins, la présence de sulfures de plomb dans les inclusions néoformées ne constitue pas en soi un élément déterminant. Dans une atmosphère nettement sulfurée et à températures élevées, le plomb peut en effet aisément réagir avec le soufre pour former un sulfure de plomb (Ditte 1891 : 475-476 ; 1902 : 289-290)²⁶³.

Il ne faut pas exclure l'introduction de plomb sous forme métallique au cours du traitement d'un minerai Cu-Sb-As. Sur le site de Monte-Romero, V. Kassianidou envisage l'ajout de plomb métal désargenté lors de la première étape du traitement du minerai sulfuré (Kassianidou 2003 : 203-204). Une pratique similaire est supposée à la Loba lors du traitement

²⁶² Aucune trace d'activité antique n'a toutefois été distinguée à ce jour sur ce gisement.

²⁶³ La présence d'autres éléments (Cu, As, Sb) associés à PbS pourrait constituer un argument en faveur de l'hypothèse de reliquats de galène, dans la mesure où celle-ci afficherait en théorie une composition plus hétérogène qu'un sulfure de plomb néoformé à partir de plomb.

d'un minerai sulfuré de cuivre et argent (Domergue, Tollon 2002 : 75). Il interviendrait cette fois-ci après l'étape de fusion pour matte, au cours de la phase de liquation*. Celle-ci consisterait dans ce cas précis en une fusion modérée de la matte durant laquelle serait ajouté le plomb métal. Dans les deux cas, les auteurs s'appuient sur les taux élevés en plomb de certains types de scories. A. Anguilano *et al.* proposent eux aussi l'ajout de plomb sous forme métallique lors du traitement de la jarosite, un sulfate hydraté de fer $KFe^{3+}_3(OH)_6(SO_4)_2$ pauvre en plomb, sur le site romain de Rio Tinto. Dans leur démonstration, les auteurs mettent en avant les résultats d'une étude isotopique croisée de lingots de plomb provenant de Cartagène et de déchets découverts sur le site. Les mines de la région de Carthagène seraient selon eux la ou l'une des zones d'origine du plomb métal utilisé par les métallurgistes, qui auraient compensé par cet ajout la pauvreté en plomb du gisement exploité à Rio Tinto (Anguilano *et al.* 2010 : 273-276).

Dans les trois cas présentés ci-dessus, l'ajout de plomb répond à un but : collecter l'argent présent dans des minerais à l'origine pauvres en plomb, en mettant à profit la plus grande affinité de l'argent pour ce métal (Bachmann 1993 : 489 ; Domergue 2008 : 159-160 ; L'Héritier 2012 : 190). Cette pratique est déjà connue de Pline l'Ancien :

« Venons-en à l'extraction de l'argent, qui est la seconde folie des hommes. On ne le trouve que dans des puits, et rien n'en annonce les gisements, car il ne se présente pas en paillettes brillantes comme c'est le cas pour l'or. Le minerai est tantôt rouge, tantôt cendré. On ne peut le réduire qu'en y ajoutant du plomb noir ou de la veine de plomb qu'on appelle galène et qu'on trouve généralement à proximité des veines d'argent²⁶⁴ ».

Or, sur le site du Camp del Oliu, plusieurs indices fournissent un éclairage intéressant sur la présence récurrente du plomb dans les déchets métallurgiques analysés, qui paraît répondre au même objectif.

Une métallurgie de l'argent

Par sa morphologie, l'aspect de sa surface et celui de sa matrice, l'échantillon CDO143 correspond de toute évidence un rouleau de litharge (PbO) (Bachmann 1993 : 492). Morphologiquement, il est similaire aux rouleaux trouvés dans le village de mineurs tardo-républicaine de La Loba (Domergue, Tollon 2002 : 70-71), à Rio Tinto (Craddock 1995 : 231) ou au Laurion (Conophagos 1980 : 325). Ce type d'élément est produit lors de l'opération de coupellation, au cours de laquelle est traité le plomb d'œuvre enrichi en argent et issu de la liquation ou de la réduction des minerais de plomb (cf. p. 64). Loin d'être un déchet rejeté par les métallurgistes, la litharge peut être réduite à son tour afin d'obtenir du plomb métal

²⁶⁴ « *Ab his argenti metalla dicantur, quae sequens insania est. Non nisi in puteis reperitur nullaque spe sui nascitur, nullis, ut in auro, lucentibus scintillis. Terra est alias rubra, alias cineracea. Excoqui non potest, nisi cum plumbo nigro aut cum uena plumbi – galenam vocant –, quae iuxta argenti uenas plerumque reperitur* » (Pline l'Ancien, *Hist. Nat.* : XXXIII, 31-95). Pour P. Craddock, Pline l'Ancien ferait ici référence à la jarosite, étant donné la couleur des minerais argentifères qu'il mentionne (Craddock 1995 : 216-217).

(Téreygeol, Happ 2000 : 201 ; Peris Vicente *et al.* 2008 : 144)²⁶⁵. Elle a aussi fait l'objet d'un commerce durant l'Antiquité, et a été utilisée tel quel en particulier dans la pharmacopée antique (Rehren *et al.* 1999a ; Domergue, Tollon 2002 : 70). Pline l'Ancien consacre plusieurs passages aux différents usages et aux modes de préparation de ce matériau, qu'il nomme écume d'argent (Pline l'Ancien, *Hist. Nat.* : XXXIII, 34, 105-110)²⁶⁶. Les cargaisons de litharge de l'épave phénicienne du Puerto de Mazarrón, près de Cartagène (Renzi *et al.* 2009 : 2594) et de l'épave Planier 3, découverte au large de Marseille et datée du I^{er} s. av. n. è., apportent un éclairage singulier sur son commerce (Tchernia 1969 : 489)²⁶⁷.

L'analyse du rouleau de litharge dans le but de caractériser la composition du matériau traité lors de la coupellation n'a pu être réalisée (Pernicka *et al.* 1998 ; Bayley, Eckstein 2006). Bien qu'une origine exogène ne soit pas à écarter²⁶⁸, l'hypothèse d'une production *in situ* semble toutefois la plus vraisemblable. Cette proposition incite à replacer sur le site une opération de coupellation. Elle facilite la compréhension des données présentées dans les pages précédentes. Dans ce cas de figure, en effet, la présence récurrente de plomb dans les déchets témoignerait d'un processus volontaire de cofusion de plomb – sous une forme à ce jour non déterminée précisément – et d'un minerai Cu-Sb-As argentifère afin de concentrer dans le plomb l'argent contenu dans ce minerai. Ce type d'opération se rapprocherait des processus mis en évidence à la Loba, à Monte-Romero ou à Rio Tinto sans que l'on puisse pour l'instant en restituer précisément les étapes. Toutefois, les observations réalisées sur l'échantillon CDO101 [CDO101-1 et 101-3] apportent un éclairage sur le passage de l'argent dans le plomb à partir d'un composé métallique Cu-Sb vraisemblablement issu du traitement d'un minerai Cu-Sb-As. Ce plomb est en effet riche en argent (3 %_{mass} Ag). Dans le cas de l'inclusion CDO101-1, il contient une multitude de plages argentifères dont les taux oscillent entre 56 et 88 %_{mass}. Le plomb de cet échantillon est nettement plus argentifère que les sulfures de plomb et le plomb métallique des scories de type 1 et 2 (cf. p. 235). Dès lors, on peut éventuellement voir là un critère permettant de discriminer deux catégories de déchets, relevant peut-être de deux étapes distinctes, le type 3 ayant été produit près du terme du processus de concentration de l'argent

²⁶⁵ Pour cette opération, un simple creuset suffit. Placé dans un foyer, il est recouvert de charbon de bois pour créer une atmosphère réductrice au contact de l'oxyde de plomb (Téreygeol 2003 : 69).

²⁶⁶ Il en distingue trois variétés, « *qui se produisent par la fusion de leur matière de base : elles coulent d'un creuset supérieur dans un creuset inférieur d'où on les enlève avec des brochettes de fer, puis on les fait tourner sur la brochette dans la flamme, pour en limiter le poids. Car, comme son nom l'indique, c'est l'écume d'une matière en ébullition et en train de se constituer* » (« *Omnis autem fit excocta sua materia ex superiore catino defluens in inferiorem et ex eo sublata uericulis ferreis atque in ipsa flamma conuoluta uericulo, ut sit modici ponderis. Est autem, ut ex nomine intellegi potest, feruescentis et futurae materia spuma* ») (Pline l'Ancien, *Hist. Nat.* : XXXIII, 34, 107).

²⁶⁷ Le poids total de litharge remontée à la surface au cours de la seule campagne de fouille de juin 1968 était de 41,5 kg. Une autre cargaison d'épave contenant de nombreux rouleaux de litharge et des amphores italiennes a été identifiée dans les années 1950 près des côtes languedociennes. L'origine de la cargaison et l'emplacement de l'épave ne sont pas clairement déterminées (information orale M.-P. Jézégou, 25 mars 2013).

²⁶⁸ Dans le cas d'une origine exogène, on peut supposer qu'il n'a pas été apporté sur le site afin de servir d'ingrédient pour la fabrication d'une pommade utilisée pour faire disparaître les « cicatrices disgracieuses et les taches de la peau » (Pline l'Ancien, *Hist. Nat.* : XXXIII, 34, 110)²⁶⁸, mais qu'il devait plutôt intégrer le processus métallurgique. La litharge a pu en effet être utilisée comme ajout de plomb lors du traitement des minerais de cuivre argentifères (Bachmann 1993 : 488-489). Le retraitement de la litharge par le biais d'un ajout au cours de la fusion du minerai permettait par ailleurs de récupérer l'argent encore piégé éventuellement dans la litharge (Rehren *et al.* 1999a : 307).

dans ce qu'il faut bien appeler le plomb d'œuvre. Ceci expliquerait les différences morphologiques et chimiques perçues au niveau de la matrice et des inclusions entre ce type et les types 1 et 2. Nous sommes toutefois conscient que la fouille de l'atelier, parallèlement à de nouvelles analyses, est désormais une nécessité afin de faire la lumière sur ces propositions.

Bilan intermédiaire

Bien que beaucoup reste à faire pour disposer d'une vision précise de l'exploitation des gisements non-ferreux des Corbières durant l'Antiquité, il apparaît clairement que les interventions ne se sont pas limitées à cette époque au secteur du Sarrat de Germa. Les vestiges identifiés dans le secteur de Palairac-Maisons, dans la haute vallée du Torgan et dans la haute vallée de l'Orbieu vont dans le sens d'une large mise en valeur des gisements de cuivre, argent et plomb du massif des Corbières. Les données chronologiques actuellement disponibles font état d'une phase d'activité centrée sur le II^{ème} et la première moitié du I^{er} s. av. n. è., aucun élément ne permettant d'envisager une poursuite des interventions après le milieu du I^{er} s.

Les mineurs n'ont pas hésité à intervenir sur des gisements particulièrement réduits, tels que les indices du Pech Cauneille, de la Cauna en Lairou ou de Pech Courbère. Plus encore que l'exploitation en grand d'un important gisement minier, ces interventions limitées, que l'on pressent nombreuses, illustrent à nos yeux l'ampleur du phénomène minier touchant les Corbières à la fin du I^{er} millénaire av. n. è. Les mineurs paraissent avoir procédé à de larges reconnaissances des terrains minéralisés. Ces observations iraient dans le sens d'un vaste mouvement d'exploration des potentialités du massif à l'époque tardo-républicaine.

Certes, l'activité identifiée à l'Abeilla et peut-être celle de Peyrecouverte-La Canal démontre que ces gisements ont pu, ponctuellement, soutenir une exploitation d'importance. Dans ce domaine, la galerie de La Canal constitue un cas assez symptomatique, malgré le problème posé par sa datation. Son gabarit, les techniques mises en œuvre et les modalités de creusement, en font en effet un ouvrage exceptionnel. Son creusement a nécessité certainement un lourd investissement. Le profit qu'espérait en tirer son promoteur en valait la peine à ses yeux. Plus que l'ampleur du gisement, vraisemblablement d'extension assez limitée, cet ouvrage illustre l'intérêt représenté par la ou des substance(s) recherchée(s). Nous ne savons évidemment pas si l'exploitant est rentré dans ses frais. Néanmoins, le cas de la galerie de la Canal illustre à nos yeux la valeur que pouvaient avoir les petits gisements de cuivre, plomb et argent des Corbières. En somme, la taille d'un gisement ne traduit pas sa richesse. L'ouverture de petites mines sur des gisements réduits mais riches peut constituer l'indice d'une activité importante d'un point de vue économique.

L'étude prospective des déchets provenant du site métallurgique du Camp del Oliu a permis de caractériser la nature des minerais extraits et des substances recherchées. Il ne fait plus de doute désormais que les cuivres gris des Corbières ont été recherchés durant l'Antiquité. C'est en effet un minerai sulfuré Cu-Ag type cuivres gris qui a été traité au Camp del Oliu, en cofusion avec du plomb, introduit sous une forme indéterminée (minerai ? métal ? autre ?). L'objectif d'un tel processus paraît avoir été l'extraction de l'argent présent dans le minerai sulfuré Cu-Ag, selon des modalités qui restent à éclaircir. Or, le principal minéral du groupe des

cuivres gris identifié dans les Corbières, la tétraédrite, affiche des taux d'argent inférieurs généralement à 2 %. La restitution proposée ci-dessus impliquerait dès lors que les métallurgistes du Camp del Oliu aient été capables de traiter des cuivres gris modérément ou faiblement argentifères, contrairement à l'opinion de certains auteurs (L'Héritier 2012 : 190). Néanmoins, une mise en perspective de ces résultats avec les données recueillies dans le Serrat de Germa, la zone d'approvisionnement potentielle la plus proche du site du Camp del Oliu (fig. 205), invite à nuancer cette proposition. Nous avons vu en effet que la partie oxydée des filons de cuivres gris et chalcopirite pouvait être enrichie en argent. Or, ces zones d'altération supergène paraissent avoir été exploitées prioritairement durant l'Antiquité. Dans ces conditions, il faut peut-être envisager le traitement sur le site du Camp del Oliu d'un minerai primaire partiellement oxydé et enrichi en argent, hypothèse que seule une analyse géoarchéologique détaillée des gisements mise en valeur durant l'Antiquité permettrait de vérifier.

Le travail réalisé sur l'exploitation antique des gisements non-ferreux des Corbières soulève toutefois de nombreuses questions, en particulier dans le domaine technique et économique. En effet, notre approche ne permet pas de restituer dans le détail les différentes étapes de la chaîne opératoire. Dans ce domaine, la méconnaissance des structures de traitement est un véritable handicap. Par ailleurs, on peut s'interroger sur la démarche suivie par les métallurgistes du Camp del Oliu et sur la viabilité des procédés utilisés. Le site était réellement entré dans une phase de production à partir de minerai de type Cu-Ag ? Les quantités de déchets observés en surface sont assez faibles, et rien n'indique une production conséquente d'argent. Une question similaire se pose à propos du cuivre. Visiblement, les procédés métallurgiques mis en œuvre sur le site ont permis d'obtenir ce métal. Néanmoins, nous ne savons pas si ces éléments ont été abandonnés volontairement ou simplement perdus par les métallurgistes. C'est là une question délicate et récurrente sur les sites de traitement des minerais non-ferreux (Fluck *et al.* 1994 : 153). Nous ne disposons d'aucune preuve permettant d'envisager une dernière étape d'épuration du cuivre, destinée à évacuer les impuretés qu'il contient, nombreuses dans l'échantillon CDO14. Notons toutefois que la circulation de lingots de cuivre affichant quelques pourcents de plomb est une réalité durant l'Antiquité (Rico *et al.* 2006 : 464-465 ; Klein *et al.* 2007).

4. L'EXPLOITATION DES GISEMENTS DE FER DES CORBIÈRES

Le massif des Corbières est l'une des principales zones ferrifères du Languedoc occidental, et plus largement de la Gaule méditerranéenne. Les découvertes réalisées dans les années 1970 et 1980 dans quelques microrégions du massif démontraient clairement que les gisements de fer du massif avaient été exploités durant l'Antiquité (cf. p. 82 ; Rancoule, Solier 1977 ; Cambon 1989 ; Langlois 1989 ; Pauc, Pauc 1998). Pour autant, plusieurs zones d'ombre persistaient. Tout d'abord, l'ampleur réelle de l'activité n'était pas clairement caractérisée, faute de programmes de recherche spécifiques réalisés à l'échelle de l'ensemble du massif et incluant un important travail d'inventaire des sites d'extraction et de traitement des minerais. De fait, la chronologie de l'activité était établie sur des bases peu solides, reposant uniquement sur les éléments de mobiliers identifiés sur quelques sites de traitement et à proximité de travaux miniers, et dont la position, dans ces derniers cas, ne permettait pas de les lier en toute certitude à une intervention minière antique. Enfin, les modalités techniques de cette production n'avaient pas été abordées.

Les recherches réalisées entre 2010 et 2012 sur la production de fer des Corbières visaient à préciser l'ampleur, la chronologie et l'organisation spatiale et économique de la production. Cet objectif a nécessité un long et fastidieux travail d'inventaire complété par une série de sondage (cf. p. 126), après une recherche documentaire qui a bénéficié en partie de l'enquête réalisée par G. Langlois (Langlois 1987 ; 1989). Le travail prospectif a été complété par sept sondages, réalisés entre 2010 et 2012 sur six amas de scories et un site minier (Maintenant 2010 ; Maintenant 2011a)²⁶⁹. Nous n'avons pas pu approfondir l'approche technique préliminaire engagée à partir de 2011 (étude des déchets ; cf. p. 136). De fait, ce travail vise avant tout à proposer un premier cadre technique, dans une réflexion orientée vers l'étude de l'organisation de l'activité. Les résultats obtenus durant ces trois années d'enquêtes permettent de dresser un premier bilan sur l'exploitation des gisements de fer des Corbières durant l'Antiquité. Toutes périodes confondues, quatre cent soixante-et-onze sites ou indices de sites liés à l'exploitation des gisements de fer des Corbières ont été recensés. Ils sont partagés en cent quarante-et-un sites de réduction ou indices de sites²⁷⁰ et trois cent trente travaux miniers, dont une majorité est regroupée en trente-huit mines.

4.1. L'extraction des minerais

4.1.1. Les ressources en fer : localisation et caractéristiques géologiques

Plus d'une centaine de gisements de fer sont répartis sur l'ensemble du massif des

²⁶⁹ Rappelons qu'il s'agit des sites de réduction de Vicence 4, Vicence 5 et Fourques 1 (Talairan), Lizadou 1 (Albas), Caraillet 1 (Palairac) et de la mine de Montredon et du site métallurgique Montredon 4 (Albas).

²⁷⁰ Ce chiffre n'englobe pas les établissements minéralurgiques et métallurgiques modernes et contemporains (fours de grillage et forges à la catalane). Aucun haut-fourneau* ne semble avoir été implanté dans le massif.

Corbières (fig. 39 et 113). Une majorité correspond à des dépôts en amas relativement homogènes, minéralisés en fer et manganèse. Des gisements distincts, généralement plus réduits – filons de sidérite, chapeaux de fer et dépôts sédimentaires – complètent le tableau.

Amas de fer manganésifère (oxydes, hydroxydes et carbonates de fer)

Ces gîtes sont encaissés dans les calcaires dévoniens du massif de Mouthoumet, dans les Hautes Corbières et dans une petite écaille dévonienne affleurant dans la montagne d'Alaric, au nord du massif. Leur mode de formation est discuté (Pouit, Fortuné 1980 : 116-118). Aux yeux de certains auteurs, il s'agirait de gisements hydrothermaux de substitution des terrains carbonatés dévoniens. Ils se seraient constitués par le biais d'une circulation de solutions endogènes d'origine profonde et riches en fer qui aurait entraîné la formation d'amas de carbonates de fer par métasomatose. Ces amas auraient été par la suite remaniés par des phénomènes de karstification de la roche encaissante et d'altération supergène des carbonates, entraînant la formation d'épais dépôts d'oxydes et hydroxydes de fer dans la partie supérieure des gisements (Guitard, Pelissonnier 1956 ; Horon 1977 : 155). Ils seraient alors assez similaires à certains gisements de fer connus dans le massif du Canigou et dans le Vicdessos, en Ariège (Horon 1977 : 154-155 ; Pouit, Fortuné 1980 : 116-118 ; Ploquin 2001 : 317).

D'autres auteurs, en revanche, proposent d'y voir des concentrations exogènes d'origine volcano-sédimentaire (Ovtracht 1963 : 43-44). Il s'agirait de remplissages de cavités karstiques creusées dans les calcaires dévoniens émergés. Constitués de matériaux ferro-manganésiens carbonatés provenant d'un lessivage continental ou formés en milieu marin, ces remplissages se seraient mis en place à l'époque tournaisienne (Carbonifère) lors des premières manifestations de la mer dinantienne envahissant la région. L'altération ultérieure de ces carbonates aurait entraîné la formation d'une zone oxydée dans la partie supérieure des gisements (Jaeger, Ovtracht 1955 : 417-419 ; Jaeger, Ovtracht, Routhier 1956 ; Routhier 1963 : 1065-1069 ; Giannoni 1990 : 244-253).

A vrai dire, la question du mode de formation de ces gisements ne semble pas tranchée. Certains auteurs ont d'ailleurs envisagé une solution intermédiaire. Les dépôts originels inclus dans les formations dévoniennes seraient syngénétiques et hydrothermaux-sédimentaires, et auraient subi dans un second temps des remaniements et remobilisations, y compris, localement, dans des karsts d'âge tournaisien creusés dans les formations du Dévonien (Esparseil 1926 : 108-109 ; Esparseil 1957 ; Lougnon 1981 : 32).

Quoi qu'il en soit, dans ces gisements, la goethite est le minéral principal, associé à l'hématite et à la limonite (Giannoni 1990 : I, 244-253 et II, 60-61 ; Krawczyk 1991 : 67)²⁷¹. Goethite et hématite apparaissent en masse ou sous forme cristallisée (cristallisation botryoïdale dans le cas de la goethite, tabulaire dans le cas de l'hématite) (fig. 208 et 209). Des carbonates (sidérite, ankérite) complètent généralement ce cortège, en particulier dans les zones profondes des gîtes. Aucune analyse des teneurs en fer n'a été menée dans le cadre de notre enquête. D'après les analyses réalisées au XX^{ème} s., plus particulièrement par E. Krawczyk, ces minerais

²⁷¹ E. Krawczyk a étudié en particulier des échantillons de minerai provenant des gisements de La Faliera, Roca Negra, La Cauna d'Azalbert, Las Coupes, col de l'Estanol, La Pelade et Monthaut, situés dans le secteur du plateau de Lacamp (Krawczyk 1991 : 54-71).

afficheraient des valeurs moyennes situées entre 45 et 55 % Fe²⁷². Ils contiennent une proportion élevée de manganèse (1 à 7 % MnO, moyenne de 3,5 % MnO ; Krawczyk 1991 : 149), sous la forme de manganite, de pyrolusite et de wad, et une part infime de phosphore et de soufre (Esparseil 1926 ; Esparseil 1963 ; Krawczyk 1991 : 56-69, 70-71, X-XIV) (annexe VII).

Dans les Hautes Corbières, ces dépôts se concentrent sur le plateau de Lacamp et les collines voisines, où prédominent les terrains dévoniens (fig. 39, 113 et 207). Sur une surface d'environ 20 km², près d'une soixantaine de gisements sont recensés, généralement encaissés près du contact entre les formations dévoniennes et les schistes carbonifères, dans un encaissant calcaire dolomitisé et silicifié près des épontes des amas (Esparseil 1926 ; Jaeger, Ovtracht 1955 : 417-418 ; Jaeger *et al.* 1956 : 494-495 ; Giannoni 1990 : I, 251). De morphologie très irrégulière, les gisements prennent généralement la forme de chapelets d'amas ferrifères discontinus, souvent reliés entre eux par des fissures minéralisées traversant des zones calcaires stériles d'épaisseur métrique à décamétrique²⁷³. Ces dépôts sont dans l'ensemble d'extension limitée. D'après les témoignages des exploitants et ingénieurs des mines intervenus sur ces gisements aux XIX^{ème} et XX^{ème} s., ils dépassent rarement 200 m de longueur et quelques dizaines de mètres d'épaisseur (Esparseil 1893 ; Esparseil 1926 ; Langlois 1987). Les plus importants, situés au centre du plateau, autour de la mine de Las Coupes, atteindraient une centaine de mètres d'extension verticale. Des épandages de nodules de goethite et d'hématite sont fréquents dans les horizons terrigènes recouvrant le substrat calcaire. Ils se sont mis en place suite au démantèlement progressif des affleurements des amas Fe-Mn (fig. 210).

D'autres amas de cette catégorie affleurent à l'ouest des Corbières (fig. 113) en particulier dans les secteurs de Villardebelle, Arques et Rennes-les-Bains (Esparseil 1894 ; BRGM 1989). Ils sont dans les calcaires griottes du Dévonien supérieur, et présentent une morphologie semblable aux précédents. Ils s'en distinguent toutefois par le caractère nettement plus manganésifère de leur minerai, à base d'oxydes, d'hydroxydes et de carbonates de manganèse dont les teneurs moyennes varient de 20 à 52 % Mn et 1 à 34 % Fe (Esparseil 1963 ; Lougnon 1981 : 60-66 ; Ancel 2004 : 7-9). Ils côtoient des amas essentiellement ferrifères, de minéralogie similaire à ceux du plateau de Lacamp mais nettement moins fréquents que ces derniers (Jaeger, Ovtracht 1955 : 418).

Filons de sidérite à chapeau de fer (oxydes et hydroxydes)

Des filons de sidérite à goethite, limonite, pyrite et chalcopryrite sont encaissés dans les schistes siluriens et ordoviciens. Généralement peu développés, ils affleurent en particulier dans la vallée de l'Orbieu, où se trouve le plus important filon de ce type reconnu à ce jour. Situé sur

²⁷² Le choix des échantillons prélevés pour analyse est variable d'un auteur à l'autre, et peut être parfois très contestable du point de vue de la représentativité statistique de l'ensemble de la minéralisation, en particulier dans le cas des analyses de minerais publiées par R. Esparseil.

²⁷³ Il faut noter l'existence, dans la partie méridionale de ce premier secteur, au niveau du Monthaut et du plateau de Peyrecouverte, à proximité des affleurements du Trias, d'amas de barytine à silice et sulfosels se surimposant aux dépôts de fer (Giannoni 1990 : I, 251). Ce phénomène, décrit dans le chapitre précédent, n'est pas sans conséquence d'un point de vue économique, comme nous le verrons par la suite.

la commune de Montjoi, il dépasse 300 m de long, pour une épaisseur de 0,50 à 0,60 m (Esparseil 1963 : 117 ; Jaeger, Ovtracht 1955 : 413-414 ; Giannoni 1990 : II, 52-53).

Chapeaux de fer (oxydes et hydroxydes) sur filons sulfurés

Des zones d'altération superficielle, les chapeaux de fer, peuvent se développer dans la partie supérieure des gisements sulfurés du massif de Mouthoumet, suite à l'oxydation supergène des sulfures, selon un processus décrit dans la partie I (p. 34). Les minerais constituant ces dépôts, à base essentiellement d'oxydes et hydroxydes de fer, peuvent afficher des teneurs très élevées en fer, allant jusqu'à 70 % Fe (Tollon, Béziat 2004 : 35-36). Des formations de ce type ont été reconnues au-dessus des filons de quartz encaissés dans les terrains primaires du massif de Mouthoumet, en particulier les gisements de sphalérite, pyrite, galène et chalcopryrite situés dans la région de Rennes-les-Bains et dans le district minier de Palairac-Maisons, au sud-ouest du plateau de Lacamp (Jaeger, Ovtracht 1955 : 415-416).

Dépôts sédimentaires (oxydes et hydroxydes de fer)

Ce tableau peut être complété par des gisements d'origine sédimentaire situés dans les terrains secondaires du sud, de l'est et du nord des Corbières. Il s'agit notamment de petits amas karstiques à hématite et limonite, encaissés dans les calcaires jurassiques des Corbières orientales. Plusieurs d'entre eux affleurent en particulier entre Feuilla et Leucate (fig. 113). Des analyses réalisées dans la première moitié du XX^{ème} s. à partir de minerai prélevé dans les travaux de recherche ouverts alors sur ces gisements ont révélé la présence de fer à des teneurs élevées (entre 50 et 60 % Fe) et une proportion de manganèse quasi nulle (Esparseil 1963 : 116-117). Il existe par ailleurs des dépôts réduits de goéthite et limonite, prenant la forme de petites lentilles stratiformes ou d'épandages de nodules ferrugineux. Ces indices sont généralement associés aux grès crétacés du sud du massif de Mouthoumet (région de Soulatgé) et du nord des Corbières (massifs de Fontfroide et de Boutenac) (Euzet 1959 : 152-156 ; Combes 1962 : 375).

L'analyse de la répartition des ressources ferrifères des Corbières met clairement en évidence la place prépondérante occupée par le plateau de Lacamp, où se concentrent les principaux gisements du massif. Ce secteur a tenu depuis le Moyen Âge une place importante dans la production de fer des Corbières. C'est là qu'il faut placer les plus anciennes mines de fer mentionnées par les sources médiévales. Une enquête de 1214 précise en particulier qu'au milieu du XII^{ème} s., l'abbaye de Lagrasse possède tous les droits seigneuriaux de Palairac et perçoit les revenus de ses mines de fer²⁷⁴. Le document ne permet pas de les localiser avec précision mais il faut très certainement les situer au nord ou à l'ouest du village, sur le plateau de Lacamp ou plusieurs collines voisines (Langlois 2007 : 73). C'est encore là qu'il faut placer à l'époque moderne l'une des principales aires d'approvisionnement en fer des établissements sidérurgiques du bassin audois (Trouvé 1818 : 119-120 ; Langlois 1992 : 208). C'est là, enfin,

²⁷⁴ Pailhès 2000 : 109-114, acte 101.

que se trouvent les principales concessions de gisements de fer des Corbières, établies au XIX^{ème} s. (concessions de la Caune des Causses, de Serremijeanne-Las Coupes et de Fourques-La Bouchère des Clausels), dont l'activité se poursuit bon an mal an jusqu'à la fermeture de la dernière exploitation en activité (mine de Monthaut), au milieu du XX^{ème} s. (Esparseil 1893 ; Esparseil 1926 ; Langlois 1989).

De fait, ce secteur a retenu toute notre attention lors de la recherche documentaire et de l'enquête de terrain, qui ont révélé son rôle important dans la production de fer antique des Corbières²⁷⁵.

4.1.2. Au cœur de l'activité minière antique : les mines du secteur de Lacamp

Jusqu'aux années 1990, le paysage minier de Lacamp se caractérisait par une profusion de travaux – plusieurs centaines – ouverts sur les différents affleurements des amas de fer manganésifère. Une mise en sécurité réalisée au début des années 2000 dans deux des trois concessions établies dans ce secteur (Serremijeanne-Las Coupes et Fourques-La Bouchère des Clausels) a entraîné la destruction d'une partie des vestiges miniers.

Par conséquent, la synthèse qui suit ne constitue qu'une vision partielle des activités minières développées dans le secteur de Lacamp²⁷⁶. La diachronie est ici une nécessité. Elle est imposée par la superposition des travaux d'époques différentes sur les mêmes gisements, et par la difficulté de proposer une datation pour chacun d'entre eux. Ces facteurs impliquent de considérer dans leur globalité les différentes zones d'extraction. Néanmoins, nous avons cherché à alléger le propos en prenant en compte uniquement les mines où nous disposons d'indices d'une activité minière antique, ou à défaut antérieure à l'époque moderne.

Au total, trois ensembles de mines peuvent être distingués géographiquement : groupe de Monthaut au sud, groupe du plateau de Lacamp *stricto sensu* au centre, et groupe du bassin de la Berre, à l'est (fig. 206 et annexe II).

Groupe du Monthaut

L'ensemble méridional est centré sur la colline de Monthaut (599 m d'altitude), un massif calcaire constituant une longue crête d'axe N-S à NNO-SSE correspondant à la branche sud de l'unité dévonienne de Lacamp (fig. 211). Les amas de fer se concentrent en particulier sur la colline de **Monthaut**, où se trouve l'une des principales mines du secteur de Lacamp. Plus d'une quarantaine d'ouvrages y sont connus sur le versant sud-est, le versant est et le sommet de la colline, répartis sur près de 90 ha. Plusieurs amas de fer ont été ici exploités entre la cote 599 (sommet de la colline) et la cote 460, par le biais de fosses de quelques mètres à quelques

²⁷⁵ D'autres zones d'extraction du minerai de fer ont été distinguées dans les Corbières occidentales (vallée de l'Orbieu, haute vallée du Torgan, régions de Villardébelle et Arques), et les Basses-Corbières (massif de Boutenac, val de Dagne). Mais les ouvrages identifiés sont récents ou n'ont livré aucun élément de datation fiable (Ancel 2004 : 10-45 ; Maintenant 2009b : I, 45-49 ; 2010 : 39-40 ; 2011b : 17-18). De plus, ces zones minéralisées, plus réduites, ne peuvent en aucun cas rivaliser avec les mines du plateau de Lacamp.

²⁷⁶ Par ailleurs, il faut noter que l'ensemble du secteur n'a pu être prospecté.

dizaines de mètres de longueur et, plus rarement, de grandes tranchées, appelées « barrencs », pouvant atteindre une centaine de mètres de longueur et une vingtaine de mètres de profondeur²⁷⁷. Ces travaux sont généralement prolongés par des réseaux souterrains assez complexes constitués d'un ensemble de galeries de circulation et de chantiers d'exploitation. Cette mine a connu une importante activité entre la fin du XVIII^{ème} s. et le milieu du XX^{ème} s. Pour autant, tous les ouvrages observés sur la colline ne peuvent être rattachés à ces phases d'activité modernes et contemporaines. Il faut ainsi envisager très clairement une exploitation des amas du Monthaut à l'époque tardo-républicaine. En effet, une dizaine de fragments d'amphores italiques ont été découverts dans les années 1970 et 1980 et en 2011 dans cette zone, en particulier dans une galerie creusée à la pointerolle dans le « barrenc » Monthaut 4, dans la halde de la tranchée Monthaut 2 et sur plusieurs haldes de la mine qui n'ont pu être mises en relation avec des travaux en particulier (Rancoule, Solier 1977 : 34 ; Langlois 1987 : fiche Monthaut).

D'autres travaux miniers sont présents au *col du Telh* à 800 m au pied du versant nord de la colline de Monthaut. Deux petits ouvrages à ciel ouvert (Telh 1, 6 x 4 x 1,5 m ; Telh 4 : 4 x 2 m) ont été implantés sur des affleurements d'amas de goethite et hématite, au niveau du col. Une quinzaine de fragments d'amphores italiques appartenant à plusieurs individus, notamment deux lèvres d'amphore Dr1 A et/ou gréco-italiques tardives assez altérées (rapport H/L = 1), ont été identifiés autour de la fosse Telh 1, mêlés aux blocs de calcaires et de minerai de fer. Les autres travaux repérés dans ce secteur, une courte galerie creusée à l'explosif (Telh 3 ; 6 x 2 m) et une galerie comblée, précédée d'une plate-forme sur laquelle subsiste un tas de minerai de fer (Telh 2), ont été établis au pied du col, sur les versants est et ouest. Ils correspondent à des ouvrages de recherche ouverts au XIX^{ème} s.²⁷⁸

Enfin, à 1 km au nord du col du Telh, isolé au sud-est du plateau de La Matte, le site de la *Cauna das Caussès* correspond à un vaste chantier à ciel ouvert et souterrain de très grandes dimensions (46 x 20 x 25 m ; estimation minimale du volume 6000 m³) (fig. 212 et 213). Un amas d'oxydes et hydroxydes de fer a été exploité suivant une direction N285° et un pendage 80° SO. Il est prolongé vers un niveau inférieur par un puits de plus d'une dizaine de mètres, et une courte recherche en descenderie (fig. 214 et 215). Plusieurs tas de minerai et de stériles ont été entreposés dans le chantier. A l'extérieur, une halde s'étale sur le rebord et en contrebas des travaux, sur le versant est du plateau. D'après les sources écrites, le gisement de la Cauna das Causses a été exploité au milieu du XVIII^{ème} s. par le maître de la forge d'Auriac, dans la haute vallée de l'Orbieu, puis, de manière intermittente au début XIX^{ème} s. Les aménagements observés dans les travaux (murets de soutènement des stériles, escaliers bâtis en blocs de minerai et hypothétique four de grillage : fig. 216) doivent sans doute être rattachés à cette phase d'activité. Par la suite, aucune réelle mise en valeur du gisement n'est engagée, les propriétaires de la concession concentrant leurs efforts sur les amas plus importants du Monthaut (Langlois 1987 : fiche Caune des Causses). Nous n'avons identifié aucun indice d'une intervention antique sur ce point. Nous verrons toutefois que la toponymie apporte des

²⁷⁷ La tranchée la plus vaste (Monthaut 4) atteint une centaine de mètres de longueur, une dizaine de mètres de largeur et près d'une vingtaine de mètres de profondeur.

²⁷⁸ A.D. Aude, S 752, 17 juillet 1832 ; Langlois 1987 : fiche Le Teilh.

indications sur l'ancienneté de l'activité développée à la Cauna das Causses (cf. p. 261).

A ces trois mines s'ajoutent les zones d'extraction identifiées sur le plateau de **Peyrecouverte**, au sommet du **Pech Cauneille** et à la **Cauna en Lairou**, présentées dans le chapitre précédent. Sur chacun de ces points, les travaux identifiés en surface, ouverts sur des amas d'oxydes et hydroxydes de fer sur lesquels s'est surimposée une minéralisation barytique à sulfosels de cuivre et de plomb, mesurent quelques mètres à quelques dizaines de mètres de longueur tout au plus. Le mobilier archéologique recueilli en surface dans les haldes et autour de ces sites correspond exclusivement à des fragments d'amphores italiques et du matériel contemporain.

Groupe du plateau de Lacamp s. s.

Le groupe central englobe une série de mines situées sur le plateau de Lacamp *stricto sensu*, encadré par une série de sommets dont les plus élevés culminent à 630 m d'altitude. Ce plateau abrite, et de loin, la plus grande concentration de sites miniers des Corbières centrales, témoignages d'une activité inscrite dans la longue durée (fig. 217).

Le cœur de la zone d'extraction de Lacamp se situe entre les collines de Serre Mijane et Las Coupes, au nord du plateau du Prat de Labat. C'est là que les activités minières modernes et contemporaines ont connu les développements les plus importants, motivés notamment par l'ampleur des gisements de fer présents dans cette zone, plus particulièrement sur la colline de Serre Mijane, où se situait l'une des mines les plus importantes du plateau de Lacamp à partir du XVIII^{ème} s.²⁷⁹

Le gisement affleurant au sommet de cette colline est formé d'un ensemble d'amas karstiques encaissés dans les calcaires du Dévonien inférieur à moyen, à proximité du contact SO-NE entre les terrains calcaires dolomitiques du Dévonien inférieur à moyen, au sud-est, et les ampélites noires et les bancs calcaires du Dévonien basal (fig. 218). La mine de **Serre Mijane** couvre une superficie assez limitée – 4 ha – et comprenait, avant les travaux de mise en sécurité, une trentaine d'ouvrages miniers, pour la plupart détruits aujourd'hui. Il s'agissait essentiellement de fosses de moins de 15 m de diamètre ou longueur, seuls sept ouvrages dépassant cette taille²⁸⁰. La plupart étaient prolongés en profondeur par des réseaux d'ampleur vraisemblablement importante. Explorant l'un de ces réseaux dans les années 1870, M. Esparseil y découvre des chantiers souterrains considérables, précisant qu'il y a même « *danger à descendre trop bas, on risquerait de ne pouvoir remonter, car les travaux anciens paraissent descendre en contre bas du ravin et du ruisseau de Las Coupes* » (Esparseil 1893 : 223-228). Les informations données par M. Esparseil sont reprises par A. Caillaux en 1875, pour qui « *les anciens sont descendus à 160 m de profondeur* » à la mine de Serre Mijane (Caillaux 1875 : 543). L'identification de ces travaux pose problème, aucun site d'une telle ampleur n'ayant été découvert pour l'heure sur la colline. Sans pour autant accorder trop de crédit au chiffre avancé par A. Caillaux, on peut estimer que ces descriptions illustrent l'ampleur de l'activité développée à Serre Mijane. Faut-il voir là

²⁷⁹ Les amas de fer de Serre Mijane sont exploités à partir de 1764 pour alimenter des forges des Corbières et de la Montagne Noire. En 1818, la zone de Serremijane passe pour la principale zone de production de fer de l'Aude (Trouvé 1818 : 119 ; Langlois 1987 : fiche Serre Mijane).

²⁸⁰ Le plus grand des ouvrages à ciel ouvert atteignait 25 x 30 m pour 5 à 6 m de profondeur.

uniquement les vestiges de l'exploitation moderne et contemporaine ? Peut-être pas, dans la mesure où quelques fragments d'amphores italiques ont été découverts sur la crête à proximité des travaux inventoriés (Serre Mijane 2), qui soulèvent la question d'une éventuelle exploitation du gisement de Serre Mijane à l'époque tardo-républicaine.

A l'est de la colline, les amas d'oxydes et hydroxydes de fer de **Las Coupes** sont encaissés dans les calcaires dolomitiques du Praguien-Emsien (Dévonien inférieur à moyen). Parmi la dizaine de travaux reconnus dans ce secteur, seuls deux paraissent de grande ampleur. La tranchée du Grand Barrenc (50 x 5 x 10 m min.) semble prolongée par des travaux souterrains d'ampleur inconnue (fig. 219). Située au nord de las Coupes, la Cauna d'Azalbert correspond quant à elle à une tranchée (25 x 4 m) s'enfonçant sur plus d'une vingtaine de mètres de profondeur (Las Coupes 5) et recoupée en profondeur par une galerie de recherche contemporaine (Las Coupes 6). Les autres ouvrages identifiés sont plus limités. Ils correspondent à de petits chantiers à ciel ouvert ou souterrains établis sur des amas isolés, tel que le chantier de la Cauna de Mathieu Rieu (Las Coupes 7, 15 x 4 x 3 m), situé dans le vallon de Las Coupes et réaménagé en bergerie au XVII^{ème} s.²⁸¹ (fig. 220). Sur le versant opposé au Grand Barrenc, un puits bouché à 3 m de la surface est associé à une petite halde (Las Coupes 13)²⁸². Plusieurs fragments d'amphores italiques ont été identifiés en contrebas du Grand Barrenc et sur la halde du puits Las Coupes 13. Enfin, un tessou de céramique DSP, datée du IV^{ème} s. a été découvert dans le chantier de la Cauna de Mathieu Rieu au cours d'un sondage ouvert dans les années 1980 (Cambon 1989 : 32-33). Trouvé dans des déblais stériles vraisemblablement rejetés dans le chantier pour rehausser le niveau de sol, il s'avère assez problématique et ne permet pas de fixer avec certitude un *terminus ante quem* à l'activité développée sur ce point.

Des découvertes similaires ont été réalisées dans les mines voisines de **La Pigasse**, de **Pantet** et du **col l'Estanhol**, qui ont aussi été en activité aux XVIII^{ème} s. et XIX^{ème} s. (Langlois 1987 : fiche Las Coupes, La Pigasse ; Maintenant 2010 : 58-70). Au total, plus d'une vingtaine de travaux ouverts sur des amas d'oxydes et hydroxydes de fer ont été identifiés sur ces trois points, sur une superficie totale d'environ 5 ha. La plupart correspondent à des fosses de petites à moyennes dimensions (L < 15 m ; prof. < 7 m), qui, dans certains cas, ne dépassent pas 2 à 3 m de diamètre. Deux longues tranchées (50 x 4/5 x 2/3 m et 70 x 4/6 x 2/7 m) aujourd'hui mises en sécurité complètent cet inventaire. Du mobilier céramique antique a été identifié sur chacun de ces trois points. A La Pigasse et au col de l'Estanhol, des fragments d'amphores italiques, dont une lèvre d'amphore gréco-italique ou Dressel 1A²⁸³, étaient présents dans ou à proximité immédiate de plusieurs fosses (Pigasse 4, 6, 7 et 8).

A la mine du Pantet, le matériel archéologique identifié autour des fosses est en revanche plus diversifié. Il comprend, outre des fragments d'amphores italiques, dont une lèvre d'amphore Dressel 1A, de la vaisselle, des éléments d'un conteneur de grand format²⁸⁴ et un

²⁸¹ A.D. Aude, 4^E 271 1G1, f° 63 v°, *compoix de Palairac*, 1692.

²⁸² A ces ouvrages s'ajoutent un ensemble de galeries ouvertes à l'explosif aux XIX^{ème} et XX^{ème} s., et correspondant à des travaux de recherche ayant parfois donné lieu à l'exploitation de petits amas (Las Coupes 1, Las Coupes 2, Cauna d'Azalbert 2...).

²⁸³ Lèvre d'amphore triangulaire à face supérieure concave et base horizontale, assez altérée (rapport H/L = 1,12).

²⁸⁴ Examiné par T. Le Dreff, ce matériel se compose de céramique non tournée indigène, dont un bord qu'il faut

bloc de roche métamorphique (18 x 10 cm). Il faut associer ce matériel à un lot de fragments d'amphores (Dressel 20, Pascual 1) et de céramique tournée très altérée, découvert à une cinquantaine de mètres au nord-est des fosses, sur un petit plateau (150 x 70 m) entre la mine du Pantet et celle de Serre Mijane (Pantet 4). Ce matériel se distingue nettement des éléments habituellement découverts autour des travaux miniers du plateau de Lacamp. Il renvoie vraisemblablement à une occupation (habitat temporaire ?) établie sur le plateau²⁸⁵.

En revanche, nous n'avons trouvé aucun indice de ce type dans les autres zones d'extraction du Prat de Labat (**Pech de Picheric, Homme-Mort**), où les travaux ouverts sont en tous points similaires aux petites fosses identifiées dans les trois mines précédentes. Toutefois, à la mine de l'Homme-Mort (2,3 ha) appelée aussi Pla del Barranc, une tranchée assez importante (50 x 2/4 x 2 m) figurait parmi les six ouvrages présents sur ce point avant la mise en sécurité des travaux²⁸⁶.

Plus à l'est, le Pech de Galhomet concentre une série de gisements Fe-Mn qui ont fait l'objet de nombreux travaux de recherche et d'exploitation entre le XVIII^{ème} s. et le début du XX^{ème} s. Au total, quarante-six ouvrages miniers sont actuellement recensés sur cette colline. Certains correspondent aux travaux de recherche réalisés au XIX^{ème} s., notamment à la Roca Blanca ou au Barrenc de l'Homme (Mantenant 2010 : 53-54). Mais les autres ouvrages identifiés ne peuvent être datés précisément. La plupart correspondent à des fosses de moins de 20 m de diamètre. Largement comblées pour la plupart, elles sont aujourd'hui profondes de quelques mètres au maximum.

Les travaux du **Barrenc de l'Homme**, situés sur le versant sud du Pech de Galhomet, près de la crête sud-ouest, entre les cotes 500 et 600, sont actuellement les mieux conservés. Ils ont été ouverts sur un ensemble d'amas d'oxydes et hydroxydes de fer alignés le long d'une fracture sur environ 70 m de longueur. Une vingtaine de travaux (fosses et galeries) ont été recensés au Barrenc de l'Homme sur moins de 1 ha, dont cinq excavations dépassant 20 m de longueur, la plus grande atteignant une quarantaine de mètres de diamètre (40 x 20 x 4 m) (Mantenant 2010 : 53-54). Des ouvrages assez similaires ont été repérés dans les autres zones du Galhomet. Ils côtoient parfois des sites nettement plus réduits (diam. < 2 m) dont la nature, petite recherche ou puits comblé, n'est pas clairement déterminée. Sur le Pech de Galhomet comme dans la plupart des mines précédentes, les reconnaissances réalisées dans les années 1970 et 1980 et notre propre enquête ont permis d'identifier un matériel archéologique tardo-républicain constitué de fragments d'amphores italiques et découverts dans et près de deux fosses de la mine de La Pelade (Langlois 1987 : fiche Galhomet ; Solier 1992 : 380), et dans l'une des fosses de la mine du Barrenc de l'Homme (Mantenant 2010 : 53-54).

peut-être rattaché au premier âge du Fer, de céramique claire récente, d'un lot de céramique commune à cuisson oxydante et réductrice, et d'un fragment de dolium similaire à un exemplaire du I^{er} s. av. n. è. découvert à quelques kilomètres plus au nord, sur le site des Olivières 2.

²⁸⁵ De vieux travaux sont signalés au début du XIX^{ème} s. sur ce point (A.D. Aude, S742, Brochin, 16 décembre 1816 ; Esparseil 1893 : 228 ; Mantenat 2010 : 64-65). Les haldes visibles autour des travaux sont de deux types : halde de blocs décimétriques paraissant récente (déblais produits vraisemblablement via un abattage à l'explosif), et amas de déblais centimétriques plus altéré, certainement plus ancien (déblais certainement produits à l'outil).

²⁸⁶ Archives BRGM, Alabouvette 1997a : 20.

En revanche, les mines situées au pied du versant nord du Pech de Galhomet (**Borde-Vieille** et Gourg de l'Aiga), n'ont fourni aucun élément de ce type. Les travaux ouverts sur ces deux points correspondent à des fosses réduites (diam. < 10 m) et quelques rares chantiers à ciel ouvert ou souterrains développés tels que le site Gourg de l'Aiga 9. Ouvert à la pointerolle, celui-ci est assez similaire, par sa morphologie et ses proportions, au Grand Barrenc de Las Coupes ou au site de la Cauna das Causes (fig. 221)²⁸⁷.

A environ 500 m au nord de la mine du Gourg de l'Aiga se trouve la troisième grande concentration de gisements de fer du plateau de Lacamp. Comme sur le reste du plateau de Lacamp, ces dépôts regroupent un ensemble d'amas minéralisés en hématite, goethite et limonite. Ils sont encaissés dans les calcaires du Dévonien moyen à supérieur et contiennent un minerai affichant des teneurs comprises entre 45 et 50 % Fe.

Les principales zones d'extraction (mines de **La Faliera**, **Descenderie des Anciens**, **Roca Negra** et **Lacamp**) couvrent une quinzaine d'hectares de superficie au total et englobent au minimum quarante-six travaux. La plupart correspondent à des fosses inférieures à 15 m de diamètre (2 < 15 m de diamètre, 1 < 7 m de profondeur) (fig. 222). Les ouvrages les plus vastes (Roca Negra 3 et Descenderie des Anciens 2) atteignaient 50 à 60 m de longueur (50 x 5 x 5 et 60 x 8 x 7/8 m) avant leur mise en sécurité²⁸⁸. Outre les galeries et puits ouverts au XIX^{ème} s. (Descenderie des Anciens 1 et 3), quelques galeries non datées sont encore visibles, pour la plupart comblées. Le seul réseau souterrain accessible identifié, de plan très irrégulier, mène à de petits chantiers d'exploitation de quelques mètres carrés (Faliera 11). Une dizaine de fragments d'amphores italiques appartenant à plusieurs individus ont été identifiés à proximité immédiate des travaux miniers de Roca Negra, parfois associés à des épandages d'origine anthropique constitués de blocs et cailloutis d'oxydes de fer (Cambon s. d. : fiche 11-435-1 ; Maintenant 2010 : 73-74). Par ailleurs, un fragment d'amphore italique a été identifié en surface d'une concentration de scories de réduction du minerai de fer situé à proximité de plusieurs fosses de la mine de Lacamp (Lacamp 3)

A ces sites s'ajoutent un ensemble de mines (**Dauphin**) et de travaux plus isolés (**Borda de Lacamp**, **Vicence 1**) identifiés en différents points du plateau de Lacamp et de morphologie similaire aux précédents ouvrages décrits. Aucun indice d'une fréquentation antique n'a toutefois été identifié dans ces zones.

²⁸⁷ A Borde-Vieille, les travaux souterrains sont désormais inaccessibles. M. Esparseil précise en 1893 que le gisement de « *la Borde Vieille était un grand amas de minerai qui a été tout pris jusqu'au niveau du ruisseau de Las Coupes, c'est-à-dire à une profondeur d'environ 75 m* » (Esparseil 1893 : 226). Trois décennies plus tard, son fils rappelle que les travaux visibles en 1924 consistent en une descenderie de 70 m aboutissant à d'immenses excavations où se trouvait encore un certain tonnage de minerai (Esparseil 1926 : 116). Il faut donc envisager l'existence de travaux souterrains importants, vraisemblablement ouverts au cours de plusieurs phases d'activité si l'on tient compte des informations fournies par les sources écrites (A.D. Aude, S742, Service des Mines, juin 1831 ; A.D. Aude, S784, Service des Mines, 2 août 1832).

²⁸⁸ D'autres travaux signalés lors des opérations de mise en sécurité, notamment à la mine de Lacamp, n'ont pu être repérés précisément sur le terrain. Ils correspondraient à des galeries généralement bouchées au bout de quelques dizaines de mètres, à de petites fosses (< 15 m), à une tranchée plus vaste (30 x 3 x 2-3 m) et à une chambre d'exploitation en sous cavage relativement étroite (10-12 x 6 x 1,5 m) (Archives BRGM, Alabouvette, mai 1997b : 25-26).

Groupe du bassin supérieur de la Berre

Un dernier groupe englobe une série de mines situées dans les vallons du haut bassin de la Berre, à l'est du plateau de Lacamp (fig. 206 et 207). Dans ce secteur au relief très découpé et largement cisailé par une série de failles de direction NE-SO, les formations dévoniennes porteuses des dépôts Fe-Mn affleurent généralement en position haute au sommet ou sur les versants des collines. Ces gisements se concentrent pour la plupart sur les collines dominant le vallon de Las Vals et ses affluents. Ils ont quasiment tous fait l'objet de travaux au XIX^{ème} s., généralement limités à l'exploitation à ciel ouvert des amas de fer et à l'ouverture de recherches souterraines sans suite, qui s'inscrivent à la suite d'interventions plus anciennes difficiles à dater.

La mine du **Roc das Quiès** est la plus importante de ce secteur oriental. Elle a été établie sur un ensemble de trois alignements d'amas d'oxydes et hydroxydes de fer situés sur le versant nord (G1, de direction N/S), le versant est (G2, NE/SO) et le versant sud-est de la colline (G3, NO/SE) (Esparseil 1893 : 217-221 ; Esparseil 1926 : 111-112). Les dix-neuf sites miniers identifiés jusqu'à présent²⁸⁹ se répartissent sur une superficie d'une quinzaine d'hectares (Mantenant 2010 : 36-39). Plusieurs galeries taillées au pic et/ou à l'explosif correspondant toutes à des recherches réalisées entre 1839 et la Première Guerre Mondiale²⁹⁰ (Roc das Quiès 13 ; 8 et 15). En revanche, la galerie Roc das Quiès 6, effondrée à 6 m de l'entrée et non datée, se distingue nettement des précédentes par son gabarit étroit (1 x 1 m) et la technique d'abattage mise en œuvre (abattage à la pointerolle). Les autres travaux identifiés correspondent à des grattages de quelques mètres carrés creusés sur les affleurements ferrifères et parfois ouverts à la pointerolle (Roc das Quiès 5), à des fosses moins de 20 m de diamètre et 1 à 3/4 m de profondeur, et à trois tranchées d'exploitation de plus grandes dimensions (20/25 x 3/5 x 5/6 m), prolongées par des puits et/ou des galeries comblées (Roc das Quiès 11 et 14). La plupart de ces travaux, qui dans certains cas ont fait l'objet de reprises aux époques modernes et contemporaines, demeurent non datés.

Sur le versant nord-est de la colline de la **Montredon**, près du sommet, un ensemble d'excavations à ciel ouvert parfois prolongées par des galeries ou de simples sous-cavages a été ouvert sur deux groupes d'amas dépassant une dizaine de mètres d'épaisseur et alignés sur une soixantaine de mètres de longueur suivant une direction N10^o²⁹¹. Quatre fosses atteignent des dimensions importantes (20/30 x 5/8 x 3/6 m). Certains travaux tels que les sites Montredon 2 et 8 présentent les traces indubitables d'une intervention exclusivement contemporaine (trous de fleuret, haldes de blocs stériles décimétriques). D'autres, plus anciens, ont été ouverts à la pointerolles et ont fait l'objet d'une reprise à l'explosif à l'époque moderne (Montredon 1, 12, 5, 6, 7). La zone paraît avoir été assez bouleversée par les interventions modernes. Un sondage ouvert en 2010 sur une plate-forme située entre les travaux Montredon 5/6 et 3 a en effet

²⁸⁹ Il faut sans doute revoir ce chiffre à la hausse, étant donné l'épais couvert végétal présent sur la colline, masquant très certainement la présence d'autres travaux.

²⁹⁰ A.D. Aude, S759, Service des Mines, 16 juin 1904 ; A.D. Aude, S758, Aguillon, 29 octobre 1872 ; A.D. Aude, S770, Raynaud, 31 décembre 1909 ; A.D. Aude, S770, Raynaud, 28 février 1913 ; Esparseil 1926 : 111-112.

²⁹¹ Ce gisement a été reconnu en profondeur par une galerie de recherche (Montredon 13) creusée entre 1872 et 1875 (Esparseil 1893 : 218-222).

permis d'identifier un niveau de remblais constitué de blocs calcaires de gros gabarit (fig. 223). Celui-ci inciterait à rattacher les fosses 5/6, et éventuellement 3, à un ensemble plus vaste vraisemblablement comblé lors d'interventions postérieures. Outre les vestiges liés à l'activité contemporaine, nombreux (fours de grillage, bâtiments, tas de minerai, voie decauville), aucun élément de datation plus ancien n'a été identifié en connexion directe avec les travaux. Toutefois, deux fragments de panses d'amphores italiques, appartenant à deux individus distincts, ont été découverts à quelques mètres de deux minières. Notons la présence d'un site de réduction à proximité immédiate des travaux 5/6 et 3 (Montredon 4), sur lequel nous reviendrons dans le sous-chapitre suivant (cf. p. 269).

Plus à l'est, seize ouvrages miniers sont actuellement reconnus sur la colline de **Sinsac**. Il s'agit en règle générale de grattages et des sous-cavages de petites dimensions, ouverts sur de petits amas de fer encaissés dans les calcaires dévoniens. Les travaux les plus imposants, Sinsac 1 et 6 (20 x 4 x 3/4 m et 20 x 3 x 7 m), restent d'ampleur assez limitée au regard des grandes tranchées identifiées sur le plateau de Lacamp. Le premier est un chantier souterrain entièrement ouvert à la pointerolle, sur le carreau duquel a été établi un atelier de réduction. Le second est une tranchée prolongée par un puits non exploré, en contrebas de laquelle s'étend une halde de plusieurs centaines de mètres carrés. Aucun de ces travaux n'est daté. Néanmoins, il faut noter qu'aucun document écrit ne signale l'existence d'un gisement de fer dans ce secteur, et *a fortiori*, d'une quelconque intervention des exploitants œuvrant dans la région aux XVIII^{ème}, XIX^{ème} et XX^{ème} s. Une activité ancienne, antérieure à l'époque moderne, est ici fortement soupçonnée. Une ancienne bergerie aménagée dans le chantier Sinsac 1 ne figure en effet ni sur le cadastre du XX^{ème} s., ni sur le cadastre napoléonien d'Albas, dressé dans les années 1830. Il faut donc sans doute voir là un aménagement plus ancien, datant vraisemblablement de l'époque moderne, qui inciterait dès lors à reculer d'autant la date du percement du chantier.

Enfin, à l'entrée du vallon de Las Vals, le gisement de fer de **La Mayré-La Cauna** est encaissé dans les calcaires dévoniens émergeant à la faveur de failles d'orientation générale NE/SO. Il est constitué d'une série d'amas alignés sur 200 m de longueur et plus de 70 m de hauteur, minéralisés en hématite et carbonates de fer. Les sources écrites permettent d'identifier plusieurs phases de recherches et une courte période d'exploitation du gisement entre les années 1862 et 1926. Le minerai de fer extrait alors affichait des teneurs en fer relativement élevées (40 à 45 % Fe)²⁹².

Ces amas ont été exploités par le biais de trois grands chantiers à ciel ouvert. Le plus vaste d'entre eux (La Mayré 1) correspond à une fosse d'orientation E-O (25 x 10 x 10 m) au fond de laquelle s'ouvre un vaste porche (10 x 6 m), donnant accès à un chantier souterrain d'une dizaine de mètres de développement et de hauteur se prolongeant vers des niveaux inférieurs et supérieurs aujourd'hui inaccessibles. Deux phases d'exploitation ont été distinguées (fig. 224-225). La partie supérieure du chantier souterrain a été ouverte à la pointerolle, laissant des marques bien caractéristiques de plus de 20 cm de longueur. Ce chantier a ensuite été prolongé en profondeur par le biais d'un abattage à la poudre ou à l'explosif. Cette reprise a

²⁹² A.D. Aude, S759, Raynaud, 19 avril 1904 ; A.D. Aude, S770, Raynaud, 31 décembre 1909 ; A.D. Aude, SW544, Préfecture de l'Aude, 19 août 1924 ; Esparseil 1926 : 111 ; Archives BRGM, Jaeger 1954 : 43.

recoupé une concentration de scories de réduction du minerai de fer. Situé sur le versant opposé au chantier La Mayré 1, un autre chantier à ciel ouvert (La Mayré 6, 30 x 15 x 4 m), a en revanche été ouvert essentiellement à la pointerolle. En contrebas de la tranchée se développe une halde peu marquée, constituée essentiellement d'éléments fins (< 5 cm). La granulométrie de ces déblais les distingue nettement des blocs stériles décimétriques produits par l'abattage à l'explosif au niveau du chantier La Mayré 1. Il semble qu'il faille rattacher aux diverses interventions réalisées entre les années 1862 et 1926 la majorité des travaux ouverts à l'explosif, notamment les reprises observées dans les chantiers 1 et 6. En revanche, nous ne disposons d'aucun élément permettant de dater les travaux ouverts à la pointerolle. Ceux-ci correspondent très certainement aux « travaux anciens » signalés au début du XIX^{ème} s. dans les sources écrites (Barante 1802 ; Langlois 1987 : fiche La Mayré-La Cauna).

A ces zones d'extraction s'ajoutent un ensemble de mines parfois importantes où nous n'avons pu identifier aucune preuve certaine d'une intervention antérieure à l'époque moderne (mines de *Balança*, *Taurenne-Garrabous*, *Pesouillouse*, *Bouichas*...). Certains des gisements présents sur ces points paraissent avoir été exploités avant le début du XIX^{ème} s. Ainsi, en 1816, l'ingénieur des mines Brochin situe des travaux ouverts à une époque ignorée dans la vallée de la Berre, en particulier sur les collines de Taurenne et de Pesouillouse²⁹³. Sur ces collines et le pech voisin de Garrabous, dominant l'habitat de hauteur de Saint-Estèbe (2nd âge du Fer) de petits travaux à ciel ouvert ont été creusés sur des amas de minerai de fer isolés, encaissés dans les calcaires dévoniens. Mais l'ensemble n'est pas daté (Mantenant 2010 : 41-42)²⁹⁴.

4.1.3. Chronologie et modalités d'exploitation des gisements de fer de Lacamp : premier bilan

La difficulté de dater les travaux miniers

Dans un secteur comme celui du plateau de Lacamp, où l'exploitation du fer s'inscrit dans la longue durée, toute la difficulté est de pouvoir déterminer la chronologie des sites miniers identifiés. Cela est plus particulièrement vrai dans le cas des très nombreux travaux à ciel ouvert réduits, rarement signalés dans les sources écrites, dont l'état de conservation ne permet généralement pas de réaliser des observations optimales. Dans ce domaine, l'une des difficultés est liée aux modalités d'exploitation des gisements de fer, qui reposent encore au XVIII^{ème} s. et dans la première moitié du XIX^{ème} s. sur de petites exploitations artisanales. Ouvertes par les paysans des villages voisins, elles alimentaient les forges à la catalane établies dans le massif des Corbières ou à sa périphérie. Les moyens techniques étaient très limités. L'abattage à l'outil était la règle, tout comme l'abandon des travaux à la moindre difficulté. La poudre, elle, était utilisée avec parcimonie (Langlois 1992 : 208). En l'absence de sondages destinés à recueillir des

²⁹³ A.D. Aude, S742, Brochin, 16 décembre 1816.

²⁹⁴ Sur le Pech de Garrabous, un chantier d'exploitation en sous-cavage (10 x 10 m) a été réaménagé en bergerie vraisemblablement à la fin de l'époque moderne ou à l'époque contemporaine.

éléments de datation, ces exploitations modernes que les documents d'archives ne permettent pas de localiser avec précision peuvent se confondre aisément avec des ouvrages plus anciens.

Même lorsque des éléments de mobilier sont identifiés dans les zones d'extraction, les problèmes d'interprétation ne sont pas écartés, et interdisent toute conclusion définitive. Ainsi, nous avons vu dans les pages précédentes que du mobilier céramique antique, très largement dominé par les amphores italiques, a été identifié dans quinze mines (fig. I-68).

Mine	Mobilier	Nbr frag.	NMI
Barrenc de l'Homme	A-ITA	1	1
Cauna en Lairou	A-ITA, CAMP, COM	> 10	3
L'Estanhhol	A-ITA, A-GR-ITA ou A-ITA	2	2
Col du Telh	A-ITA ; A-GR-ITA ou A-ITA	2	2
La Faliera	A-ITA	3	3
La Pelade	A-ITA	> 4	2
La Pigasse	A-ITA	3	2
Las Coupes	A-ITA, DSP	> 5	> 5
Le Pantet	A-ITA ; A-ITA Dr1a ; A-TAR Pa1 ; A-BET Dr20 ? ; CNT ; CL-REC ; SABL-O	> 10	> 10
Monthaut	A-ITA	> 5	> 3
Montredon	A-ITA	1	1
Pech Cauneille	A-ITA	7	> 3
Peyrecouverte	A-ITA	> 5	> 1
Roca Negra	A-ITA	> 2	> 1 ?
Serre Mijane	A-ITA	2	2

Fig. I-68 : tableau récapitulatif du mobilier identifié dans l'emprise des mines du secteur de Lacamp (mobilier de surface).

Cependant, ces éléments étaient en connexion directe²⁹⁵ avec les travaux dans quatre mines seulement, où par ailleurs des indices d'un abattage à la pointerolle ou par le feu ont été distingués (Cauna en Lairou, Las Coupes, Monthaut, Pech Cauneille). Bien que le mobilier soit peu abondant et peu diversifié, on peut considérer qu'une activité antique est très vraisemblable dans ces mines. La nature du matériel identifié ne permet pas de proposer une chronologie plus précise que les II^{ème} et I^{er} s. av. n. è. Notons toutefois que l'intervention sur le gisement du Pech Cauneille n'a pas forcément eu pour objectif l'extraction du minerai de fer.

Que penser en revanche du mobilier antique identifié dans les onze autres mines ? Dans chacun de ces cas, la présence de ce matériel en surface, à proximité immédiate des travaux miniers mais sans connexion directe avec ces derniers, ne constitue en aucun cas la preuve d'une exploitation de ces dépôts à l'époque tardo-républicaine. Si l'on s'en tient aux faits, il s'agit uniquement d'indices de fréquentation de ces points, indices qui n'ont pas forcément un lien avec l'activité minière. Néanmoins, les prospections réalisées dans le secteur de Lacamp entre 2010 et 2012, ne se sont pas limitées uniquement aux zones d'extraction. Elles ont été réalisées de manière systématique sur une grande partie du plateau. Or, elles ont permis

²⁹⁵ Par connexion directe, nous entendons dans les haldes de déblais ou au sein même des ouvrages. Dans ce dernier cas, les éléments ne doivent pas être en position secondaire (introduits avec des sédiments ou déblais venus combler les ouvrages postérieurement à l'activité minière).

d'observer que le mobilier tardo-républicain se concentre près des gisements miniers. Dans quelques cas, cette distribution préférentielle pourrait être uniquement fortuite, et liée, notamment à des critères d'ordre topographique. Ainsi, au Pantet, la présence d'un petit replat d'environ 1 ha en position dominante en bordure d'une hypothétique zone pastorale – le Prat de Labat – a pu susciter l'installation d'une occupation temporaire sans aucun lien avec le gisement de fer voisin. Néanmoins, il est difficile de faire appel uniquement à ce type d'explication dans chacun des onze cas. On peut donc supposer que la localisation préférentielle du mobilier antique à proximité immédiate des gisements de fer du secteur est liée à l'exploitation de ces derniers. Si cette hypothèse était confirmée, elle témoignerait d'une large mise en valeur des gisements de fer du plateau de Lacamp aux II^{ème}-I^{er} s. av. n. è.²⁹⁶

En revanche, nous ne disposons d'aucune preuve matérielle d'une activité minière protohistorique ou médiévale dans les trente-six mines étudiées. Pour autant, cette absence n'est guère significative, étant donné la méthode d'étude mise en oeuvre. L'existence de mines de fer au XII^{ème} s. est d'ailleurs mentionnée dans une enquête de 1214. L'abbaye de Lagrasse perçoit alors les revenus de mines situées sur le territoire de Palairac (Pailhès 2000 : 109-114, acte 101). Se trouvent-elles sur le Prat de Labat, le « pré de l'abbé », où se concentrent plusieurs gisements de fer ? Nous n'avons aucun élément de réponse sur ce point. L'existence de mines dans la partie orientale du secteur de Lacamp au Moyen Âge pourrait peut-être être rappelée par le nom du village d'Albas au XIII^{ème} s. (*castrum de Albaribus Ferreriarum*²⁹⁷). La toponymie apporte un argument supplémentaire, à travers plusieurs noms de lieux attachés à des zones minières (*Cauna de Mathieu Rien*, *Cauna das Causses*, *Pla del Barranc* ou *Barrenc de l'Homme*). Les mots *cauna* et *barrenc*, signifiant respectivement *cavité* et *gouffre* en languedocien, désignent fréquemment, par extension, d'anciens travaux miniers (Langlois 1989 : 39 ; Wienin 1997 : 236). Mentionnés dès les XVI^{ème} et XVII^{ème} s. dans plusieurs compoix, ils semblent montrer que dès cette époque, il existait sur ces ouvrages marquant suffisamment le paysage pour se voir attribuer des noms évocateurs par les habitants²⁹⁸. Or, rien n'indique que ces travaux datent tous de l'Antiquité.

Stratégies d'exploitation des amas d'oxydes et hydroxydes de fer

L'étude technique et géologique des ouvrages miniers reste à faire. Néanmoins, quelques observations fournissent un premier éclairage sur les modalités d'exploitation des gisements du secteur de Lacamp²⁹⁹

²⁹⁶ Les rares lèvres d'amphores identifiées (mines de l'Estanhol et du col du Telh) inciteraient à réduire la fourchette chronologique entre le milieu ou le dernier tiers du II^{ème} s. et la fin du I^{er} s. av. n. è. sans réelle certitude toutefois étant donné leur niveau d'altération.

²⁹⁷ Mention datant de 1271 (Sabarthès 1912 : 6).

²⁹⁸ Ainsi, le lieu-dit *Cauna das Causses* apparaît dès 1590 dans le compoix de Palairac. L'excavation semble alors constituer un point de repère matérialisant la limite entre les paroisses de Palairac, Davejean et Villerouge (A.D. Aude, 73 C 361, *compoix de Palairac*, 1590, f° 40 r° A6 ; Langlois 1987 : fiche Caune des Causses).

²⁹⁹ Il faut écarter ici les ouvrages miniers contemporains, ouverts pour la plupart au XIX^{ème} s. (Esparseil 1893 ; Esparseil 1926). Les travaux les plus caractéristiques de cette époque sont les larges galeries de recherches percées en travers-banc à la base des gisements, dans le but de reconnaître les parties profondes de ces derniers et évaluer ainsi le potentiel économique des amas. Des ouvrages de ce type ont été identifiés dans

La première concerne les modes d'identification des affleurements des gisements. Sur ce point, au moins trois principaux paramètres ont pu être pris en compte. L'érosion et l'altération météorique de ces affleurements ont entraîné la coloration de la roche encaissante – calcaires dolomitiques gris à rares chailles, calcaires blancs riches en crinoïdes, calcaires micritiques gris – par les oxydes et hydroxydes de fer. Ces indices ont certainement constitué des guides importants pour le repérage des gisements (fig. 208). D'autre part, l'existence d'un niveau porteur privilégié (calcaires et calcaires dolomitiques du Dévonien) affleurant au sein d'horizons géologiques à faciès nettement différents (série détritique flyschöide, à pélites, grauwackes, brèches et conglomérats) constitue un autre guide susceptible d'être utilisé par les mineurs. Enfin, l'érosion a entraîné le dégagement progressif des affleurements des gisements, dont les épontes sont généralement silicifiées et donc plus résistantes que les formations calcaires voisines. Dès lors, ces affleurements apparaissent fréquemment au niveau de mamelons bien visibles à la surface de zones tabulaires telles que le plateau de Lacamp ou de chicots rocheux nettement individualisés dans les zones de relief.

D'une manière générale, on observe un mitage de l'activité minière en de multiples excavations de dimensions globalement limitées en surface, ouvertes sur les affleurements des gisements. Cette large distribution paraît liée à la répartition et à la morphologie des dépôts. Les amas de fer, nombreux, irréguliers et discontinus, ont vraisemblablement nécessité la multiplication des points d'extraction sur les affleurements, le développement des travaux souterrains étant strictement conditionné par la morphologie des amas. Un tel mode d'exploitation est illustré par la description que propose le préfet Trouvé de la mine de Serre Mijane en 1818 :

« La montagne dans laquelle on a le plus exploité, depuis un certain nombre d'année, est celle qu'on connaît sous le nom de Serremijane dans le territoire de Villerouge. Les travaux, très rapprochés les uns des autres, sont sur le revers septentrional.

Le filon se dirige, comme la montagne, de l'est à l'ouest ; il n'est point encaissé. Les massifs du minerai y sont irréguliers et en désordre ; la roche calcaire les pénètre et les divise souvent ; et il n'y point de limite précise entre le fer oxidé pur et riche, et la chaux carbonatée fortement colorée, et plus ou moins pénétrée d'oxide de fer ».

Cette inégalité de richesse du minerai, et cette pénétration des masses ferrugineuses par des masses calcaires plus ou moins considérables, déroutent souvent les mineurs, et rendent leur travail irrégulier » (Trouvé 1818 : 119).

Généralement, l'état de comblement des travaux ou leur mise en sécurité n'ont pas permis de caractériser précisément la morphologie des gisements visés et la nature même des ouvrages. Si dans le cas des sites les plus vastes, on ne peut douter de l'existence de chantiers d'exploitation, l'identification est nettement plus délicate lorsqu'il s'agit de fosses de quelques

la plupart des mines, en particulier au col du Telh, à La Mayré, à Las Coupes, à la Cauna d'Azalbert ou au Barrenc de l'Homme.

mètres de diamètre accompagnées de haldes très réduites, voire sans déblais associés en surface. Dans ces cas-là, trois hypothèses peuvent en effet être formulées.

Ces fosses peuvent tout d'abord correspondre à des recherches rapidement abandonnées. Une seconde hypothèse ferait de ces fosses des sites d'extraction établis dans les épandages et couches de nodules d'oxydes et hydroxydes de fer présents dans l'horizon superficiel (fig. 210)³⁰⁰. Enfin, dans la mesure où les mineurs ont implanté leurs ouvrages sur les affleurements, on ne peut pas exclure l'existence de puits sous-jacents à ces petites fosses, permettant d'accéder à des chantiers souterrains ouverts dans un corps minéralisé. Dans cette hypothèse, la quantité très limitée de déblais s'expliquerait par la minimisation du creusement dans l'encaissant – fréquemment silicifié et donc à dureté élevée – à l'image des travaux médiévaux ouverts dans les gisements endokarstiques de Fontenay, en Côte-d'Or (Benoît *et al.* 1992 : 146) ou du Calel, à Sorèze (81) (Rouzeaud *et al.* 1997 : 279-280).

Dans les quelques ensembles souterrains accessibles dans le secteur de Lacamp – mais non datés – il apparaît en effet clairement que les mineurs ont cherché à limiter au maximum le creusement dans la roche encaissante, perçant des réseaux dont la morphologie rappelle les travaux ouverts dans les gisements karstiques (Benoît *et al.* 1992). Les conduits, étroits, donnent accès à des chantiers d'exploitation ouverts dans des amas non continus et de dimensions variables, de quelques m³ à plusieurs centaines ou plusieurs milliers de m³. L'un des plus beaux exemples de chantiers est sans aucun doute l'imposant ouvrage creusé sur le gisement de la Cauna das Caussès, dont le volume est estimé à 6000 m³ tout venant. Un amas y a été très largement exploité, vraisemblablement en plusieurs phases. Les différents niveaux d'abattage sont nettement visibles sur les parois (fig. 215). Ils montrent que les mineurs ont progressé de haut en bas au cœur du dépôt, en ouvrant régulièrement des recherches à chacun de ces niveaux dans le but d'identifier les limites du gisement.

Toutes périodes confondues, le secteur de Lacamp apparaît comme une zone d'extraction du minerai de fer importante à l'échelle des Corbières. Cette position économique est, en somme, en adéquation avec son potentiel ferrifère, ce secteur abritant la plus grande concentration de gisement de fer des Corbières.

Les éléments chronologiques antiques disponibles à l'heure actuelle sont assez ténus et, dans l'ensemble, plutôt problématiques, dans la mesure où ils ont été recueillis essentiellement à la suite de prospections pédestres. Néanmoins, ils tendent à placer dans ce secteur une large mise en valeur des dépôts ferrifères à l'époque tardo-républicaine, selon des modalités techniques et économiques qui demeurent encore largement méconnues.

4.2. Le paysage sidérurgique des Corbières

Au total, soixante-cinq sites liés au traitement du minerai de fer ont été identifiés dans les Corbières, composés de soixante-quatre sites de réduction et une probable aire de grillage du

³⁰⁰ Dans les cas où aucune trace de minerai de fer n'est visible, on peut envisager une quatrième hypothèse : des formations karstiques, d'origine naturelle.

minéral datée de l'Antiquité (fig. 114 et annexe I et III). Ce chiffre ne tient pas compte des établissements minéralurgiques et métallurgiques modernes et contemporains (forges à la catalane, aires de grillage), bien connus grâce aux sources écrites et aux vestiges encore présents dans le massif. On ne peut bien évidemment exclure la présence parmi les soixante-quatre sites de réduction d'entités datant de ces deux périodes. Néanmoins, ce cas de figure est sans doute assez secondaire, étant donné l'évolution de la production de fer dans les Corbières aux époques modernes et contemporaines et la nature des sites inventoriés.

Ces résultats permettent de proposer une première ébauche du paysage sidérurgique ancien du massif. Les prospections ayant essentiellement concerné le plateau de Lacamp et sa périphérie, c'est dans ce secteur qu'ont été recensés la plupart des sites et indices de sites, soit près de 90 % de l'ensemble des sites et indices de site reconnus dans les Corbières.

4.2.1. La sidérurgie du plateau de Lacamp

Au total, cinquante-trois sites de réduction, un site de traitement minéralurgique et au moins vingt-sept indices suggérant la présence d'autant de sites non repérés ont été identifiés dans le secteur du plateau de Lacamp (fig. 206). Nous avons fait le choix de les classer en six groupes principaux, uniquement sur la base de critères géographiques. Ces groupes sont situés sur le plateau de Lacamp et dans les quatre grands bassins hydrographiques qui l'encadrent : bassin de Fourques au nord, bassin de la Berre à l'est, bassin de la rivière de Ségure au sud, bassin de la Valette au sud-ouest et bassin du Libre à l'ouest (fig. I-69 et I-70).

zones	sites	indices de sites
plateau de Lacamp s.s.	7	3
bassin de Fourques	5	> 2
bassin supérieur de la Berre	25	6
bassin du ruisseau du Mas de Ségure	6	7
bassin de la Valette	2	4
bassin du Libre	9	5

Fig. I-69 : répartition des sites et indices de traitement minéralurgique et de réduction du secteur de Lacamp (hors établissements modernes et contemporains dûment datés).

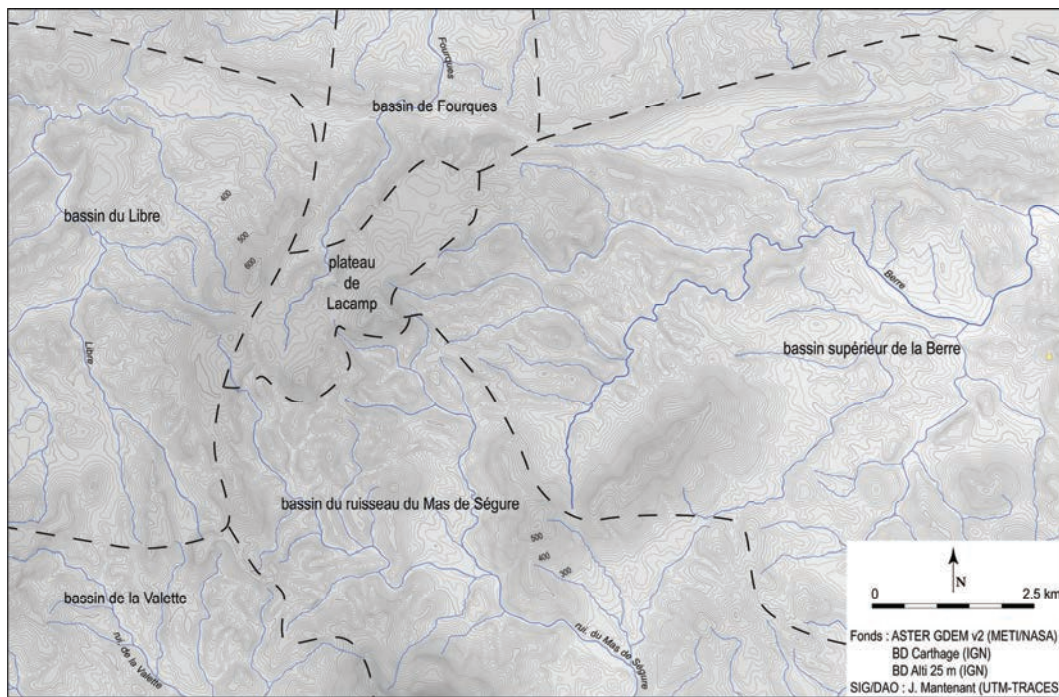


Fig. I-70 : limites des groupes de sites et indices de traitement du secteur de Lacamp.

En l'état actuel des recherches, on ne peut en aucun cas considérer que ces groupes géographiques recouvrent, en tant que tels, des réalités historiques, économiques ou politiques. Ce mode de classement répond avant tout au souci d'organiser le plus clairement possible la restitution des données archéologiques. Ce n'est que dans le sous-chapitre suivant qu'une réflexion sur la distribution des sites pourra être engagée, en utilisant d'autres critères de catégorisation.

Plateau de Lacamp s.s.

Sept concentrations de scories de réduction ont été recensées sur le plateau de Lacamp (fig. 226). Deux ferriers, Caraillet 1 et Faliera 7, se distinguent par leurs dimensions minimales (2800 m² et 4000 m²). En revanche, leurs épaisseurs respectives semblent très différentes. Le site Faliera 7, en limite duquel un fragment de panse d'amphore italique a été observé, correspond à un ferrier peu épais (< 0,40 m), assez étendu (120 x 40 m), reposant en plusieurs points directement sur le substrat calcaire³⁰¹. Au Caraillet 1 (n°131), le sondage ouvert en 2012 dans la partie amont du ferrier, sur son axe médian, s'est enfoncé jusqu'à 1,50 m dans la concentration de scories, mais n'est pas parvenu à atteindre la base de l'amas (fig. 227). Cette opération a révélé la présence de couches de scories très aérées, sans remplissage interstitiel et aux limites très imprécises, témoignant d'un rejet abondant et d'une accumulation rapide de déchets dans cette partie du site. Ces observations ont été confirmées par la grande

³⁰¹ L'évaluation de l'ampleur et de l'épaisseur du ferrier a été réalisée par le biais de carottages à la tarière implantés sur l'emprise du ferrier. Cette technique a été mise en œuvre sur le ferrier du Caraillet uniquement pour déterminer l'extension en plan de l'amas de scories, en réalisant une série de carottages selon une maille de 2 m le long de cinq axes perpendiculaires quadrillant le site.

homogénéité du matériel archéologique recueilli sur toute la hauteur de la stratigraphie. Similaire dans les quatre unités stratigraphiques identifiées, ce matériel est dominé par la céramique claire récente (dont formes CL-REC 3n, CL-REC 12d), et la céramique sableuse oxydante, associé à quelques fragments d'amphores de Tarraconaise (dont A-TAR Pa1) et de Bétique (BET Dr20A), de céramique du type BOB A1, de gobelets à paroi fine (PAR-FIN 2 ou 3b), d'amphores italiques (dont bouchon d'amphore retaillé), et de céramique pré-sigillée sud-gauloise (PRE-SIGGA 100) (fig. 228)³⁰². La nature de ce mobilier et sa position stratigraphique permettent de dater le rejet de scories dans la partie amont du site des années 20 av. n. è. - 20/50 de n. è.

Deux épandages de scories de réduction (Caraillet 2, 170 m² ; Caraillet 3, 80 m²) situés à moins de 200 m du ferrier Caraillet 1, pourraient former avec ce dernier un même ensemble au vu des données chronologiques recueillies à la surface de Caraillet 2 (n°133, amphores italiques). Trois autres épandages de scories vraisemblablement peu épais (< 0,50 m) ont été observés à proximité immédiate des travaux de l'Estanhol (Estanhol 1, < 150 m²), de Bordevieille (Bordevieille 1, 10 m²) et sur la bordure occidentale du plateau (n° 267, Lacamp 3, 80 m²). Trois fragments d'amphores italiques ont été identifiés à la surface des sites Lacamp 3 et Estanhol 1. A quelques mètres en contrebas de ce dernier gisait un fragment de *catillus*³⁰³ (fig. 229).

Par ailleurs, des concentrations de minerai de fer isolées, mal caractérisées, sans lien apparent avec des travaux miniers (dépôt, aire de concassage du minerai) ont été repérées près de la mine de La Faliera et sur le Pech de Galhomet (Solier 1992 : 380-381). Deux de ces sites étaient associés en surface à des fragments d'amphores italiques (Faliera 16 et Pech de Galhomet). Enfin, quelques grosses scories de réduction identifiées autour des travaux de la mine de Pantet et au sud de la mine de Serre Mijane supposeraient l'existence d'au moins un site de réduction supplémentaire, non identifié à ce jour.

Groupe du bassin de Fourques

Au nord du plateau, cinq sites de réduction ont été recensés dans le bassin de Fourques (fig. 230). Trois d'entre eux se trouvent dans les coumes encaissées de la bordure nord du plateau de Lacamp. Marmairane 1 correspond à un épandage de scories de 80 m² (épaisseur < 0,50 m), non daté, s'étalant au pied du versant occidental du vallon. Un second épandage, Marmairane 10 (n°305), situé sur un replat à 150 m du précédent est certes plus étendu (1600 m²), mais de faible densité. Il paraît avoir été largement remanié par les travaux agricoles. Deux fragments d'amphores italiques ont été identifiés en surface parmi les scories. Un troisième ferrier d'extension limitée (170 m² ; épaisseur 0,50 m) est présent dans la coume voisine (Fourques 1) (fig. 231). Le mobilier recueilli en stratigraphie dans le ferrier lors d'un sondage se

³⁰² Ce mobilier a été identifié par M. Passelac (CNRS, UMR 5140, Lattes).

³⁰³ Cet élément de 40 cm de diamètre et 10 cm d'épaisseur maximale, à usure modérée, est un *catillus* du type B2g de la typologie publiée par M. Py en 1992. Il se rapproche en particulier du type B2g1 (bandeau supérieur relativement large) daté à Lattes de la deuxième moitié du I^{er} s. av. n. è. et du Haut-Empire (principalement le I^{er} s. de n. è.) (Py 1992 : 207-208).

compose d'une dizaine de fragments de panse et de culots d'amphores italiques et d'un fragment de céramique grise indéterminée (Mantenant 2011a : 14-17).

Un quatrième site de réduction a été reconnu anciennement à l'entrée du vallon, à environ 800 m en aval du site de Fourques (Saint-Rome 1, n°480 ; Solier 1992 : 381 ; Pauc 1998 : 120-121). D'une superficie d'environ 4000 m² et d'épaisseur inconnue, il occupe un replat et une zone de forte pente de 18 à 24 %. Le matériel recueilli est assez diversifié (amphores Dressel 1A, Pascual 1, Dressel 2/4 et Dressel 20, assiette à vernis noir, céramique arétine Goudineau 16b, coupe grise gauloise, plat rouge pompéien, céramique commune à pâte grise, beige et orangée, céramique antique ou alto-médiévale à pâte kaolinitique, verre bleuté et *tegula* surcuite) (fig. 232).

Le cinquième site de réduction, Les Olivières 1 (n°257), se trouve à 2 km au nord-ouest du site précédent (Solier 1968 : 41 ; Pauc, Pauc 1998 : 120). Situé dans un secteur plus ouvert, en bordure d'un ruisseau, cet épandage de scories s'étend sur 750 m² ³⁰⁴. Le mobilier recueilli à sa surface se compose de quelques fragments d'amphores Dressel 1, notamment de type Dressel 1B (fig. 233).

Il existerait d'autres sites de traitement du minerai de fer autour du site des Olivières 1, non retrouvés (Rancoule 1984 : 76-77 ; Ournac *et al.* 2009 : 474). Par ailleurs, deux zones à scories éparses sembleraient indiquer l'existence d'au moins deux autres sites dans le vallon de Fourques (indice Fourques 2) et sur le versant oriental du vallon de Marmairane (Marmairane 11) qui n'ont pu être précisément localisés.

Groupe du bassin de la Berre

Vingt-cinq sites de réduction ont été identifiés dans les vallons encaissés et très boisés du bassin supérieur de la Berre (fig. 234 et 235).

Trois d'entre eux se situent dans le secteur de Fenouillères, entre le Pech de Galhomet et le Pech de Saint-Martin. Seul l'épandage de scories de Sainte-Eulalie (n°471, 500 m²) ici livré du mobilier céramique en surface (amphores italiques Dressel 1A) ³⁰⁵. Les sites Abellanies 1 (150 m²) et Fenouillères 1 (80 m²) sont deux ferriers peu épais (< 0,50 m) situés dans des vallons plus encaissés à 800 m et 2 km du précédent.

Plus au nord, dans le vallon de Vicence, trois ferriers et un épandage de scories ont été identifiés. Le ferrier Montredon 4 situé près du sommet de la colline de Montredon, à proximité immédiate des travaux miniers du même nom, a été largement bouleversé par l'activité minière contemporaine. Il n'a pu être daté à l'issue du sondage réalisé en 2010 (fig. 236). Le site Vicence 5 correspond à un épandage de scories de 300 m² étalé en contrebas d'une petite terrasse (15 x 10 m), à 950 m à l'ouest du précédent (fig. 238). Le sondage réalisé en 2011 à l'amont de la concentration, à sa jonction avec la terrasse, a révélé la très faible épaisseur de scories sur ce point (< 0,20 m). Le mobilier céramique identifié dans les unités stratigraphiques liées à l'activité métallurgique se compose de fragments d'amphores italiques (NMI = 5) et de

³⁰⁴ Cependant, de nombreuses scories éparses ont été distinguées sur une superficie totale de 2500 m² autour du site.

³⁰⁵ Y. Solier avait quant à lui identifié du matériel du début du Haut-Empire sur ce site (Solier 1992).

céramique non tournée (Mantenant 2011a : 23-26). Situé à 350 m en aval de Vicence 5, le ferrier Vicence 4, sondé en 2011 (0,70 m d'épaisseur ; < 200 m²), comble une excavation de nature indéterminée (fig. 237 ; Mantenant 2011a : 17-22). Deux datations ¹⁴C en AMS d'une branchette carbonisée et d'un charbon indéterminé au cœur et à la base de la couche de scories ont donné des résultats concordants (132-342 et 122-255 de n. è.³⁰⁶). Une troisième concentration de scories reconnue à une cinquantaine de mètres de là, en aval du site (Vicence 3, 1000 m²), et distincte du ferrier Vicence 4 a fourni un fragment de *tegula*.

A environ 1 km en aval de ce second groupe, trois autres sites de réduction ont été reconnus au pied et sur la colline de Sinsac. Le sondage réalisé en 2011 dans le ferrier Lizadou 1 (n°295), a permis d'identifier une couche de scories de réduction couvrant actuellement une centaine de mètres carrés, et de 0,45 m d'épaisseur maximale. Elle comble une excavation dont l'extension réelle et la nature n'ont pu être précisément déterminées (fig. 239). Le ferrier, partiellement recoupé par une piste forestière, ne semble pas avoir dépassé 400 m². La datation ¹⁴C réalisée à partir d'un fragment de branchette prélevé dans la couche de scories (70-225 de n. è. à 95,4 % de probabilité), concorde avec l'attribution chronologique de deux fragments de verre découverts au cœur de la couche de scories et à la base de celle-ci (US 1005, Mantenant 2011a : 10-14)³⁰⁷. Un autre site de réduction a été identifié en amont de ce site, sur le versant nord de la colline de Sinsac, sur le carreau du site minier Sinsac 1 (Sinsac 2, 200 m² ?). Aucun élément de mobilier n'a été trouvé en lien avec le site, qui n'est pas forcément contemporain de l'activité développée dans le chantier Sinsac 1. Le site à scories non daté identifié plus au sud, sur le versant opposé de la colline de Sinsac par Y. Solier (Sinsac 3) n'a en revanche pas été retrouvé (Solier 1992 : 381).

Un quatrième groupe comprend quatre sites de réduction répartis sur environ 2 km de long dans le vallon du Roc das Quiès. Les sites Félines 1 et Saint-Picaut 1 (< 200 m² ?) sont peu lisibles. Roc das Quiès 10 est une petite concentration de scories (30 m²) située sur le carreau de la mine du Roc das Quiès et largement remaniée par l'activité minière. Enfin, le site Roc das Quiès 17 est un épandage de scories de réduction de dimensions inconnues largement remanié lors d'épisodes de crues. Ces quatre sites demeurent non datés.

Plus à l'ouest, dans le bassin d'Albas, quatre autres concentrations de scories ont été observées dans la partie occidentale du bassin d'Albas (Croix de Fer 1, 4, 6 et 9 ; 80 < 800 m²). Seuls les sites Croix de Fer 4 et 9 ont livré des éléments de datation mêlés aux scories. Dans le premier cas (n°157), il s'agit de plusieurs fragments de céramique grise de production régionale, en particulier un bord attribuable soit au second âge du Fer, soit au I^{er} s. av. n. è., mais encore présent au début du Haut-Empire³⁰⁸ (fig. 240). Sur le second site (n°160), des fragments d'amphores italiques, notamment de type Dressel 1B, et des tessons de CNT ont été identifiés sur l'épandage de scories. Une concentration de mobilier céramique de composition similaire (Croix de Fer 8 ; 180 m², faible densité) est présente à une trentaine de mètres à l'ouest du site.

³⁰⁶ Le degré de confiance de la première datation est de 95,4%. Le degré de confiance de la seconde est en revanche de 92,1 % : deux autres intervalles ont en effet été obtenus, qui couvrent les années 88-104 (2,2 % de probabilité) et 304-314 (1,1 % de probabilité).

³⁰⁷ Il s'agirait de fragments d'un flacon en verre incolore attribué sous réserve à la 2nde moitié du I^{er} s. ou au II^{ème} s. de n. è., et d'une cruche à corps cylindrique réalisée dans un verre incolore très fin de bonne qualité (III^{ème}-IV^{ème} s. ?). Mobilier examiné par V. Salles (TRACES UMR 5608).

³⁰⁸ Identification de G. Rancoule et T. Le Dreff.

Trois autres épandages de scories ont été identifiés à 600 m à l'est de ce premier groupe, sur un petit mamelon (n° 174, Espeyrols 1, 1100 m²), sur un replat (n°175, Espeyrols 2, 1200 m²) et dans le vallon voisin de Ginoufre (Ginoufre 1, 300 m²). Deux fragments d'amphores italiques étaient présents à la surface du premier site. Dans le second cas, le mobilier recueilli en surface parmi les déchets se compose de trois fragments de CNT, dont un bord qui pourrait dater du 2nd âge du Fer. Enfin, à la surface du troisième ont été identifiés deux tessons de CNT, dont un bord d'urne (fig. 240), attribuable de manière imprécise à l'âge du Fer³⁰⁹.

Enfin, une série de sites de réduction plus isolés sont présents au sud et à l'est du bassin d'Albas. A un 1 km au sud du site de Ginoufre 1, l'épandage de scories Taurenne 1 (300 m²), non daté, a été largement remanié lors du traçage d'une piste. Un cas de figure similaire a été identifié sur le carreau de la mine de la Mayré, où l'activité minière contemporaine a bouleversé une concentration de scories, non datée, couvrant actuellement moins d'une vingtaine de mètres carrés (La Mayré 2). L'épandage de scories identifié aux Basses du Carla (n°286, Basses du Carla 1, 2800 m²) a livré en revanche un mobilier assez diversifié du I^{er} s. av. n. è. et du I^{er} s. de n. è. (fragments d'amphores italiques, un tesson atypique de sigillée italique, deux tessons atypiques de sigillée sud-gauloise, deux fragments d'amphores Dressel 2/4 et un denier d'argent d'Auguste daté de 11 av. n. è.). Enfin, des scories de réduction associées en surface à un abondant mobilier de la seconde moitié du I^{er} s. av. n. è. et de la première moitié du I^{er} s. de n. è. ont été identifiées sur une surface de 2500 m² au pied de la mine de Balança, à 4,5 km au sud-est des sites de Taurenne 1 et La Mayré 2 (Balança 1, n°70 ; amphores de Tarraconaise, sigillée italique).

Cette longue liste de sites peut être complétée par de nombreux déchets métallurgiques épars identifiés en plusieurs points du bassin de la Berre. Dans au moins six cas³¹⁰, ces indices pourraient être liés à l'existence d'autres sites de traitement non identifiés dans les vallons de Vicence, de Sinsac, des Abellanies et de Pichareilles, dans la vallée de la Berre et sur la colline de Taurenne.

Groupe du bassin de Ségure

Au sud du plateau de Lacamp, six sites ont été distingués dans le haut bassin de la rivière de Ségure (fig. 241). Ils se concentrent dans les vallons encadrant le Monthaut. Quelques fragments d'amphores italiques ont été découverts en surface de l'épandage de La Ferrière (300 m² ?), recoupé par une piste. Le site identifié à une cinquantaine de mètres en aval de La Ferrière n'a quant à lui pu être daté (Saint-Sisle 9)³¹¹. Il en est de même du site Abeilla 17, un épandage de faible densité de scories de fer (300 m²). En revanche, à environ 140 m en amont du site de La Ferrière, une concentration de fragments centimétriques de minerai de fer rubéfié (20 m²), correspondant vraisemblablement à une aire de grillage, était associée en surface à deux fragments d'amphores italiques (Saint-Sisle 2, n°482). Plus en amont, deux autres sites semblent devoir être distingués dans la Coume Lairou (Coume Lairou 1 et 3). Dans les deux cas, toutefois, la densité de déchets métallurgiques observés en surface est particulièrement

³⁰⁹ Le matériel des sites Espeyrols 2 et Ginoufre 1 a été examiné par G. Rancoule.

³¹⁰ Il s'agit des indices Vicences 6, Sinsac 4, La Frau, Abellanies 2, Pichareilles 1, Taurenne 2.

³¹¹ Il n'est pas certain que cette concentration de scories soit en position primaire.

faible. Qui plus est, les sites sont localisés dans des zones où la visibilité des vestiges au sol est particulièrement réduite. Il n'est donc pas possible de caractériser avec précision les limites des sites. Seul le site Coume Lairou 3 a livré en surface du matériel céramique (trois fragments d'amphores italiques), mêlé aux scories de réduction.

Le nombre de sites potentiellement présents dans ce bassin très boisé et au relief très découpé, difficile à prospector, est sans nul doute bien plus important. En effet, des scories de réduction isolées ont été identifiées sur une vingtaine de points. Dans sept cas, les données archéologiques, géomorphologiques et taphonomiques incitent à penser que ces déchets proviennent de sites de réduction non repérés à ce jour³¹².

Groupe du bassin de La Valette

A ce jour, deux ferriers ont été reconnus dans le bassin de la Valette, au sud de la vallée du Libre (fig. 242). Ces deux sites très proches l'un de l'autre (Caraillet 1 et 2) forment une concentration de scories de près de 3000 m² au total, estimée à 1,50 m d'épaisseur. Le mobilier recueilli dans les années 1970 par G. Rancoule et Y. Solier est constitué de fragments d'amphores Dressel 1A et 1B, Pascual 1 et Dressel 2/4, de céramique tournée grise, et de plusieurs tessons du Haut-Empire non caractérisés (Rancoule, Solier 1977 : 29). Deux autres ferriers sont signalés plus en amont, mais demeurent à ce jour non repérés. Enfin, en deux autres points du bassin, des scories de réduction isolées permettent d'envisager l'existence de sites de traitement non reconnus à ce jour.

Groupe du bassin du Libre

Relativement large, la vallée du Libre se trouve à l'ouest du plateau de Lacamp. Affluent de l'Orbieu, le Libre est alimenté par de nombreux ruisseaux dévalant le versant ouest du plateau. Neufs sites ont été découverts sur les berges de ces ruisseaux ou à leur confluence avec le Libre (fig. 243). Dans la haute vallée, deux épandages de scories de réduction aux limites assez imprécises sont présents au pied du Monthaut (Couise 1, Coume Barte 1). Dans le premier cas, les scories étaient associées en surface à plus d'une dizaine de fragments d'amphores italiques. Dans le second cas, seul un fragment de panse d'amphore italique a été trouvé en surface à l'emplacement du ferrier. Plus en aval, le site du Caraillet-Adoux, implanté sur la rive droite du Libre, est connu de longue date (n°135 ; Rancoule, Solier 1977 : 28-29). Ce vaste ferrier elliptique de près de 6000 m² semble dépasser 2 m d'épaisseur (fig. 244). Depuis les années 1970, un mobilier antique assez diversifié a été identifié à la surface de l'amas de scories³¹³.

Plus au nord, dans le vallon de Saint Jean, deux amas de scories adjacents (Saint-Jean 2 et 3, n°476-477) paraissent constituer un vaste ferrier de plus 1,5 ha de superficie auquel il faut

³¹² Il s'agit des indices Abeilla 22, Saint-Sisclé 6, Coume Sourde 2, Coume Fenouillette 1, Baile 1, Gailloumet 1 et Bers 3.

³¹³ Il se compose de fragments de sigillée arétine, de campanienne C et de fragments d'amphores de Tarraconaise (Pascual 1) et italiques. Parmi ces derniers figure un culot aménagé, à cassures de régularisation à la jonction culot/panse (Rancoule, Solier 1977 : 28-29 ; Ournac *et al.* 2009 : 274 ; Maintenant 2011)

vraisemblablement associé l'amas de scories Saint-Jean 4 (n°478, 700 m²), situé sur la rive opposée (fig. 245). Le mobilier identifié sur le ferrier 2-3 et le site 4 est en effet relativement homogène (céramiques communes, dont céramiques sableuses oxydantes, *tegulae*, amphores italiques)³¹⁴.

Les trois sites de réduction identifiés plus au nord dans les vallons du Four et des Youles sont nettement plus réduits. Les deux épandages de scories Four 1 et 2 (700 et 300 m²) s'étendent sur les berges du ruisseau du Four. Seul le premier (n°207) a livré des éléments de datation, recueillis en surface parmi les déchets métallurgiques (deux fragments d'amphores italiques). Dans le vallon des Youles, les limites du ferrier Youles 1 sont assez imprécises (n°290, < 500 m², 1 m d'épaisseur). Le mobilier recueilli en surface est constitué ici encore de quatre fragments d'amphores italiques appartenant à deux individus au minimum, assurément liés à l'activité métallurgique³¹⁵. Outre ces sites clairement identifiés, notons la découverte fréquente de scories isolées dans le bassin du Libre, qui pourraient indiquer l'existence d'au moins cinq sites de réduction non repérés à ce jour³¹⁶.

4.2.2. Une production diffuse

D'autres zones de production de fer ont été identifiées dans les Corbières, regroupant au total onze concentrations de scories. Ainsi, deux groupes de sites de réduction sont présents dans la vallée du Sou, affluent de l'Orbieu, et dans la vallée du Torgan (fig. 246). Dans la première, deux ferriers (Cauna 1 et 2, n°701-702) sont implantés en bordure du Sou. Cauna 1 est le plus imposant (> 700 m² et > 0,50 m d'épaisseur ; fig. 247). Le mobilier identifié en stratigraphie dans la couche de scories est assez diversifié et comprend des fragments d'amphores italiques, notamment de type Dressel 1A³¹⁷, de dolium, de céramiques sableuses oxydantes et de céramiques claires récentes. Le mobilier identifié sur l'épandage voisin Cauna 2 (700 m²) se limite quant à lui à quatre fragments d'amphores de Tarraconaise.

Plus au sud, quatre sites de réduction se répartissent sur près de 8 km entre Massac et Montgaillard, en bordure du Torgan, affluent du Verdoube (fig. 248). Deux d'entre eux sont situés dans le bassin de Montgaillard (Coume 1 et Cayrous 1). Ces deux épandages de scories, de faible densité, couvrent respectivement 13000 et 2500 m² et n'ont fourni aucun élément de datation. En revanche, le site La Peyre-Les Vignes Grandes, situé dans le bassin de Dernacueillette et à peine moins vaste (environ 1600 m² ; n°650, fig. 249), a livré trois fragments d'amphores de Tarraconaise atypique (NMI : 3). Enfin, le dernier site recensé dans la vallée du Torgan (Cédeillan 1, n° 5), n'a pu être clairement délimité. Des scories ont été observées sur plus de 5000 m² et étaient associées des fragments d'amphores italiques (Marsac 1987). Il faut peut-être associer à ce site les « fragments de meules en basalte, débris d'amphores, poteries sigillées et tuiles à rebords » observés à Cédeillan au début du XX^{ème} s. (Sicard 1907 : 247).

³¹⁴ Eléments identifiés lors de nos prospections et, antérieurement, par G. Rancoule.

³¹⁵ De la scorie adhère à certains tessons, visiblement soumis à de hautes températures.

³¹⁶ Il s'agit des indices des Youles 3, Vignasse 1, Saint-Jean 1, La Fargasse 1 (du nom *farga*, forge) et Coume de Fer 1.

³¹⁷ Une autre lèvre assez altérée pourrait appartenir à une amphore gréco-italique (rapport H/L = 1).

Des sites de réduction plus isolés ont été recensés dans les Corbières occidentales. Situé dans la vallée de l'Orbieu, l'atelier de Ferrières 1 (n°544), fouillé par G. Rancoule dans les années 1960, est le mieux connu. Le mobilier archéologique recueilli sur ce site d'1 ha de superficie au minimum, est constitué d'amphores Dressel 1A et 1B et Pascual 1, de céramiques campaniennes A et C, de céramiques indigènes et communes à cuisson oxydante, de fragments de présigillées régionales ou sigillées arétines et de gobelets à parois fines (Rancoule 1975 : 96-98). Par ailleurs, une petite concentration de scories de fer associée à de la céramique modelée du premier âge du Fer a été reconnue dans la vallée de la Sals (Le Bac-Rives de Tortes³¹⁸, n°550).

Enfin, au nord des Corbières, deux zones de production ont été identifiées dans le Val de Dagne et le Lézignanais. Dans la première, le site Le Peyrou-Le Férié (n°704), constitué de quatre épandages de scories, s'étend sur une superficie totale de 11600 m². Le mobilier antique recueilli est assez diversifié³¹⁹. Un second épandage de scories a été identifié à 4 km au nord de ce site (La Courtine, n°703). Couvrant 5000 m² de superficie, il a livré en surface essentiellement des fragments d'amphores Pascual 1. Plus au nord, dans le Lézignanais, un site de réduction a été identifié au lieu-dit Pé de la Gleiza (n°543). La chronologie de cet épandage de scories de 1500 m² est toutefois assez problématique. Le matériel identifié en surface, parmi les déchets métallurgiques, a été daté de la fin du VI^{ème} s. et de la première moitié du V^{ème} s. av. n. è.³²⁰ (Pauc, Pauc 1998 : 123-124). Néanmoins, la concentration de scories jouxte un établissement rural antique occupé entre le I^{er} s. et le IV^{ème} s., situé à environ 20-50 m à l'ouest du site. Un diagnostic réalisé sur cet établissement en 2008 a mis au jour un bâtiment daté entre le Haut et le Bas-Empire. Or, de nombreuses scories de fer étaient présentes dans un niveau de démolition – datation inconnue – repéré à l'est de ce bâtiment, c'est-à-dire quasiment au niveau de l'épandage Pé de la Gleiza 1 (Canut 2010 : 27). On peut donc s'interroger sur la chronologie de ce dernier. Les données techniques, présentées dans le sous-chapitre suivant, renforcent ces doutes (cf. p. 284).

Au terme de ce premier travail de restitution des données, le secteur du plateau de Lacamp semble apparaître comme la principale zone de production du massif, toutes périodes confondues. L'état d'avancement de la recherche archéologique oblige toutefois à nuancer ce tableau. De vastes secteurs des Corbières n'ont pas fait l'objet de reconnaissances de terrain, en particulier dans la partie occidentale du massif.

Cependant, le corpus de site permet tout de même d'engager une première réflexion sur

³¹⁸ Information orale G. Rancoule, 2009.

³¹⁹ Il comprend quatre fragments d'amphores Pascual 1, Dressel 2/4 et Dressel 1C, cinq tessons de sigillées italiques et sud-gauloises, un rebord d'urne en BOB (forme A1), un as de Vespasien, un fragment de céramique africaine claire A de forme Hayes 8A, datée des années 75-160 de n. è., plusieurs fragments de tegulae et des blocs de béton de tuileau (Pauc, Pauc 1998 : 117-120).

³²⁰ Ce matériel a été identifié par M. Py et A. Adroher. Il se compose de fragments de coupe ionienne d'importation de type B2, de céramique grise monochrome dont un bord de coupe (3a ?), de lèvres d'amphore massaliète à pâte rose orangée, de type Py1, de fragments de fond de mortier, d'un bord d'urne en céramique ibérique à pâte orangée (COM-IB-Jro), d'un bord d'urne en céramique ibérique peinte (IB-LANG 12 (?)) produite dans le nord de la Catalogne, de nombreux fragments de CNT, notamment un fragment de panse avec un mamelon de préhension en bourrelet et un fragment de panse portant un décor en cordon incisé (Pauc, Pauc 1998 : 124).

la production de fer antique des Corbières en suivant trois axes : l'ampleur et la chronologie de l'activité, les techniques de traitement et l'organisation de la production.

4.3. La production de fer : chronologie, ampleur, techniques et organisation de l'activité

4.3.1. La production de fer durant l'Antiquité : de petits sites de réduction dispersés

Essai de hiérarchisation des sites de production

L'évaluation de l'ampleur de la production de fer des Corbières durant l'Antiquité nécessite en particulier une estimation des volumes de déchets produits sur les sites de réduction de la production de fer correspondante. Cette approche n'est toutefois pas concevable à l'heure actuelle dans les Corbières. Néanmoins, l'examen des superficies, épaisseurs et densités de ces concentrations permet de proposer une première hiérarchisation des sites. Ce sont là des critères classiquement renseignés par les chercheurs travaillant dans d'autres zones de production et présentant en règle générale des marges d'erreur plus faibles que les estimations de volume. Ils permettent donc à nos yeux de proposer une première évaluation relative de la production de fer du massif, par le biais d'une comparaison avec les données recueillies dans d'autres zones sidérurgiques antiques (fig. I-71). Il faut garder à l'esprit toutefois que des décalages peuvent exister d'une zone à l'autre dans l'appréciation de la morphologie des sites, liés à la variabilité des pratiques archéologiques et des contraintes naturelles. De fait, les comparaisons peuvent avoir leurs limites.

Au total, sur les 50 concentrations de scories retenues, les superficies médiane et moyenne sont de 700 m² et 1998 m² (annexe III) :

- 60 % des sites mesurent moins de 999 m² ou moins, parmi lesquels 12 % des sites mesurent 99 m² ou moins et 48 % sont compris entre 100 et 999 m² de superficie,
- 32 % se situent entre 1000 et 9999 m²,
- 8% des sites (quatre sites) atteignent ou dépassent 10000 m² de superficie (ensemble de Saint-Jean et sites de Coume 1, du Peyrou-Le Férié et Ferrières 1) (fig. I-71 et I-72, fig. 250 et 251).

Deux tiers des soixante-quatre sites de réduction identifiés sont formés d'épandages de scories, le tiers restant étant constitué d'amas. Parmi ces soixante-quatre sites, nous en avons écarté douze dont les limites ne sont pas clairement déterminées et avons considéré que les ferriers Saint-Jean 2 et 3 forment un même ensemble.

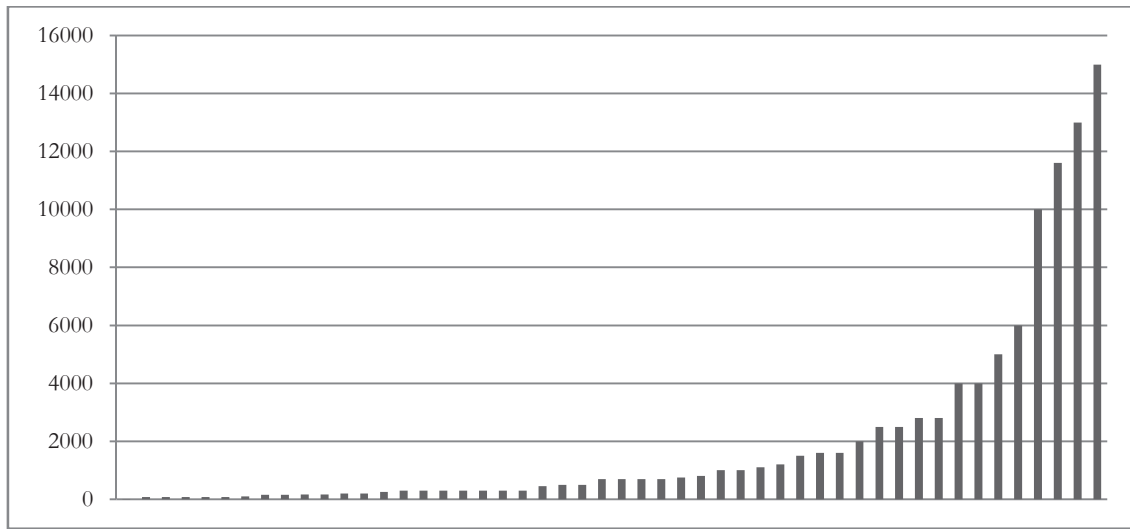


Fig. I-71 : superficie des concentrations de scories de réduction des Corbières (en m², n 50).

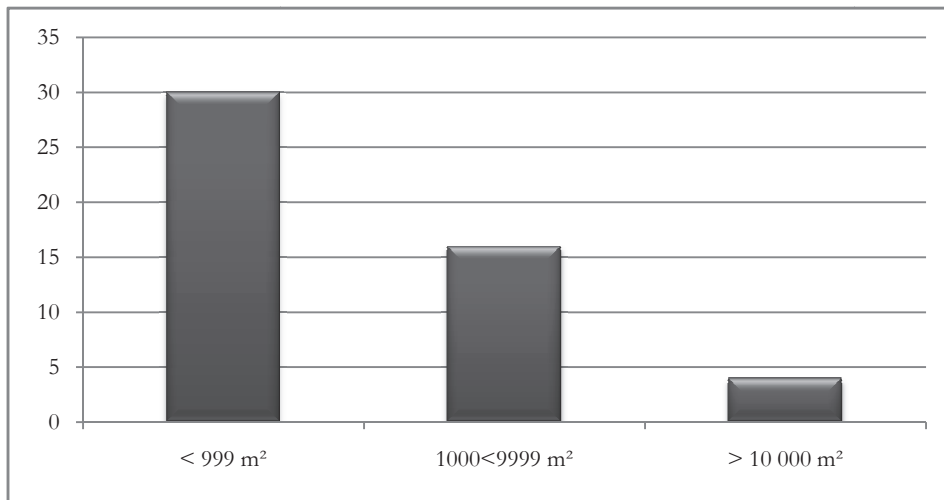


Fig. I-72 : classement des concentrations de scories de réduction des Corbières en fonction de leur superficie (nombre de sites par classe, n 50)

L'estimation des densités de déchets métallurgiques observées en surface des sites se fonde non pas sur un réel décompte mais sur l'appréciation du prospecteur et des comparaisons entre les différentes concentrations de scories. De fait, une estimation fondée sur un tel mode opératoire est très subjective et ne peut être quantifiée. Notons tout de même qu'une majorité de concentrations de scories présentent une faible densité de déchets en surface. Parmi celles-ci figurent notamment neuf épandages compris entre 1000 et 13000 m². L'extension importante de certains épandages de scories doit donc être nuancée. Elle peut s'expliquer en partie par leur large remaniement, notamment au cours des travaux agricoles. C'est le cas peut-être du site de Coume, situé dans une zone très favorable à l'agriculture et à la viticulture, en bordure d'un village.

Un problème similaire se pose avec l'estimation de l'épaisseur des concentrations de scories. En l'absence de sondages d'évaluation ou de carottages à la tarière, celle-ci ne peut-être

qu'extrapoler à partir des observations de surface, tenant compte de la morphologie de la concentration et de la topographie. Une telle méthode est sujette à caution, dans la mesure où l'on ne dispose que d'une vision partielle des contours des dépôts de scories. Plusieurs critères permettent tout de même de préciser l'ampleur des rejets de scories sur les sites identifiés, sur la base de fourchettes très larges.

Ainsi, l'épaisseur des épandages de scories peut être considérée comme très faible (quelques décimètres tout au plus, sauf exceptions³²¹), dans la mesure où ces sites correspondent en théorie à des concentrations de scories très étalées. Or, les épandages de scories constituent près de 70 % du corpus de sites de réduction identifiés dans les Corbières. Dans le cas des ferriers, on peut clairement distinguer les amas de quelques décimètres de haut des ferriers atteignant plusieurs mètres d'épaisseur. Une estimation plus détaillée est en revanche plus délicate à mettre en œuvre sans sondage³²². Les chiffres présentés ci-dessus doivent donc être considérés avec réserve. Neuf des dix-huit ferriers reconnus dans les Corbières montrent un léger micro-relief en surface, ne dépassant pas un demi-mètre. Deux amas seulement dépasseraient 2 m (ensemble de Saint-Jean et Caraillet-Adoux), mais il n'est pas possible d'affiner l'estimation. Entre les deux, les autres amas paraissent compris entre 0,50 et 2 m d'épaisseur. Au final, si l'on tient compte de l'ensemble des informations présentées ici, plus de 80 % des sites identifiés, amas et épandages compris, mesureraient ne dépasseraient pas un mètre d'épaisseur.

Etant donné les limites intrinsèques de ces estimations, l'évaluation des volumes de scories, uniquement applicable aux amas, est encore plus aléatoire. Pour ce faire, nous avons tenté de mettre en œuvre la méthode de calcul développée dans la Montagne Noire par l'équipe travaillant sur la sidérurgie antique (Decombeix 2004 ; Decombeix *et al.* 2004³²³). Seuls sont pris en compte ici les amas les plus importants (12 ferriers) dont les limites sont les plus claires et pour lesquels on peut supposer que la topographie du sol sous-jacent est relativement plane. Les volumes obtenus sont très variables.

- cinq ferriers sont inférieurs à 50 m³,
- trois ferriers présentent un volume difficile à estimer, paraissant compris entre 100 et 999 m³,
- deux ferriers affichent un volume compris entre 1000 et 1999 m³,
- deux ferriers auraient un volume compris d'une part entre 2000 et 5600 m³ (Caraillet-Adoux), d'autre part entre 6000 et 9000 m³ (ensemble de Saint-Jean).

³²¹ Le rejet de déchets métallurgiques dans des fosses peut engendrer de telles exceptions.

³²² L'évaluation de l'épaisseur des ferriers a pu être réalisée par sondage uniquement sur les sites de Caraillet 1 (Palairac), Fourques 1, Lizadou 1, Vicence 4 et Vicence 5. La concentration de scories de Montredon 4 n'a pas été prise en compte, car trop remaniée. Dans le cas des ferriers de Caraillet-Adoux, Saint-Jean et Cauna 2, le recoupement des amas par des pistes ou par des cours d'eau a permis de préciser les estimations.

³²³ Pour l'estimation du volume de scories d'un ferrier situé sur un terrain plat, en pente ou non, ces auteurs proposent la formule simplifiée suivante : longueur x largeur x hauteur x 0,4. Selon eux, l'erreur géométrique reste inférieure à 20 % tant que les dimensions de la partie massive du ferrier ont été correctement définies (Decombeix 2004 : 197).

Les autres sites inventoriés dans les Corbières sembleraient plutôt s'inscrire dans la fourchette basse, en particulier les épandages de scories. Si cette hypothèse demeure invérifiée dans la plupart des cas, convenons que les petits épandages de moins de 100 m² ne peuvent correspondre qu'à un volume de scories très limité, de quelques mètres cubes, voire quelques dizaines de mètres cubes.

Bien qu'il faille considérer avec réserve les chiffres ci-dessus, on peut estimer que les rectifications apportées par les futures opérations d'évaluation ne changeront pas du tout au tout ces estimations. Dans l'ensemble, celles-ci donnent avant un ordre de grandeur, qui illustre le caractère somme toute limité des concentrations de scories identifiées dans les Corbières au regard des données recueillies dans d'autres zones de production. Il faut en particulier noter l'absence de ferriers similaires aux vastes dépôts de la Montagne Noire (Grand Ferrier du domaine des Forges, Co d'Espérou, La Bertrande ; Decombeix *et al.* 1998 ; Decombeix *et al.* 2004). Le caractère isolé de la seule entité pouvant éventuellement rivaliser avec ces grands amas (ensemble de Saint-Jean), est à ce titre significatif, tout comme le faible nombre de concentrations de scories dépassant 1 ha de superficie (7 % du total).

Les sites compris entre 1000 et 9999 m² ne sont pas dominants dans les Corbières (32 % des 50 sites pris en compte) (fig. 250 et 251). Près de la moitié de ces sites correspond à des épandages, dont le volume de déchets métallurgiques paraît très limité (fig. 252 et 253). Les concentrations de scories de cette catégorie sont considérées comme des sites de taille moyenne dans la région de production de fer d'Argentomagus (Berry), où ils dominent le corpus de sites de réduction (32 % de l'ensemble du corpus, 60 % des amas de scories mesurés) (Laüt 2010 : 237).

La prédominance des concentrations de scories inférieures ou égales à 999 m² (60 %) dont plus d'un 1/6^{ème} mesure moins de 99 m², est un troisième point significatif. Les volumes de déchets présents sur les sites de cette catégorie où une évaluation a été tentée sont compris entre 10 et 160-360 m³. Dans la région d'Argentomagus, les ferriers de moins de 1000 m² sont considérés comme des ferriers de petite taille. Mais ils ne dominent pas le corpus (26 % des sites mesurés et 14 % du corpus total) (Laüt 2010 : 237). Dans les Baronnie, les trente-trois ferriers recensés mesurent tous moins de 1000 m², dont une majorité est inférieure à 200 m² (19). Les deux plus « grands » ferriers atteignent 600 et 450 m², le premier dépassant 3 m d'épaisseur. Tous ces sites sont considérés comme de petits ferriers, sur la base d'une comparaison avec les grands amas du domaine des Forges (Beyrie *et al.* 2000 : 48 ; Fabre *et al.* 2001 : 130). Plus au nord, dans le Jura suisse, 90 % des ferriers recensés affichent un volume estimé inférieur à 400 m³ (Eschenlohr 2001 : 129).

Bilan chronologique

Le tableau dressé dans le sous-chapitre précédent éclaire bien la difficulté d'établir une chronologie des sites de production de fer, qui peut être potentiellement très large (Laüt 2010 : 240). A ce problème fondamental s'ajoute la grande variabilité qualitative des données chronologiques obtenues, qui ne doivent pas toutes être considérées sur le même plan. L'identification d'un fragment d'amphore à la surface d'un site partiellement remanié n'a pas la même valeur qu'un lot de mobilier diversifié découvert en stratigraphie.

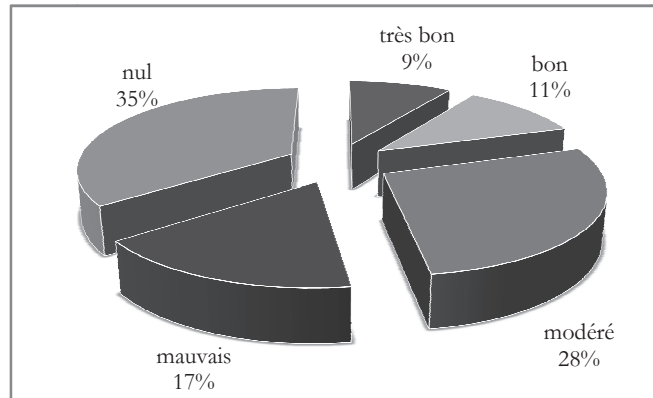


Fig. I-73 : Niveau de fiabilité estimé de la chronologie des sites de réduction.

Nous avons tenté de dresser une carte de fiabilité des données chronologiques recueillies sur les sites de traitement des minerais de fer des Corbières, toutes périodes confondues. Les critères sur lesquels repose cette carte ont déjà été évoqués (cf. p. 131) Cette fiabilité ne désigne pas la valeur chronologique intrinsèque des éléments identifiés mais l'ensemble de facteurs permettant d'associer avec un degré de certitude plus ou moins fort les éléments chronologiques recueillis au site de réduction.

Sur les soixante-quatre sites de réduction identifiés dans le massif des Corbières (hors forges à la catalane), la datation de 6 sites est jugée très fiable (fig. 254 et 255 ; fig. I-73)³²⁴. Ce sont là les seuls sites de traitement ayant fait l'objet de sondages ou de fouilles extensives. Ces opérations ont permis de recueillir du matériel céramique bien positionné en stratigraphie dans le ferrier et de réaliser, ponctuellement, des datations ¹⁴C, doublées dans le cas du ferrier de Vicence 4. Dans 7 autres cas (11 % du total), la chronologie proposée présente un niveau de fiabilité jugé bon³²⁵. Ces sites ont fait l'objet de plusieurs campagnes de prospections, qui ont fourni un matériel céramique diversifié et clairement localisé, constitué de plus de dix d'individus, matériel qui, dans un cas, a été découvert dans la coupe du ferrier recoupé par une piste (Cauna 1). Dans 18 autres cas (niveau modéré, 28 %), le matériel recueilli en surface, constitué de quelques éléments mal caractérisés, est trop peu important pour proposer une datation relativement fiable. De nouvelles interventions sont donc nécessaires. Enfin, dans les autres cas (soit 52 % du total), aucun élément de datation n'a été identifié (nul, 35 % du total), ou alors le matériel observé en surface ne peut être associé avec certitude aux concentrations de scories en raison du large ou total remaniement de ces dernières ou de la mauvaise visibilité des vestiges au sol (mauvais, 17 %).

Nous avons fait le choix de ne prendre en compte dans un premier temps que les sites de traitement dont le niveau de fiabilité est jugé *très bon*, *bon* et *modéré*. Il faut toutefois garder à l'esprit que les sites de la catégorie *modéré* sont sujets à caution. De plus, le matériel recueilli en prospection, non positionné en stratigraphie, est intrinsèquement problématique. Enfin, d'une manière générale, les éléments recueillis ne permettent pas de proposer des fourchettes

³²⁴ Caraillet 1 de Palairac, Fourques 1, Lizadou 1, Vicence 4, Vicence 5 et Ferrières 1.

³²⁵ Caraillet 1 et 2 de Maisons, Caraillet-Adoux, Le Peyrou-Le Férié, les Basses du Carla, Saint-Rome et Cauna 1.

chronologiques précises. Seule la multiplication de sondages sur les sites de réduction – et les sites miniers – permettra de proposer une datation relativement fiable de la production de fer des Corbières.

Les sites de traitement dont le niveau de fiabilité est jugé *très bon*, *bon* et *modéré* constituent 48 % du total (31 sur 64) (annexe III). C'est là un chiffre nettement plus élevé que le nombre de ferriers ou épandages de scories de la Montagne Noire à la surface desquels du matériel a été observé en surface (46 sites sur 164 sites inventoriés dans Decombeix *et al.* 2004, soit 28 % : Decombeix *et al.* 2004 : 14).

Hormis le site du Bac-Rives de Torte, reconnu par G. Rancoule avant 2009, trois des trente-et-un sites ont fourni un matériel céramique peu important quantitativement et peu caractéristique, attribué par G. Rancoule à l'âge du Fer (Croix de 4, Ginoufre 1 et Espeyrols 2) (fig. 256 et 261)³²⁶. Dans les deux premiers cas, toutefois, la fourchette chronologique, très imprécise, doit être étendue jusqu'à la période tardo-républicaine. En revanche, à Espeyrols 2, en l'absence d'autres types céramiques, notamment italique, une datation du second âge du Fer peut être envisagée, sans réelle certitude. Le site du Pé de la Gleiza 1 est en revanche très problématique (cf. p. 273 et 284)

Les trente-et-un sites de traitement retenus ont tous livré des éléments de datation datant des périodes républicaine, augustéenne et impériale (fig. 257-265). Le mobilier céramique est largement dominé par les amphores italiques, identifiées sur dix-huit des trente-et-un sites. Lorsqu'il est déterminable, le type dominant est l'amphore Dressel 1A (7 sites), suivi du type Dressel 1B, associé dans trois cas à l'amphore Dressel 1A³²⁷. Un seul site (Le Peyrou-Le Férié) a fourni un exemplaire d'amphore Dressel 1C (Pauc, Pauc 1998 : 119). Les fragments d'amphores italiques se rencontrent essentiellement sur les petites concentrations de scories (< 1000 m²). Ces petits sites à la durée d'activité sans doute assez brève, semblent donc produire du fer peut-être dès le II^e s., certainement durant le I^{er} s. av. n. è (Rancoule 1985 : 264 ; Sanchez 2003 : 452, 653-676). D'autres sites de cette catégorie paraissent plutôt actifs à l'époque augustéenne (Cauna 2), dans la mesure où le matériel identifié se compose d'amphores de Tarraconnaise. Il n'est toutefois pas possible de proposer une chronologie plus fine sur la base des éléments à notre disposition. Les ensembles ne sont quantitativement pas suffisamment importants, et la prédominance d'éléments peu caractéristiques (panses) ne permet en aucun cas de proposer une datation précise et sûre de l'activité au cours de la deuxième moitié du II^{ème} s. et du I^{er} s. av. n. è. (Sanchez 2003 : 658-661 ; Olmer 2012 : 318-324).

Le mobilier des grands amas de scories est plus diversifié : les amphores italiques peuvent y côtoyer des amphores de Tarraconnaise de type Dressel 2/4 ou Pascual 1, de la céramique commune, de la céramique campanienne, de la céramique claire récente ou sableuse oxydante et de la céramique sigillée italique ou sud-gauloise. La plupart des sites importants à l'échelle du massif (Caraillet-Adoux 1, Ferrières 1, Le Peyrou-Le Férié, Saint-Rome 1, Caraillet 1 et 2 de Maisons, Caraillet 1 de Palairac) sont actifs dès le milieu du I^{er} s. av. n. è., voire même dans

³²⁶ Nous avons fait le choix d'écarter de cette synthèse le site du Pé de la Gleiza 2, trop problématique.

³²⁷ Les éléments découverts sur les sites plus problématiques, dont le niveau de fiabilité est jugé mauvais (onze sites) sont largement dominés par les amphores italiques (huit sites).

certains cas dès le début de ce siècle³²⁸. Leur activité paraît perdurer jusqu'au début voire au milieu du I^{er} s. de n. è., à l'image des sites du Caraillet-Adoux 1, de Ferrières 1, du Peyrou-Le Férié ou de Saint-Rome 1. Certains de ces vastes ensembles semblent poursuivre leur activité jusqu'à la fin du I^{er} s. de n. è., en particulier les sites du Peyrou-Le Férié, l'ensemble de Saint-Jean et le Caraillet 1 de Maisons.

Les éléments observés dans les zones d'extraction du secteur de Lacamp corroborent les remarques formulées ci-dessus. La présence récurrente de matériel tardo-républicain, augustéen ou du début du Haut-Empire dans les zones d'extraction paraît aller dans le sens d'une large mise en valeur des gisements de fer de ce secteur entre la fin de la période républicaine et le début du Haut-Empire.

Les trois datations ¹⁴C réalisées sur les sites de Lizadou 1 et Vicence 4 démontrent pour la première fois clairement que la production de fer des Corbières s'est prolongée au-delà du I^{er} s. av. n. è., peut-être jusqu'au III^{ème} s. voire au IV^{ème} s. Ces sites correspondent à des concentrations relativement réduites de scories (< 400 m², < 1 m d'épaisseur ?). Ils se distinguent très nettement des grands sites des Corbières actifs au tournant de l'ère (Caraillet-Adoux 1, Caraillet 1, Caraillet 1, Le Peyrou-Le Férié). Ces résultats incitent à ne pas associer toutes les petites concentrations de scories des Corbières à la phase d'activité centrée sur le I^{er} s. av. n. è. et le I^{er} s. de n. è.

Au terme de ce bilan, la production de fer antique paraît constituer une phase importante d'exploitation des ressources en fer du massif. Il faut toutefois nuancer l'ampleur de cette activité. La petite taille de la plupart des concentrations de scories renvoie à une activité relativement limitée d'un point de vue quantitatif. Elle pose aussi la question des temps de la production : ces sites ont-ils fonctionné de manière successive où s'inscrivent-ils dans un même temps fort situé quelque part à la fin du II^{ème} s. ou au I^{er} s. av. n. è. ? D'autre part, il ne faut pas perdre de vue que près de la moitié des sites métallurgiques et la très grande majorité des sites miniers demeurent non datés. Cette simple remarque invite donc à rester prudent quant à la chronologie de l'activité, et interdit, en particulier, toute généralisation. La production de fer des Corbières est une activité pluriséculaire, qui doit être considérée sur le temps long.

4.2.2. Les techniques de traitement

L'échantillonnage, l'étude et la quantification des déchets métallurgiques présents sur les sites de réduction recensés (1104 échantillons), selon un protocole défini plus haut (cf. p. 136) apportent un éclairage sur certains aspects des techniques mises en œuvre sur ces sites. Faute d'avoir pu étudier des structures de traitement du minerai de fer, ces déchets sont pour nous la principale source d'information pour la compréhension des procédés techniques utilisés. Nous avons écarté de cette analyse préliminaire les sites modernes et contemporains identifiés grâce

³²⁸ Les niveaux les plus anciens restant inaccessibles dans la plupart des cas, la période de démarrage de l'activité développée sur ces sites demeure méconnue.

aux sources écrites et aux observations de terrain (fours de grillage, forges à la catalane).

Minerais et traitements minéralurgiques

Dix-neuf sites de traitement ont fourni des fragments de roche riches en fer³²⁹, en tout point similaire aux minerais observés sur les affleurements des gisements de fer et que l'on peut qualifier de minerai de fer³³⁰ (fig. 266). Parmi ces dix-neuf sites, un seul est constitué à 100 % de minerai de fer (Saint-Sisèle 2). Ce site a été interprété comme une aire de grillage, sur laquelle nous reviendrons. Les autres sites sont tous des sites de réduction. Seize de ces sites sont datés de la période républicaine ou du Haut-Empire. Le minerai de fer est fréquent en surface ou en stratigraphie sur six sites, dont trois des cinq ferriers sondés.

Quelle que soit la localisation du site ou sa chronologie, la taille moyenne et médiane des éléments échantillonnés (108) est inférieure au décimètre (moyenne 7,94 x 6,11 x 4,92 cm ; médiane 7,50 x 5,95 x 4,85 cm), pour un poids moyen de 395 g et un poids médian de 201 g. Ces chiffres sont donnés à titre indicatif, dans la mesure où la méthode d'échantillonnage entraîne inévitablement certains biais dans les prélèvements (surreprésentation des éléments les plus grands). Il faut toutefois noter la relative rareté des blocs dépassant une quinzaine de centimètres de diamètre.

Sur la plupart des sites, les fragments de minerai observés correspondent à des éléments à arêtes vives, extraits selon toute vraisemblance de gisements en roche. Sur quelques sites toutefois (Pé de la Gleiza, Croix de Fer 4), aux éléments à arêtes vives s'ajoutent des nodules à surface arrondie de taille centimétrique, provenant d'épandages détritiques superficiels³³¹.

Plus de 99 % des fragments de minerais échantillonnés sont constitués d'oxydes et hydroxydes de fer (hématite, goethite, limonite), présents parfois sous forme cristalline et associés à du calcaire blanc à gris, constituant la roche encaissante (fig. 266). Sur le site de Fourques 1 a été recueilli un fragment de sidérite.

La présence de minerai dans les concentrations de scories peut s'expliquer en théorie par leur rejet ou leur perte (Ploquin 2001 : 307). Néanmoins, les quantités relativement importantes de fragments pluricentimétriques observées dans certains cas (Caraillet 1 de Palairac, Lizadou 1, Fourques 1) et le fait qu'ils paraissent alors constitués en grande partie d'oxydes et hydroxydes de fer laissent dubitatif. Ce phénomène est-il lié à certaines caractéristiques intrinsèques du minerai, notamment à une éventuelle variation de ses teneurs en manganèse ? Certains auteurs estiment en effet que la présence de cet élément a pu jouer un rôle carburigène lors du processus de réduction, favorisant l'obtention de l'acier (Truffaut 1994 ; Dieudonné-Glad 2010 : 321). Mais cette proposition est nuancée par d'autres auteurs, qui notent qu'aucune étude n'a clairement démontré l'existence d'un lien entre la présence de manganèse dans le minerai de fer et la carburation systématique du fer lors de la réduction directe (Leroy 2010 : 82). Dans

³²⁹ Aucune analyse de ces échantillons n'a pu être réalisée. C'est le cas pour l'ensemble des déchets du traitement du minerai de fer recueillis. L'absence d'études minéralogiques et d'analyses chimiques limite considérablement la portée de notre enquête, qui repose avant tout sur une étude morphologique des déchets.

³³⁰ Voir la définition de V. Serneels dans Serneels 2004 : 27.

³³¹ La prospection des alentours des sites ayant livré ces nodules n'a pas permis de distinguer des épandages de ce type. Il n'est toutefois pas certain que ces éléments ont été apportés sur le site.

notre cas, en l'absence d'analyses chimiques des échantillons, il est encore trop tôt pour lier ce phénomène à une variation des teneurs en fer ou en manganèse des minerais apportés sur les sites en question. Il faut peut-être faire entrer en jeu des critères techniques ou économiques, notamment un approvisionnement en minerai plus facile et plus régulier – les sites en question se trouvent tous à moins de 200 m d'un gisement de fer – permettant éventuellement aux sidérurgistes d'être plus exigeants dans le choix des matières premières.

La moitié des échantillons observés a visiblement subi un impact thermique conduisant en particulier à la déshydratation de la goethite et à sa transformation en oxyde (fig. 266, échantillon de droite). Cette déshydratation intervient à 240-300°. Dans le cas des éléments les plus petits (< 5 cm), qui témoignent très vraisemblablement d'un traitement mécanique préalable (concassage)³³², il n'est pas exclu qu'il s'agisse de fragments de minerai introduits dans les bas-fourneaux au cours de l'opération de réduction. Soumis à des températures élevées mais non réduits, ils auraient été alors rejetés avec les déchets métallurgiques lors de la vidange des structures de réduction à l'issue des opérations. En revanche, dans le cas des fragments plus gros (8 < 15 cm) ayant subi un impact thermique, on peut douter qu'ils aient été introduits tels quels dans le bas-fourneau (Serneels 2004 : 41-43). A nos yeux, ce sont ces éléments qui permettent d'envisager avec le plus de certitude un traitement initial par grillage du minerai. Une telle pratique est corroborée par la découverte de l'épandage de minerai grillé de Saint-Sisclé 2, d'une dizaine de mètres de diamètre, à la surface duquel ont été identifiés des fragments d'amphores italiennes. Ce site se trouve à environ 150 m du site de réduction de La Ferrière, à la surface duquel un mobilier similaire a été identifié.

E. Krawczyk avait étudié dans les années 1980 des fragments de minerai recueillis à la surface des sites Olivières 1, Caraillet-Adoux et Caraillet 1 de Maisons. Ces éléments étaient constitués de goethite et d'hématite, affichant un taux moyen de MnO de 4,23 %_{oxyde}. La composition de ces échantillons est très proche de celle des minerais prélevés sur une série de gisements du plateau de Lacamp et analysés par le même auteur (cf. p. 250 ; annexe VII). Ces résultats iraient dans le sens d'une alimentation de ces sites de réduction en minerai provenant d'amas de fer manganésifère du secteur de Lacamp.

Vestiges des structures de traitement

Des fragments de paroi de four ont été identifiés sur trente-sept sites, dont vingt-sept sont datés de l'Antiquité (période tardo-républicaine et Haut-Empire). Dans dix-huit cas, les morceaux de parois sont fréquents parmi les déchets, et peuvent constituer environ 1/5^{ème} des éléments observés en surface ou dans les couches de scories lors des sondages.

Les fragments de parois observés in situ ou échantillonnés (151) sont systématiquement constitués d'argile réfractaire cuite à dégraissant végétal de type paille (long. 2 à 3 cm) (fig. 267). Ce type de dégraissant permet notamment de limiter la fissuration de la paroi lors du séchage et de la chauffe initiale (Andrieux 2004 : 70-71). Ces brins de végétaux sont souvent associés à un dégraissant minéral de type schiste³³³ (< 1,5 cm), et de manière secondaire, à du quartz et des

³³² En revanche, nous n'avons observé aucune trace sur le catillus en basalte d'Estanhol 1 permettant de lier sa présence à une activité de broyage du minerai.

³³³ Le terme « schiste » est employé ici au sens large, et désigne toute roche susceptible de se débiter en feuillet.

sables de nature indéterminé. Le calcaire est en revanche rare. Une telle composition a été plus particulièrement observée sur les sites antiques. On n'observe pas de différence flagrante entre les sites en fonction de leur chronologie.

Dans une majorité de cas, le choix du schiste comme dégraissant est sans doute lié à sa plus grande disponibilité dans l'environnement immédiat. La plupart des sites de réduction du bassin de la Berre sont implantés dans des zones où affleurent essentiellement des séries pélitiques. Sur le plateau de Lacamp, quelques horizons à pélites ou ampélites sont présents à proximité immédiate de certains sites de réduction (Caraillet 1, Estanol 1). En revanche, dans certains cas, l'ajout de schiste semble avoir été spécifiquement recherché dans la mesure où ce matériau paraît exogène. Ainsi, le site de réduction de Fourques 1 (I^{er} s. av. n. è.) se trouve en domaine strictement calcaire, et nos observations de terrain n'ont pas permis d'identifier de bancs ou alluvions de schistes sur un rayon de 300 m autour de l'atelier. Les sidérurgistes paraissent avoir apporté ce matériau sur le site. Un tel choix peut s'expliquer par ses propriétés mécaniques ou thermiques, meilleures que celle du calcaire à hautes températures. En effet, vers 700°C, ce dernier se transforme en chaux, qui peut entraîner l'éclatement de la paroi lorsqu'elle s'hydrate et gonfle après le refroidissement de la structure (Andrieux 2004 : 70)³³⁴.

Sur certains sites (Fourques 1, Caraillet 1, Faliera 7, Lizadou 1), les parois sont constituées d'argile réfractaire associée à des plaquettes de schistes (5 < 10 cm). Cette technique architecturale, mise en oeuvre notamment lors de la construction des bas-fourneaux augustéens du domaine des Forges (Domergue 1993 : 264-276) ou des fours du III^{ème} s. de Lercoul (Dubois 2000) met à profit la morphologie spécifique des plaquettes de schistes, susceptibles notamment d'assurer une meilleure stabilité à la structure en argile.

Dans certains cas, de la scorie plus ou moins magnétique, cristallisée, à surface oxydée, est demeurée collée à la paroi interne (Caraillet-Adoux 1). Plus rarement apparaissent sur cette face interne des nodules de fer métal très corrodés. La coloration du cœur des morceaux de paroi montre sur les morceaux les plus complets une succession classique, avec, de l'intérieur vers l'extérieur : gris sombre près de la face interne, gris bleu, gris violacé et beige au centre, orangé parfois violacé ou grisâtre, orangé près de la face externe. La face externe, quand elle est conservée, présente en général un aspect régulier lissé. Quelques traces montrent que ce lissage pouvait être réalisé au doigt. Dans certains cas, on peut observer la présence d'un enduit argileux beige, sans doute du type barbotine, paraissant étalé à l'aide d'un outil à fibres ou poils.

Modes d'évacuation de la scorie

Les concentrations de déchets métallurgiques sont constituées essentiellement par des scories de réduction, fruit d'un mode d'évacuation spécifique et donc traduisant un savoir-faire technique. Leur état de fragmentation limite largement les potentialités d'étude. L'examen de ces déchets et l'estimation quantitative des différents types de scories présents sur un site

Dans le secteur du plateau de Lacamp, il faut plutôt envisager l'usage prédominant de pélites, la principale roche à débit feuilleté du secteur.

³³⁴ Il n'est donc pas exclu que la rareté des fragments de parois à dégraissant calcaire sur les concentrations de scories soit liée à la moins bonne conservation de ces derniers.

fournissent tout de même des précisions sur le mode d'évacuation de la scorie choisi par les sidérurgistes, et, de manière indirecte, sur le type de bas-fourneau utilisé.

Le type de scories le plus fréquemment observé est la **scorie dense écoulée**, de couleur grise, cristallisée³³⁵. Ce type correspond à la scorie coulée grise dense de V. Serneels (Serneels 1993 : 75-79) et est largement documenté dans la bibliographie (Sarreste 2008 : 242-247 ; Dieudonné-Glad 2010 ; 324-325). Il est constitué de scorie s'écoulant et refroidissant à l'extérieur du bas-fourneau. Il est dominant (> 2/3 des déchets métallurgiques) sur 44 concentrations de scories où les conditions de visibilité sont suffisamment bonnes pour permettre une estimation des différents types de scories présents (fig. 275 et 276). Trente de ces sites ont été actifs à l'époque tardo-républicaine et/ou au Haut-Empire. Les quatorze autres sites ne sont pas datés. Les scories denses écoulées sont prédominantes à la surface de la concentration de scories Pé de La Gleiza 1. Elles sont similaires aux scories denses écoulées identifiées sur les sites dûments datés de la période tardo-républicaine ou du Haut-Empire. Cette observation ne semble pas pencher en faveur de la datation envisagée jusqu'à présent (fin VI^{ème} s.-début V^{ème} s. : Pauc, Pauc 1998) dans la mesure où l'on ne connaît pas pour cette époque sur l'actuel territoire français de bas-fourneau dotés d'un système d'évacuation de la scorie à l'extérieur de la structure (Domergue 2007 : 24-29 ; Cabboï *et al.* 2007 : 37-48 ; Fabre, Rigal 2007).

Ces éléments ont toujours été trouvés à l'état fragmentaire. Les fragments les plus gros peuvent dépasser 30 cm de longueur et 5 kg³³⁶ (fig. 268). Ils présentent en général une face inférieure caractéristique qui a moulé la surface sur laquelle s'est écoulée la scorie en fusion. Cette face peut être plane ou adopter un profil convexe caractéristique, démontrant que la scorie s'est écoulée dans un canal ou une fosse aménagée à l'avant du bas-fourneau (Leroy *et al.* 1994 : 43-51). Certains de ces aménagements dépassaient 20 à 30 cm de largeur et de longueur et 10 cm de profondeur.

Généralement, ces scories sont peu ou pas magnétiques. Leur porosité, dûe à des bulles de gaz, est faible à modérée. Les inclusions sont rares dans la scorie et la matrice est homogène. Sur la face supérieure, on peut observer quelques empreintes de charbons de bois ou des éléments rocheux collés ou pris dans la scorie, tombés sur cette dernière alors qu'elle était en fusion. Sur la face inférieure apparaissent systématiquement des inclusions diverses (éléments rocheux, empreintes de charbon de bois, fragments de scories millimétriques, nodules d'argile rubéfiée), collées ou prises dans la scorie. Ces éléments sont présents sur le sol à l'avant de la porte du bas-fourneau au moment où la scorie s'écoule en dehors de la structure.

Deux grands faciès de scories peuvent être identifiés.

Le sous-type le plus fréquemment observé, dominant sur 43 des 44 sites, correspond à des scories écoulées en cordons juxtaposés plus ou moins fins (épaisseur : 0,5 < 5 cm). On observe en règle générale la présence sur un même site de scories à cordons fins et de scories à cordons épais. L'épaisseur de ces plaques varie, parfois au sein d'un même fragment, entre 1 et 11,5 cm. Elles sont le fruit d'un écoulement intermittent de la scorie, par petits cordons

³³⁵ 347 échantillons de scories écoulées ont été échantillonnés et décrits.

³³⁶ La plus grosse scorie écoulée observée mesure 36,5 x 22 x 11,5 cm et pèse 9,5 kg (PAL-CAR1-TR4-025).

successifs (Serneels 1993 : 76).

En outre, à plusieurs reprises ont été observées des scories écoulées en plaques ou en plaquettes. Il peut s'agir de fines plaquettes de moins de 3 cm d'épaisseur (Caraillet 1) ou de plaques plus massives pouvant atteindre 7 cm d'épaisseur sur lesquelles n'apparaissent pas de cordons d'écoulement (fig. 269). La surface peut être parfaitement lisse, mamelonnée, ou ridée par de nombreux plis traduisant un léger refroidissement de la surface pendant l'écoulement de la scorie en fusion. La présence de telles plaques impliquerait un haut degré de fluidité et des écoulements massifs non intermittents (Sarreste 2008 : 244-245). Ce type apparaît très ponctuellement sur quelques sites où dominant les scories écoulées à cordons juxtaposés. En revanche, il semble dominant sur le site La Peyre-Les Vignes Grandes (période augustéenne), où, par ailleurs, les scories écoulées à cordons juxtaposés sont discrètes. On peut envisager l'existence sur ce site d'un mode d'écoulement distinct de celui qui a été mis en pratique sur les sites où dominant les scories écoulées à cordons.

E. Krawczyk a analysé plusieurs échantillons de scories écoulées provenant des ferriers Olivières 1, Caraillet-Adoux, Caraillet 1 de Palairac Caraillet 1 de Maisons. Ces scories écoulées affichent des taux élevés en MnO, plus importants que les échantillons de scories provenant du site de La Ferrière, à Montjoi (annexe VII). Ces résultats iraient dans le sens de l'utilisation d'un minerai riche en manganèse, corroborant l'hypothèse d'une alimentation des sites Olivières 1, Caraillet-Adoux, Caraillet 1 de Palairac et Caraillet 1 de Maisons en minerai provenant des amas de fer manganésifère du secteur de Lacamp (Krawczyk 1991 : 108-109 et 145-149).

L'autre grande catégorie de déchets identifiée correspond à des **scories grises, denses, cristallisées et informes** (fig. 271). Les traces d'écoulement sont rares à la surface de ces éléments. Grises à noires violacées, elles sont généralement plus sombres que les scories écoulées classiques. Leur porosité est modérée à forte et dûe exclusivement à des bulles. Les inclusions sont généralement rares. Le magnétisme est faible à nul.

Ces déchets apparaissent régulièrement, mais modérément sur les sites où dominant les scories écoulées en cordons ou en plaques, sans pour autant faire jeu égal avec ces dernières. En revanche sur 13 sites, ils sont dominants à la surface des concentrations, et associés à des scories écoulées en cordons juxtaposés ou en plaque, généralement présentes en proportions moindres. Trois de ces sites étaient associés à des éléments de datation d'époque tardo-républicain dont la fiabilité est jugée mauvaise dans deux cas sur trois (Coume Lairou 3 et Marmairane 10). Sur trois autres sites, le mobilier céramique paraît dater de l'âge du Fer *s. l.* mais est lui aussi assez problématique dans deux cas sur trois (Ginoufre 1, Croix de Fer 4, Espeyrols 2). Enfin, les sept autres sites ne sont pas datés.

L'interprétation de ces éléments est délicate pour l'heure. On ne peut à ce jour attribuer avec certitude la prédominance de ces déchets sur certains sites à la mise en oeuvre d'un mode d'évacuation distinct de la scorie, et encore moins considérer que cette différence soit liée à des facteurs chronologiques. En effet, des biais d'ordre taphonomiques ne sont pas à exclure. Huit de ces sites sont localisés dans des bassins de peuplement anciens, favorables aux activités agricoles. Or, le degré de fragmentation des déchets à la surface de ces concentrations semble en moyenne plus élevé que sur les sites où dominant les scories écoulées à cordons juxtaposés et en plaques.. On ne peut donc écarter des modalités de conservation différentes et un plus

large remaniement des sites et des déchets (fracturation plus importante ?), à l'origine de la prédominance de ces scories en surface.

Enfin, 28 sites, dont 17 sont datés de la période tardo-républicaine et du Haut-Empire, ont livré une série de déchets fragmentaires correspondant à des scories informes à surface déchiquetée et à arêtes vives, de couleur grise, brune et orangé (fig. 272). Localement, on peut observer quelques petites coulures, souvent verticales. La porosité de ces scories est généralement élevée. Elle est due à la fois à des bulles et des empreintes de charbons de bois pouvant dépasser plusieurs centimètres de longueur. Des encroûtements d'oxydes et hydroxydes de fer bruns à orangés sont visibles ponctuellement sur la surface. Le magnétisme est généralement assez élevé, et peut être localement très fort. Des particules de fer métal semblent présentes dans la scorie. Certains de ces blocs atteignent 30 cm de diamètre et 7 à 8 kg et paraissent avoir moulé le fond d'une structure.

Jamais nous n'avons observé ce type de déchets de manière isolée. Ces éléments ont été identifiés systématiquement sur des sites où dominant les scories écoulées. Ils sont généralement rares. Dans deux cas, ils ont été observés dans des proportions plus importantes, mêlés à des scories grises denses cristallisées informes (sites de Cayrous, non daté, et d'Espeyrols 2). Nous n'avons pas observé de variations notables en fonction de la taille ou de la position des sites. Les sites où ont été trouvés ces indices sont localisés aussi bien sur le plateau de Lacamp que dans les vallons adjacents. Il peut s'agir de sites de grande amplitude (Caraillet 1, Le Peyrou-Le Férié) et de sites nettement plus réduits (Fourques 1, Cauna 2, Lizadou 1).

Ces éléments correspondent très vraisemblablement à des scories internes, constituées par une partie de la scorie qui ne s'est pas écoulee en dehors du bas-fourneau et a refroidi au sein de la structure de traitement (Serneels 1993 : 79 et 143 ; Sarreste 2008 : 247). On peut expliquer leur présence dans les concentrations de scories par le nettoyage plus ou moins régulier de la cuve du bas-fourneau, débarrassée alors de la scorie interne qui s'y est formée, ou alors par des ratés de réduction, dans le cas des plus gros blocs (Robion-Brunner : 2008 : 298). Leur association systématique avec des scories écoulées en cordons ou en plaques, présentes de manière dominante, incite à écarter l'hypothèse de scories piégées produites lors d'une opération de réduction sans écoulement de la scorie. Notons enfin que lorsque ce type de scories est trop fragmenté, sa caractérisation est difficile voire impossible sur la base des seules observations macroscopiques. Le risque de confusion est grand avec certains déchets produits lors de la phase de post-réduction.

Activités de post-réduction : premier aperçu

Un premier type correspond à des scories grises denses plus ou moins oxydées en surface et de forme plano-convexe (fig. 273). Sur la surface inférieure convexe apparaît généralement un matériau argilo-sableux scorifié, contenant notamment des éléments rocheux et des fragments de scories. La face supérieure, plus ou moins plane, montre parfois un bourrelet périphérique et des traces d'écoulement ou de refroidissement d'une matière en fusion. Ces déchets, de forme circulaire à elliptique et pouvant atteindre 30 à 40 cm de diamètre, sont généralement assez massifs, peu vacuolaires à vacuolaires. Ils peuvent contenir des fragments de scories et des

charbons de bois. Le magnétisme varie fortement d'un déchet à un autre et au sein d'un même échantillon. A ces éléments s'ajoutent des scories oxydées magnétiques (< 5 cm) présentes en proportion très limitée, et des résidus métalliques informes (< 8 cm), souvent déchetés et imbibés de scories, pesant quelques grammes à quelques dizaines de gramme (fig. 274).

Ces déchets ont été observés sur 20 des 64 sites recensés, en particulier sur neuf sites actifs durant l'Antiquité (Caraillet-Adoux, La Peyre-Les Vignes Grandes, Lizadou 1, Cauna 2, Vicence 5, Four 1, Balança 1, Caraillet 1, Cauna 1), et le site Espeyrols 2. Ils ont vraisemblablement été produits au cours d'activités de post-réduction (épuration et travail du métal) (Serneels 1998 : 31-34 ; Fluzin 2001 : 337-341). Morphologiquement, les scories plano-convexes doivent être rapprochées des culots de forge, formés par l'accumulation d'éléments fondus tombés dans le foyer de forge et solidifiés dans ce dernier. Les culots d'épuration sont généralement de taille plus importante que les culots de forge. Mais l'aspect morphologique n'est pas en soi un critère discriminant, dans la mesure où la taille des culots est plutôt liée à la quantité de matière travaillée. Les fragments métalliques imbibés de scories, qui témoignent quant à eux de pertes de métal susceptibles d'intervenir lors de ces activités de post-réduction, semblent similaires aux déchets métalliques, les « gromps », produits lors du compactage et du nettoyage de la loupe de fer à sa sortie du bas-fourneau (Nosek 1994 ; Fluzin *et al.* 2000 : 107-108 ; Fluzin 2001 : 338 ; Le Carlier *et al.* 2007 : 24-25).

En l'absence d'étude archéométrique, on ne peut guère discriminer précisément la nature des opérations de post-réduction ayant produit ce type de déchet. On ne peut exclure l'existence de forges d'entretien/élaboration d'outils sur les ateliers sidérurgiques, à l'image du petit foyer identifié aménagé dans la cabane fouillée sur l'atelier de Montrouch, dans la Montagne Noire (Decombeix *et al.* 2000 : 27). Néanmoins, leur fréquence et les quantités de fer métal perdu sur certains sites (Lizadou 1, Caraillet 1 de Palairac), paraissent aller dans le sens de déchets produits lors de l'épuration de la loupe de fer, qui pouvait être en partie ou entièrement réalisée sur les ateliers sidérurgiques antiques.

De ce qui précède, il faut retenir en particulier la prédominance des scories écoulées sur la majeure partie des sites de réduction du massif des Corbières (fig. 274-275). Ce phénomène pourrait renvoyer à la mise en œuvre d'un même procédé technique, impliquant des structures et des savoirs-faire sensiblement proches. Convenons toutefois que plusieurs facteurs limitent la portée de notre conclusion. D'une part, on ne peut exclure la mise en œuvre de procédés techniques distincts laissant des traces plus ténues. On pense ici à l'utilisation de bas-fourneaux à scorie piégée, susceptibles de marquer nettement moins le paysage que les amas de scories produits par les bas-fourneaux à scorie écoulee. Par ailleurs, en l'absence de fouille d'ateliers, nous ne pouvons restituer précisément l'architecture des structures de traitement utilisées. De fait, on ne peut écarter une certaine diversité dans les structures de traitement à scorie écoulee utilisées, renvoyant à plusieurs traditions techniques. Dans ce domaine, les différences perçues sur certains sites (La Peyre-Les Vignes Grandes, Croix de Fer 4, Espeyrols 2, Cayrols...) pourraient justement renvoyer à une situation de ce type.

4.3.3. L'organisation spatiale de la production

La cartographie des vestiges ne prétend pas à l'exhaustivité et la méthodologie mise en oeuvre implique obligatoirement des biais quant à la distribution des vestiges, que nous nous sommes appliqués à limiter (cf. p. 128). Néanmoins, certains phénomènes paraissent à nos yeux suffisamment récurrents pour être significatifs.

Ainsi, les sites de réduction des Corbières se concentrent dans les fonds de vallée ou en pied de versant à moins de 100 m d'un cours d'eau ou de sources aujourd'hui importantes (71 % des sites ; moyenne 85 m ; médiane 40 m), en particulier à la confluence de plusieurs ruisseaux (36 % des sites implantés en fond de vallée ou en pied de versant), sur des terrasses alluviales ou des glacis. On observe en particulier une concentration des sites de traitement (Vicence 5, Saint-Rome 1) près des principales émergences apparaissant en périphérie du plateau de Lacamp dans les calcaires dévonien, qui concentrent actuellement les principales ressources en eau souterraine des Corbières centrales et constituent les principaux points d'eau du secteur de Lacamp. D'autres se trouvent près de sources importantes émergeant des formations secondaires (Coume 1, Cayrous 1) (BRGM 1993 : 98-100).

La récurrence des implantations à proximité de points d'eau n'est sans doute pas fortuite. Elle peut s'expliquer tout d'abord par la nécessité de disposer d'une aire de travail plane et suffisamment vaste, conditions qui sont souvent réunies par les zones de confluence des vallées et coumes des Hautes-Corbières, dont les versants présentent généralement des pentes assez fortes. La présence d'un point d'eau constitue quant à elle un atout indéniable, en particulier pour la construction des structures de réduction en argile ou le confort des métallurgistes (Mangin *et al.* 1992 : 73 ; Decombeix *et al.* 2001b : 168 ; Fabre *et al.* 2001 : 130-131). Ce facteur a aussi été mis en avant pour expliquer l'implantation d'officines de potiers dans le Biterrois, où l'eau était nécessaire notamment à la préparation de l'argile³³⁷ (Mauné 1998a : 204).

Cette prédilection pour les fonds de vallée pourrait aussi être le fait de considérations économiques. Dans ce domaine, le cas du secteur de Lacamp est révélateur. Les cinquante-quatre sites de réduction repérés s'y partagent en deux grands ensembles. Treize d'entre eux se trouvent à moins de 200 m d'un gisement minier, sur le plateau et les versants des collines voisines (fig. 250). Certains sont d'ailleurs implantés au contact des affleurements (mines de Montredon, Roc das Quiès, Sinsac et La Mayré). L'implantation de ces treize sites, dont près de la moitié a pu être attribuée aux I^{er} s. av. n. è. et I^{er} s. de n. è.³³⁸, illustre sans aucun doute la volonté de se placer au plus près du minerai. En revanche, les autres dépôts de scories antiques sont pour la plupart localisés dans les vallons périphériques, près des cours d'eau. Ce choix a-t-il été dicté par l'approvisionnement en charbon de bois, combustible typique de la sidérurgie antique (Leroy, Merluzzo 2004 : 51) ? Nous ne disposons d'aucune étude paléoenvironnementale susceptible de nous aider à restituer l'état du couvert forestier dans la région durant l'Antiquité. Nous pouvons toutefois supposer que l'approvisionnement en charbon de bois a constitué une contrainte importante, *a fortiori* dans une zone de relief telle que les Corbières. A poids égal, un chargement de charbon est nettement plus volumineux qu'un chargement de minerai, ce qui n'est pas sans poser problème lors de son transport vers le site

³³⁷ Dans ce cas, toutefois, l'accès à l'eau ne semble pas avoir constitué le seul critère déterminant.

³³⁸ En revanche, aucun des sites implantés sur les carreaux des mines citées n'a pu être daté.

de réduction, au moins en termes d'ergonomie³³⁹. Ces vallons aux pentes escarpées, guère favorables à l'agriculture, ont peut-être été des espaces propices au développement de zones forestières et à la pratique du charbonnage. Plusieurs dizaines de charbonnières y ont été repérées, mais aucune n'a été datée de l'Antiquité. Ce défaut de sites ne permet pas d'exclure l'hypothèse d'une implantation des ateliers répondant à la nécessité de se rapprocher des zones d'approvisionnement en charbon. Un tel comportement a été envisagé par ailleurs dans d'autres zones sidérurgiques antiques, notamment dans la Montagne Noire et le Bas Maine (Decombeix *et al.* 2000 : 33-34 ; Sarreste 2008 : 502-503), mais aussi sur le Mont Lozère, à une époque et dans le cadre d'une activité il est vrai différente (production de plomb médiévale, Allée *et al.* 2010). Il témoignerait d'un souci de rationalisation de la production de fer.

Cette proposition, qui reste à vérifier, apporterait un éclairage sur les réseaux de la production de fer, en particulier sur la position d'un tiers des sites métallurgiques du secteur de Lacamp à la confluence de plusieurs cours d'eau. Placé en aval des mines ouvertes sur le plateau, l'atelier se trouverait ainsi à la jonction de plusieurs vallons et donc de plusieurs axes de circulation pénétrant le secteur minier. Par cette implantation, il bénéficierait non seulement d'un espace de travail plat et relativement large, mais aussi d'un nombre plus élevé de sources d'approvisionnement en charbon de bois dans la mesure où ce dernier est produit plus en amont, dans les différents vallons, mais aussi éventuellement en minerai, car, rappelons-le, les gisements de fer sont dispersés sur l'ensemble du plateau et des collines voisines.

La plupart des grands sites de réduction antiques des Corbières centrales se distinguent dans ce schéma d'implantation. Ils sont en effet localisés dans les grandes vallées encadrant le plateau de Lacamp, généralement à l'entrée des vallons menant aux zones d'extraction (ensembles de Saint-Rome 1, de Saint-Jean et du Caraillet-Adoux). La majorité de ces établissements sont situés non loin d'habitats paraissant contemporains de l'activité sidérurgique (fig. 250). Ainsi, le ferrier du Caraillet-Adoux se trouve à 500 m en amont du site de Peyre Picade, qui pourrait correspondre à un habitat groupé, occupé au I^{er} s. av. n. è. et au début du siècle suivant (fig. 276). Le site de réduction Couise 1, mal cerné, semble quant à lui situé en périphérie d'un habitat tout aussi mal connu. Ce cas de figure pourrait se reproduire avec l'ensemble de Saint-Jean, qui se trouve à quelques centaines de mètres d'un habitat antique, si l'on en croit les découvertes de mobilier céramique et de blocs de béton de tuileau effectuées entre l'ensemble de Saint-Jean et le village de Félines, et au sein même de ce dernier. Enfin, le site Les Olivières 1 pourrait appartenir à une occupation plus vaste, un habitat contemporain de l'activité sidérurgique étant présent à moins de 200 m au nord du site (fig. 233).

La position de ces grands sites près des principaux axes de circulation des Corbières centrales serait susceptible de favoriser l'écoulement de la production et l'alimentation du site en combustible et en minerai provenant de sources d'approvisionnement plus éloignées³⁴⁰.

³³⁹ De nombreuses estimations ont été réalisées pour évaluer la consommation du charbon de bois au cours d'une opération de réduction, en particulier au cours d'expérimentations archéologiques. Mais, comme le note N. Dieudonné-Glad, « ces données sont aussi abondantes et variées que les expérimentations menées ces quarante dernières années » (Dieudonné-Glad 2010 : 346-347). L'ensemble des études que cette auteure a dépouillé permet de proposer un rapport moyen charbon de bois/minerai variant de 1 à 4.

³⁴⁰ Dans la région d'*Argentomagus*, N. Dieudonné-Glad a mis en évidence l'utilisation sur le site du Latté à Oulches d'un minerai provenant d'un gisement situé à une vingtaine de kilomètres de là (Chaillac) (Dieudonné-Glad

Peut-elle expliquer la durée d'activité généralement plus longue de ces sites, révélée par le volume important de déchets de réduction et le mobilier recueilli ? C'est là une question délicate. Il est pour l'heure difficile de déterminer les causes d'une telle pérennité, qui semble confirmée par la découverte sur certains de ces sites (Saint-Rome 1, Le Peyrou-Le Férié et Cédeillan 1 ; fig. 232) d'éléments indiquant la présence de bâtiments (pierres de construction, fragments d'opus spicatum, tegulae) dont l'usage – habitat ou annexes – demeure mal connu en l'absence de fouilles.

Toutes ces hypothèses restent pour une large part à vérifier. Quand bien même de nouvelles recherches seraient menées sur ces aspects, il ne faut guère se faire d'illusions : de nombreux critères d'implantation demeureront pour nous inconnus. Les enquêtes ethnoarchéologiques réalisées en Afrique de l'Ouest montrent ainsi que l'identité des producteurs et le statut des terres ont pu jouer un rôle dans l'implantation des sites de traitement comme des sites d'extraction des minerais (Robion-Brunner 2008 : 342-378), autant d'informations qui nous échappent dans les Corbières. Il faut par ailleurs tenir compte des autres activités susceptibles de se développer dans les zones de production de fer, en particulier l'agriculture, l'élevage ou les prélèvements de bois d'œuvre et domestique. Sans transposer sur la période antique des problèmes bien connus par ailleurs dans les zones sidérurgiques pyrénéennes aux époques modernes et contemporaines (Bonhôte, Fruhauf 1990 ; Bonhôte 1998 : 68-110), on peut tout de même s'interroger sur les interactions entre ces différentes activités, qui pour la plupart restent très mal connues dans les Corbières.

Bilan intermédiaire

De nombreuses questions restent en suspens, en particulier en ce qui concerne la chronologie de l'activité. L'exploitation des gisements du massif à l'âge du Fer reste mal renseignée. Il en est de même de la production de fer médiévale, signalée dans les sources écrites mais non perçue d'un point de vue archéologique. Toutefois, les recherches réalisées dans le cadre de cette thèse ont permis un saut quantitatif et qualitatif important dans le domaine de l'archéologie du fer, aidant à mieux caractériser la production de fer antique des Corbières.

Bien présente sur le territoire, la sidérurgie antique semble avoir été majoritairement le fait de petits ateliers actifs à l'époque tardo-républicaine, à l'époque augustéenne et au tout début du Haut-Empire. Un phénomène de concentration de la production dans quelques grands sites tels que celui de Saint-Jean, encore actif au I^{er} s. de n. è. et peut-être au-delà, pourrait intervenir à partir du tournant de l'ère. Néanmoins, ces grands établissements sont pour l'heure très isolés et l'identification de deux petits sites de réduction actifs entre la fin du I^{er} s. et le début du IV^e s. rend compte d'une évolution sans doute plus complexe, que l'état actuel des recherches ne permet guère de saisir.

Avec près d'une soixantaine de sites de réduction dont près de la moitié daté de l'Antiquité, et sans doute un nombre d'établissement dépassant la centaine, le massif des Corbières peut être considéré comme une véritable zone de production de fer, où l'extraction et

le traitement des minerais a marqué durablement le paysage de certaines parties du massif. Cependant, le nombre d'ateliers reconnus, leur dimension et la superficie de la région de production le classent parmi les régions sidérurgiques mineures de la Gaule, si l'on suit les critères définis par M. Mangin (Mangin *et al.* 1992 : 228-230). Les caractéristiques socio-économiques de cette production doivent être mieux spécifiées. Néanmoins, les données actuellement disponibles font des Corbières une zone de production somme toute peu spécialisée, où, même sur le plateau de Lacamp, les activités minières et sidérurgiques ont pu côtoyer d'autres activités économiques, au premier rang desquelles l'agro-pastoralisme. Un tel questionnement ne peut être dissocié d'une réflexion sur la maîtrise des terres, l'identité des producteurs et leurs liens avec les habitants. Appartenaient-ils aux mêmes communautés ? Faut-il envisager la présence de mineurs et de sidérurgistes saisonniers, à la fois bergers et mineurs, paysans et sidérurgistes, originaires des communautés détentrices de terres où se trouvaient les gisements de fer et les sites de traitement ? Ou au contraire, les travailleurs du fer étaient-ils un groupe distinct, d'origine allochtone, dont la production de fer était l'activité unique ou principale ? Faut-il envisager un schéma intermédiaire, dans lequel quelques uns, spécifiquement sidérurgistes, allochtones et/ou autochtones, étaient détenteurs des savoirs techniques et dirigeaient les opérations, aidés en cela par une main d'œuvre au bagage technique plus limité, constituée de paysans et de bergers autochtones. Nous reviendrons sur ces points dans la troisième partie de la thèse.

CONCLUSION DE LA PARTIE II

Les recherches menées sur le versant sud de la Montagne Noire et dans les Corbières ont considérablement renouvelé notre connaissance de la production antique des métaux. Bien du chemin reste toutefois à parcourir avant de disposer d'une vision nette de cette activité, en particulier d'un point de vue technique.

Malgré cela, la mise en perspective de nos résultats avec les connaissances disponibles dans les autres zones de production du Languedoc occidental suivant une démarche comparative nous semble désormais possible. Il s'agit en particulier de s'interroger sur les rythmes de l'évolution de la production métallique en Languedoc occidental au second âge du Fer et à l'époque romaine. Pour ce faire, il est important de recontextualiser l'économie minière, en la considérant à l'aune des connaissances actuellement disponibles sur l'évolution économique du Languedoc occidental durant la période considérée. Cette approche vise notamment à apporter un éclairage sur les vecteurs d'évolution de la production des métaux sur ce territoire, en s'interrogeant en particulier sur l'impact de la conquête romaine dans ce domaine d'activité. Cette dernière constitue-t-elle réellement une rupture ? D'autres moments tout aussi importants par les changements qu'ils apportent ne peuvent-ils pas être identifiés ?

PARTIE III

JALONS D'UNE HISTOIRE DE LA PRODUCTION DES MÉTAUX EN LANGUEDOC OCCIDENTAL DU DÉBUT DU SECOND ÂGE DU FER À LA FIN DE LA PÉRIODE ROMAINE

1. UN ESSOR DE LA PRODUCTION DES MÉTAUX ANTÉRIEUR A LA CONQUÊTE ROMAINE (III^{ÈME}-II^{ÈME} S. AV. N. E.)

1.1. De l'absence à l'invisibilité : la sidérurgie protohistorique

1.1.1. Un paradoxe persistant

Les indices d'une production de fer antérieure à la période tardo-républicaine en Languedoc occidental restent particulièrement rares à l'issue de cette étude. Dans les Corbières, cinq concentrations de scories de réduction ont livré des éléments matériels susceptibles de les rattacher à l'âge du Fer *s. l.*, mais à chaque fois, cette attribution n'est pas sans poser problème. Ainsi, le site du Bac, dont la datation est assez imprécise, a aujourd'hui disparu. Celui du Pé de la Gleiza se trouve à proximité immédiate d'un habitat gallo-romain, et pourrait être lié à ce dernier (cf. p. 273, 278 et 284). Le site d'Espeyrols 2, quant à lui, a livré en prospection un matériel céramique trop peu caractéristique pour être significatif. Les incertitudes sont encore plus grandes concernant les sites Croix de Fer 4 et Ginoufre 1. A ces cinq sites s'ajoute l'excavation de La Balme, à Vélieux (34), dans la Montagne Noire, où la localisation du mobilier identifié et la nature même de la cavité sont sujettes à caution (Gallet de Santerre 1964 : 497 ; 1966 : 472 ; Barruol 1969 : 400 ; Rancoule 1984 : 78).

Par conséquent, notre travail n'a pas permis de résoudre le paradoxe que constitue la rareté des indices d'une production de fer en Languedoc occidental, alors même que cette région est l'une des principales zones ferrifères du Sud de la Gaule et que le travail du fer est largement répandu sur les sites d'habitat languedociens du second âge du Fer, plus particulièrement à partir du III^{ème} s. (cf. p. 107 ; Py 2012 [1993] : 159 ; Serneels 2007 : 427 ; Serneels 2009 : 435-436). Comment interpréter cette situation ? Cette rareté doit-elle être considérée comme la preuve d'une production de fer tout à fait accessoire à l'âge du Fer en Languedoc occidental ? Peut-on accepter l'hypothèse d'une absence de « *substrat sidérurgique indigène* » (Pagès 2008 : I, 44) ? La sidérurgie a-t-elle été « *potentiellement introduite et certainement développée par Rome au moment où celle-ci domine ce territoire, spécialement à partir de la conquête de la Transalpine, en 118 avant notre ère* » (Pagès 2008 : I, 247) ? Plusieurs hypothèses doivent être discutées pour tenter d'apporter un éclairage sur ce paradoxe.

1.1.2. Une hypothèse difficile à défendre : l'importation de fer exogène

Le fer travaillé sur les sites languedociens au second âge du Fer provient-il réellement des gisements miniers régionaux ? Ces sites de consommation ont-ils été alimentés par d'autres régions de production ? Cette hypothèse est défendue en particulier par G. Pagès, sur la base de données provenant de zones sidérurgiques (Bretagne et Yonne en Gaule, Sierra Nevada et Sierra Menera en Espagne, Lombardie et région de Populonia en Italie) pour lesquelles le

niveau de connaissance est très variable (Pagès 2008 : I, 43-44). Or, l'examen des informations actuellement disponibles en Méditerranée occidentale, Gaule incluse, ne permet guère d'abonder dans ce sens.

Ainsi, aucun élément n'apporte pour l'heure la preuve certaine d'une exploitation des gisements de fer du reste de la Gaule méditerranéenne au cours de l'âge du Fer. La datation ¹⁴C obtenue en 2010 dans la mine de fer de Mas Bourras (massif du Canigou, 66) à la suite d'un sondage archéologique est certes particulièrement intéressante (756-403 av. n. è. en âge calibré : Munteanu 2010 : 91), mais demeure isolée et nécessite des compléments d'enquête³⁴¹.

Dans le Sud-Ouest du territoire français (fig. 277 et 278), les indices d'une production de fer à l'âge du Fer sont tout aussi rares. Sur la bordure sud-occidentale du Massif central, sur les plateaux calcaires du Quercy (site de Courcan, 46), un site de réduction a été daté des VIII^{ème}-V^{ème} s. av. n. è. Sur cet atelier sidérurgique ont été identifiés une aire de traitement du minerai, un bas-fourneau, un foyer d'affinage et les vestiges probables d'une couverture de l'espace de travail. La structure de réduction correspond à un bas-fourneau à scorie piégée avec accès à la cuve par l'avant, contenant encore un bloc de scorie de 121 kg. Il semble avoir été à usage unique, et témoigne donc d'une activité très limitée dans le temps et en termes de production (Fabre, Rigal 2007 : 126-128). Plus au sud, le district sidérurgique de Larla, dans les Pyrénées occidentales (64), a quant à lui livré des témoignages d'une production sidérurgique démarrant au III^{ème} s. av. n. è. Là encore, l'activité paraît avoir été relativement limitée (Beyrie 2008 : 32-33).

A vrai dire, sur le territoire gaulois, c'est dans le Centre et le Centre-Ouest de la France, le Bassin parisien, la Bretagne et le Jura suisse que se concentre l'essentiel des découvertes (Dunikowski, Cabboï 1995 ; 2001 ; Cabboï *et al.* 2007 ; Fournier, Milcent 2007 ; Vivet 2007). La chronologie des ateliers identifiés couvre d'une manière générale une grande partie des périodes de Hallstatt et de La Tène, l'activité se prolongeant fréquemment après la conquête de la Gaule interne par Rome. Pour autant, bien qu'un accroissement de la production soit observé au cours du premier millénaire, celle-ci reste bien limitée au second âge du Fer au regard de l'évolution perçue à partir de la Tène finale dans ces régions (Cabboï *et al.* 2007 : 60 ; Dunikowski *et al.* 2007 : 288).

Au sud des Pyrénées, l'état des connaissances est en revanche nettement moins étoffé. Dans la Sierra Menera (province de Teruel, Aragon), le seul indice d'une production de fer antérieure au milieu du II^{ème} s. av. n. è. est le petit atelier de la Juncada, daté par datation ¹⁴C de la période comprise entre la fin du V^{ème} s. et la fin du III^{ème} s. av. n. è.³⁴² (Polo Cutando, Villagordo Ros 2007 : 111 ; Fabre *et al.* 2012 : 57-58). Néanmoins, les données recueillies montrent que cette activité est de faible amplitude. La production de fer de la Sierra Menera ne paraît connaître un réel essor qu'à la fin du II^{ème} s. av. n. è., au moment où se renforce le contrôle romain sur cet espace (Fabre *et al.* 2012 : 53-54). D'autres centres de production sont actifs dans le Levant au VII^{ème} s. av. n. è., dans la région de Tarragone au III^{ème} s. (site de Les

³⁴¹ Information orale de G. Munteanu, 25 juin 2013. La probabilité maximale de la datation ¹⁴C se situe entre 603 et 403 av. n. è.

³⁴² Datations ¹⁴C en âge calibré réalisées en AMS au CRDC (CNRS-Université Lyon 1, UMR 5138) : Lyon-5794 (OxA) = 411-233 BC (probabilité de 95,4 %), partagée en deux intervalles : 411-356 BC (84,7 %) et 287-233 BC (10,7 %) ; Lyon 5793 (OxA) = 400-209 BC (probabilité de 95,4 %), partagée en deux intervalles : 400-250 BC (46,6 %) et 305-209 BC (48,8 %) (Fabre *et al.* 2012 : 57, note 50).

Guardiès), et dans la Sierra Nevada, au Sud de la péninsule Ibérique, entre le IV^{ème} et le I^{er} s. av. n. è. (Rigo Jovells, Morer de Llorens 2003 ; Domergue 2004a : 138). Néanmoins, ces zones sidérurgiques restent assez méconnues.

Enfin, à l'est de la Gaule méditerranéenne, dans la péninsule Italienne, la production de fer est effective en Lombardie et en Toscane maritime (île d'Elbe et région de Populonia) à partir du IV^{ème} s. av. n. è., voire peut-être dès le VI^{ème} s. dans le cas de l'île d'Elbe. Elle se poursuit après la conquête par Rome de ces territoires au III^{ème} s. av. n. è. Il est toutefois difficile d'estimer précisément la chronologie et l'ampleur de la production sidérurgique de ces régions à l'aune des données archéologiques publiées jusqu'à présent (Domergue 2008 : 91 ; Chiarantini *et al.* 2009 : 1626).

A ce jour, aucun élément ne permet de faire de ces secteurs, ou de régions de production plus lointaines encore (Siegerland, Kielheim, Norique, Eubée ; Mazarakis Ainián 1998 ; Stöllner 2010b ; Stöllner *et al.* 2011) des zones d'approvisionnement en fer des sites de consommation du Languedoc occidental. Dans certains cas, l'activité identifiée s'avère particulièrement réduite (Courcan) et ne semble pas liée à une production de surplus destinée à alimenter des courants commerciaux extra-régionaux. Même dans l'une des régions sidérurgiques les mieux connues à l'heure actuelle (Sarthe, dans le Centre-Ouest de la France), qui connaît entre la fin de La Tène ancienne et le début de La Tène finale une intensification de la production, les chercheurs ne peuvent qu'avouer leur impuissance à identifier la destination du métal produit³⁴³.

Par ailleurs, aucun demi-produit standardisé antérieur à la fin du II^{ème} s. av. n. è. ne témoigne d'une circulation du métal sur de grandes distances (Doswald 1994 ; Feugère, Serneels 1998b : 253-258 ; Domergue 2004a : 144-145). Certaines découvertes inciteraient d'ailleurs à envisager un mode de diffusion inverse. En effet, aussi bien aux VI^{ème} et V^{ème} s. qu'aux II^{ème} s. av. n. è., le fer parvenait sur les sites de consommation de cet espace ou de la Provence voisine (agglomérations et habitats ruraux) notamment – exclusivement ? – sous la forme de loupes nécessitant une nouvelle phase d'épuration avant d'être forgeable (Coustures *et al.* 2004 : 455 ; Berranger, Fluzin 2007 : 18-21 ; Ropiot *et al.* 2011 : 68-73). Aucun élément ne permet à ce jour d'identifier l'origine de ce fer brut partiellement épuré. Néanmoins, dans certains cas, l'hypothèse d'un approvisionnement à partir de sites de réduction – inconnus à ce jour – peu éloignés des sites de consommation a été avancée, en particulier en Provence, autour des oppida d'Entremont et de Mimet, dans la seconde moitié du II^{ème} s. av. n. è. Cette proposition s'appuie sur le poids relativement conséquent des loupes identifiées (4 à 7 kg) et leur morphologie brute. Ces caractéristiques rendraient leur transport sur de longues distances moins aisé que dans le cas de demi-produits standardisés et épurés, ces derniers permettant un gain en volume et en poids (Berranger, Fluzin 2007 : 20). Une telle réflexion peut être étendue aux sites où des indices d'une importation de loupes peu épurées ont été identifiés, en particulier sur les sites localisés dans l'arrière-pays languedocien (site du Christol, Carcassonne), dans la mesure où le transport par terre de ces masses métalliques peut être jugé plus handicapant que le transport par mer. Cette hypothèse est difficile à démontrer à l'heure actuelle, dans la mesure où les sites de réduction ayant alimenté ces établissements ne sont pas connus. Il convient en outre de rester prudent quant aux pratiques des communautés protohistoriques dans le domaine des

³⁴³ « Dans l'état actuel de nos connaissances sur les sociétés de La Tène de cette région, nous ne pouvons savoir si la production couvrait les besoins locaux ou s'il y avait des excédents destinés à être commercialisés » (Cabboï *et al.* 2007 : 60).

échanges. Néanmoins, force est de constater l'absence de loupes de fer dans les cargaisons d'épaves de l'âge du Fer découvertes en Méditerranée nord-occidentale, qui prouveraient ainsi leur commerce sur une longue distance (Domergue, Rico 2003 ; Gorgues 2010 : 204-214).

En somme, l'hypothèse d'un approvisionnement du Languedoc occidental en fer exogène ne repose à ce jour sur aucun témoignage clairement caractérisé. Elle s'appuie exclusivement – et paradoxalement – sur l'extrême rareté des indices d'une production de fer dans cette région, et plus largement en Gaule méditerranéenne. Or, avant de proposer une explication d'ordre historique ou économique, il faut s'interroger sur la nature des données à notre disposition, ou plutôt les raisons de leur rareté, et la teneur des interventions archéologiques réalisées sur ce thème.

1.1.3. Un élément déterminant : les biais méthodologiques

Les caractéristiques technologiques de la sidérurgie protohistoriques forment une première série de facteurs susceptibles d'expliquer le déficit informatif pesant sur cette activité à l'âge du Fer en Languedoc. Dans le Centre et le Centre-Ouest de la Gaule, le passage du fourneau à scorie piégée au fourneau à écoulement de scorie à l'extérieur de la cuve est généralement placé à la fin du II^{ème} s. av. n. è. (début de la Tène finale, Cabboï *et al.* 2007 : 53 ; Dunikowski *et al.* 2007 : 284). Faut-il envisager une évolution identique en Languedoc occidental ? C'est l'hypothèse de C. Domergue (Domergue 2007 : 29). Si cette proposition est juste, l'identification des sites de traitement antérieurs à l'usage de bas-fourneaux à scorie écoulee peut être compromise par la nature même des déchets produits. C'est particulièrement vrai lors de l'utilisation d'un bas-fourneau à scorie piégée et à usage unique, dans la mesure où la scorie n'est pas évacuée du fond de la structure. Celle-ci est donc susceptible de demeurer enterrée, sauf dans le cas d'un remaniement des terrains (Cabboï *et al.* 2007 : 45-49). Cette situation peut dès lors constituer un frein à la détection de ce type de site en prospection, dans la mesure où il marque nettement moins le paysage de l'arrière-pays languedocien qu'un amas de scories écoulees rejetées par les métallurgistes. Ce facteur a été mis en avant pour expliquer la rareté des sites antérieurs à la Tène finale dans le corpus des ferriers recensés dans la région d'*Argentomagus* (Dumasy 2010 : 435).

Toutefois, au vu des découvertes réalisées en Sierra Menera ou au Pays Basque, on peut s'interroger sur la chronologie en Gaule du passage du bas-fourneau à scorie piégée au bas-fourneau avec écoulement de la scorie à l'extérieur de la cuve. Dans le premier secteur, les structures mises au jour sur le site de la Juncada correspondent à des bas-fourneaux à scorie écoulee. Au Pays Basque, l'utilisation d'un modèle de bas-fourneau à scorie écoulee est attestée dès le III^{ème} s. Or, selon A. Beyrie, il semble « *qu'aucune évolution ou mutation technologique n'ait marqué les bas-fourneaux de type Larla entre le III^{ème} s. avant notre ère et la fin du Haut-Empire* » (Beyrie 2008 : 33). On ne peut donc exclure la présence dès le second âge du Fer en Languedoc occidental d'une production fondée sur des structures de réduction adoptant un système d'écoulement de la scorie à l'extérieur du four.

Cette remarque nous renvoie au problème posé par l'absence d'éléments de datation sur près des deux tiers des concentrations de scories écoulees et la nature des moyens mis en œuvre

pour caractériser la chronologie du tiers restant. Dans le tableau dressé plus haut (cf. p. 296) les zones de production les mieux connues sont celles du Centre et du Centre-Ouest de la Gaule. Des avancées considérables y ont été réalisées depuis les années 1990. Celles-ci ont été obtenues en grande partie grâce au développement de l'archéologie préventive, en particulier dans le cadre des opérations réalisées sur le tracé des autoroutes A5, A19, A28 et A77 traversant des zones de production de fer. De plus, la chronologie de l'activité a été établie essentiellement à partir de datations ¹⁴C (Cabboï *et al.* 2007 : 36-37 ; Fournier, Milcent 2007 : 86).

Dans le Languedoc occidental, en revanche, les secteurs où se concentrent les gisements de fer, susceptibles d'abriter les sites de traitement des minerais, correspondent à des zones de relief, situées actuellement à l'écart des espaces les plus concernés par l'archéologie préventive (Marchesi 2012 : 7). Les opérations programmées constituent l'essentiel des interventions menées dans les zones ferrifères du Languedoc occidental, à quelques exceptions près (Ackx 2008). Or, ces opérations programmées ont essentiellement pris la forme de prospections pédestres, certes indispensables pour disposer d'une vue d'ensemble de la production d'une région donnée, mais dont on a rappelé les nombreuses limites (cf. p. 128). En revanche, les interventions plus approfondies (sondages et fouilles extensives) sont nettement plus rares. Dans la Montagne Noire, outre les deux fouilles réalisées sur les sites du Co d'Espérou et du domaine des Forges, moins d'une huitaine de sondages ont été ouverts sur des ferriers en près de quarante ans d'enquête (fig. 1 et 2). Dans les Corbières, aux deux sondages effectués dans les années 1970 et 1980 sur l'atelier de réduction de Ferrières (Montjoï) et dans la mine de la Cauna de Mathieu Rieu s'ajoutent les sept sondages implantés entre 2010 et 2012 sur un site minier (Montredon) et des ferriers (Montredon 4, Lizadou 1, Fourques 1, Vicence 4, Vicence 5, Caraillet 1). Étant donné le nombre de sites de réduction présents dans le Languedoc occidental (plus de 260), on peut estimer que le nombre d'interventions réalisées dans le but de préciser la chronologie de la mise en valeur des gisements de fer régionaux demeure à ce jour insuffisant, malgré les efforts déployés par les équipes travaillant sur cette thématique.

A cette difficulté s'ajoutent les biais engendrés par le mobilier céramique découvert en prospection sur les sites miniers ou les sites de traitement des minerais. Généralement peu abondant, il est largement dominé par les fragments d'amphores vinaires atypiques (panses). Or, ce matériel ne permet pas de déterminer avec précision la chronologie de l'activité au sein de la période couvrant les II^{ème} et I^{er} s. av. n. è. Il semble par conséquent abusif de l'attribuer systématiquement à la période postérieure au dernier tiers du II^{ème} s. av. n. è. (Bats 1986 : 395-399 ; Sanchez 2003 : 658 ; Olmer 2012 : 319-321)³⁴⁴. On ne peut exclure la présence d'amphores antérieures à cette date, fréquentes en Languedoc occidental mais très difficiles à différencier des amphores vinaires italiques à partir d'éléments fragmentaires atypiques³⁴⁵.

³⁴⁴ Nous avons noté à plusieurs reprises les problèmes d'interprétation que pose ce mobilier de surface (cf. notamment la partie I, chapitre 2).

³⁴⁵ Les amphores gréco-italiques, encore relativement peu présentes au III^{ème} s. excepté sur quelques sites (Pech-Maho...), se répandent très rapidement à partir du début du II^{ème} s. sur les gisements côtiers du Languedoc (Gailledrat 2008 : 166), le long de l'axe Aude-Garonne et de voies importantes pénétrant les massifs de l'arrière-pays (Rancoule 1985 : 267 ; Py 2001 : 49 ; Benquet 2002 : 229-230 ; Passelac 2002 : 185). Si les amphores gréco-italiques « véritables ou anciennes » ont des pâtes aux caractéristiques précises, typiques des ateliers de Sicile et de Grande-Grèce (Olmer 2012 : 320), les exemplaires du II^{ème} s. peuvent présenter des similitudes avec la pâte des amphores italiques postérieures. Ce phénomène est lié en particulier au fait qu'à

A nos yeux, il est donc trop tôt pour se prononcer sur le comportement des communautés indigènes vis-à-vis des gisements de fer languedociens. Il semble donc exagéré d'envisager une introduction de la sidérurgie en Gaule méditerranéenne par Rome (Pagès 2008 : I, 247). Ce serait faire abstraction des quelques découvertes réalisées par ailleurs dans le Sud de la Gaule (Pays Basque, Quercy) mais aussi des biais propres à la recherche archéologique dans ce domaine. Ces biais méthodologiques pourraient expliquer en grande partie le déficit informatif qui touche cette activité économique en Languedoc occidental et plus largement en Gaule méditerranéenne, malgré quatre décennies d'enquêtes.

1.2. Le développement d'un marché des métaux non-ferreux en Languedoc occidental aux III^{ème}-II^{ème} s. av. n. è.

1.2.1. Indices d'une mise en valeur des gisements non-ferreux languedociens au second âge du Fer : synthèse des données

L'identification d'une phase d'activité au second âge du Fer sur le site des Barrencs constitue une avancée importante. Elle est complétée par l'indice d'activité mis en lumière à la mine de la Caunetta. Les deux datations ¹⁴C réalisées incitent à replacer sur ce point une intervention datée des IV^{ème}-II^{ème} s., qu'il faut peut-être situer dans la première moitié du II^{ème} s..

Ces résultats se distinguent des datations ¹⁴C obtenues dans le secteur du bassin supérieur du Dourdou et des monts d'Orb, dans la mesure où ces dernières ne recouvrent que *pro parte* le second âge du Fer (fig. I-74). De plus, nous avons vu dans la première partie de la thèse les difficultés que leur utilisation pouvait poser étant donné les conditions de prélèvement. Par conséquent, même en tenant compte des datations ¹⁴C calibrées à 2 sigma, l'exploitation des gisements de Bouco-Payrol ou du mont Faulat au second âge du Fer reste une hypothèse à confirmer. Force est donc de constater l'isolement actuel des mines des Barrencs et de la Caunetta en Languedoc occidental (fig. 283). Néanmoins, ces deux sites soulèvent d'ores et déjà plusieurs questions d'ordre historique et économique.

Référence	Code analyse	Âge ¹⁴ C	Date ¹⁴ C calibrée (2 σ)	Date ¹⁴ C calibrée (1 σ)
Bouco-Payrol 11	Ly-6991	2135 +/- 45 BP	341 BC à 38 BC	200 BC à 100 BC
Faulat 1	Beta-263902	2120 +/- 40 BP	350 BC à 40 BC	200 BC à 90 BC
Pélistou 01	Ly-1760 (OxA)	2110 +/- 40 BP	347 à 3 BC	200 BC à 50 BC
Bouco-Payrol 06	Ly-6813	2100 +/- 45 BP	229 à 41 BC	170 BC à 40 BC
Bouco-Payrol 10	Ly-7066	2075 +/- 45 BP	180 BC à 24 AD	130 BC à 40 BC
Bournac 01	Beta-257991	2060 +/- 50 BP	200 BC à 50 AD	160 BC à 10 BC

Fig. I-74 : Datations ¹⁴C de la zone minière Dourdou-Orb recouvrant *pro parte* le second âge du Fer.

partir du milieu du III^{ème} s., la production de ces amphores, initialement cantonnée au sud de l'Italie et à la Sicile, s'étend à la Campanie et l'Etrurie, où ce type évolue ensuite vers le type « italique » peu après le milieu du II^{ème} s. av. n. è. (Py 2001 : 45).

1.2.2. Un phénomène lié à l'essor de la valeur argent en Méditerranée nord-occidentale

L'ampleur d'une mine comme celle des Barrencs pose immédiatement la question des débouchés de cette activité. Les résultats obtenus lors de l'étude des déchets métallurgiques produits sur le site tardo-républicain du Camp del Oliu, dans les Corbières, démontrent que les métallurgistes du tournant des II^{ème} et I^{er} s. avant notre ère étaient susceptibles d'extraire l'argent des cuivres gris. Toutefois, nous ne connaissons pas l'origine de ces métallurgistes. Étaient-ils indigènes ou italiens ? Cette question a son importance, dans la mesure où, dans le cas de métallurgistes exogènes, les techniques mises en œuvre au Camp del Oliu ont peut-être été importées... Quant était-il aux Barrencs ? Nous ne connaissons pas les modalités de traitement des minerais extraits de ce gisement. Néanmoins les cuivres gris dominent le cortège sulfuré des minéralisations observées dans les travaux du Mourral de la Grave – où ils sont associés à la galène argentifère – et de la Caunetta. Dans ces conditions, on peut émettre l'hypothèse que l'argent a fait partie des substances recherchées sur ces deux sites entre le IV^{ème} et le II^{ème} s. av. n. è. (Beyrie *et al.* 2011a : 36). La mise en perspective de cette hypothèse – qui reste à confirmer – avec l'évolution que connaît l'économie du métal en Méditerranée nord-occidentale au second âge du Fer est susceptible d'apporter un nouvel éclairage sur la mise en valeur des gisements miniers languedociens. L'apparition et le développement d'un monnayage indigène, en particulier, est un phénomène significatif. Sur ce point, plusieurs synthèses récentes (Py 2006 ; Feugère, Py 2011a), témoignant du large renouvellement des données numismatiques en Gaule du sud, autorisent à engager une réflexion sur cette pratique et son lien éventuel avec les ressources minières régionales.

L'apparition d'un monnayage d'argent en Languedoc

Le fait monétaire apparaît dans le Sud de la Gaule au VI^{ème} s. av. n. è. avec les premières frappes de *Massalia*, puis la diffusion, ponctuelle, des monnaies d'*Emporion* en Languedoc occidental à partir du V^{ème} s. (Py 2006 : 1156). C'est en revanche dans la seconde moitié du III^{ème} s. av. n. è., vraisemblablement dans le dernier tiers de ce siècle, que le concept monétaire touche les communautés indigènes, selon une chronologie dont le détail fait l'objet de discussions³⁴⁶. Les premières émissions sont essentiellement en argent, se conformant ainsi à l'instrument monétaire prévalant dans les établissements grecs de la Méditerranée nord-occidentale (Boudet *et al.* 1999 : 418). Ainsi, la colonie grecque de *Rhodè*, fondée au début du IV^{ème} s. dans l'actuelle Ampurdan a émis entre les années 325 et 225 av. n. è. une série de drachmes représentant au droit une tête féminine (déesse Artémis) à gauche associée à la légende ΠΟΔΗΤΩΝ, au revers une rose vue de dessus, parfois assez schématique (Villaronga 2000 : n°19-33 et 14-15 ; fig. I-75 : types RHD-1a et RHD-8a). Plusieurs exemplaires de ces monnaies ont été découverts en Languedoc. Or, c'est précisément ce type d'émission qui a très vraisemblablement inspiré la frappe des séries initiales de monnaies à la croix, la première série monétaire indigène importante dans le Sud de la Gaule³⁴⁷ (fig. I-75 ; Py 2006 : 1151).

³⁴⁶ Voir notamment Boudet 1989 ; Depuyrot 2002 : 3-9 ; Gruel, Haselgrove 2006 : 125 ; Py 2006 : 1164 ; Py 2008 : 173 ; Feugère, Py 2011a : 235 et dernièrement Callegarin *et al.* 2013.

³⁴⁷ A ces frappes s'ajoutent des imitations d'oboles de *Massalia* découvertes notamment à Pech Maho, qui, par



Fig. I-75 : drachmes de Rhodè, imitations de la drachme de Rhodè et drachmes à la croix (d'après Feugère, Py 2011).

La zone d'émission et d'utilisation principale de ce groupe de monnaies d'argent, comprenant essentiellement des drachmes et, dans une moindre mesure, des oboles, se situe entre l'Aquitaine et le Languedoc. La concentration la plus forte couvre le littoral languedocien et l'axe Aude-Garonne (fig. I-77). Les émissions les plus anciennes, datées des années 260-200 av. n. è., ont été trouvées presque exclusivement le long de l'axe Aude-Garonne, plus

leurs caractéristiques morphologiques et techniques, pourraient plutôt relever de la fabrication d'un objet imitant les oboles massaliètes que de l'incarnation d'une valeur étalon (Gorgues 2010 : 216-217).

particulièrement dans la basse vallée de l'Aude, et restent très rares à l'est de l'Orb. Il s'agit d'imitations des drachmes de Rhodè, reprenant au droit la tête féminine et au revers la rose éponyme de la colonie. Une comparaison des deux types illustre clairement cette filiation (fig. I-75 : types IRH-43 et IRH-49). Ces imitations semblent caractériser plus spécifiquement l'aire ibéro-languedocienne, l'un des lieux d'émission se situant peut-être dans l'agglomération de Montlaurès (fig. I-76 ; Py 2006 : 501-502 ; Feugère, Py 2011a : 235-295³⁴⁸).

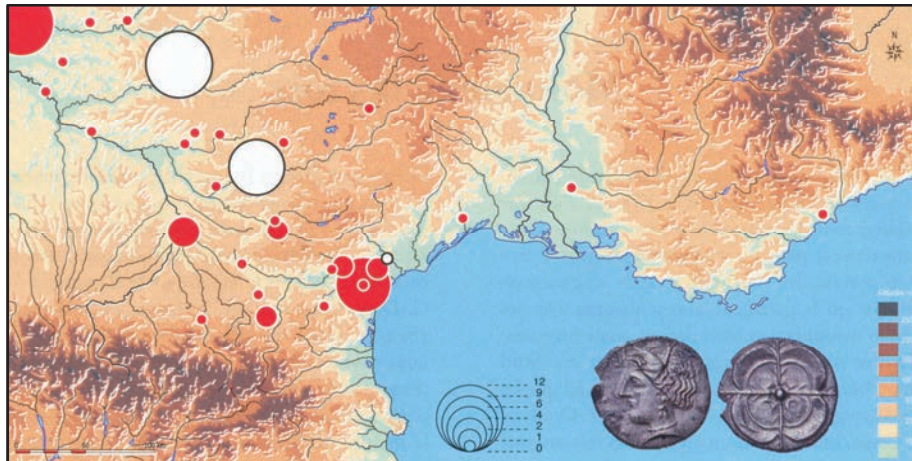


Fig. I-76 : carte de répartition des découvertes d'imitations de la drachme de Rhodè réalisées en Languedoc (d'après Feugère, Py 2011 : 236).

Par la suite apparaissent d'autres types de monnaies à la croix illustrant la diversité des transformations apportées à ces premières imitations. Cet ensemble peut ainsi être subdivisé en plusieurs groupes stylistiques et morphologiques dont la distribution spatiale est assez hétérogène. Cependant, malgré l'apport récent des essais de cartographie de la production et de la circulation des monnaies indigènes dans le Sud-Ouest de la Gaule (Callegarin *et al.* 2013), la restitution de la distribution spatiale des frappes et l'identification des entités émettrices restent délicates.

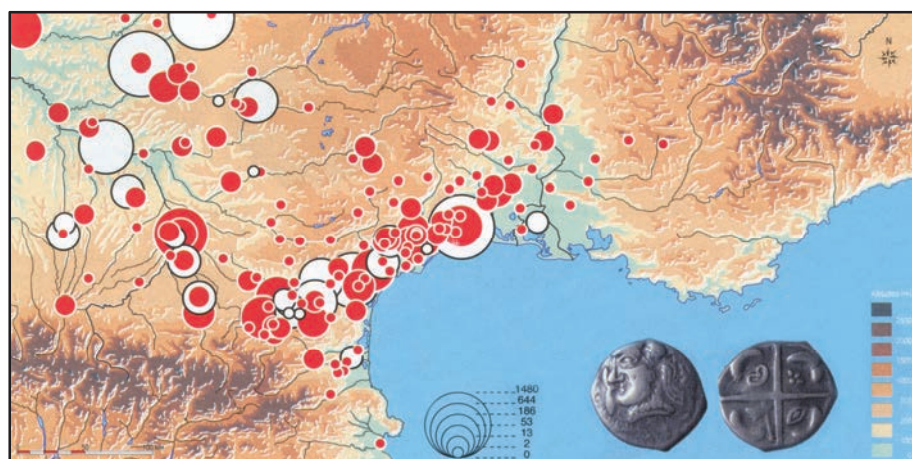


Fig. I-77 : carte de répartition générale des découvertes de drachmes à la croix (Feugère, Py 2011 : 239).

³⁴⁸ Voir notamment dans cet ouvrage la carte de répartition des découvertes, p. 236.

Parmi les différents types de monnaies à la croix figurent les monnayages du groupe « languedocien » et du groupe « cubiste ». L'épicentre de ces émissions se situerait entre la basse vallée de l'Aude et l'actuel Toulousain. Traditionnellement, leur frappe est attribuée en particulier aux Tectosages, proposition qui prête toutefois à discussion. De nombreux exemplaires attribués à ces deux groupes, notamment au second, ont été découverts dans la haute vallée de l'Aude et dans les Corbières (fig. I-78 et I-79 ; Feugère, Py 2011 : 247-248 ; Callegarin *et al.* 2013 : 197-199).

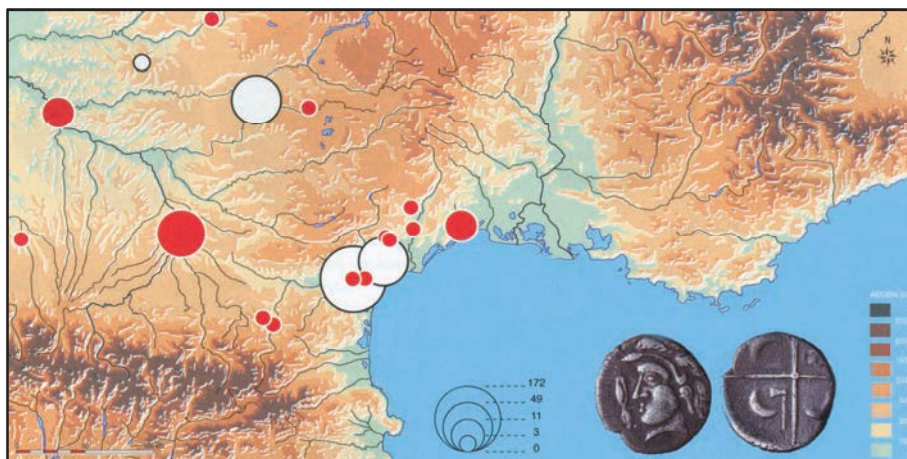


Fig. I-78 : carte de répartition des découvertes des drachmes à la croix du groupe « languedocien » (Feugère, Py 2011 : 246).

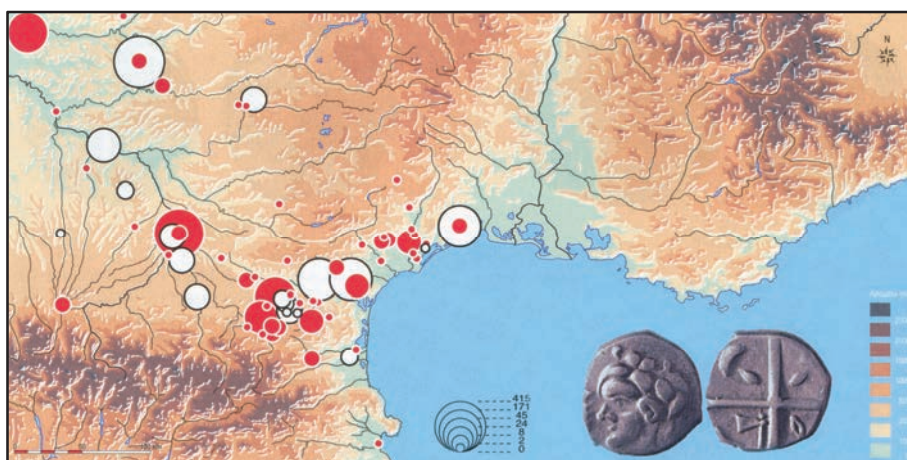


Fig. I-79 : carte de répartition des découvertes de drachmes à la croix du groupe « cubiste ».

Les monnaies du groupe « languedocien », d'un poids proche de 3,50 g et émises vraisemblablement à partir des années 250-225 av. n. è., se caractérisent au droit par une tête de type variable, un revers sur lequel figure une croix – équivalent très schématisé de la rose figurant sur les revers de la drachme de Rhodé – accompagnée presque systématiquement de croissants périphériques représentés aux quatre cantons. Les monnaies du groupe « cubiste », frappées à partir des années 225 av. n. è., se distinguent des précédentes par la présence systématique d'une hache au troisième canton du revers, et par le style déformé de la tête figurant au droit, associée généralement à un dauphin (fig. I-75). Ces différentes frappes se

poursuivent tout au long du II^{ème} s. et durant la première moitié du I^{er} s. av. n. è (Feugère, Py 2011a : 235-239, 247-251 et 297-322). A ces émissions s'ajoute la frappe d'oboles (oboles au bucrâne et au cheval retourné) attribuées aux Neronken, peuple occupant vraisemblablement une partie du bassin audois (fig. I-80), dont les centres émetteurs se trouvaient peut-être à Montlaurès et Pech-Maho (Gorgues 2010 : 216)³⁴⁹.

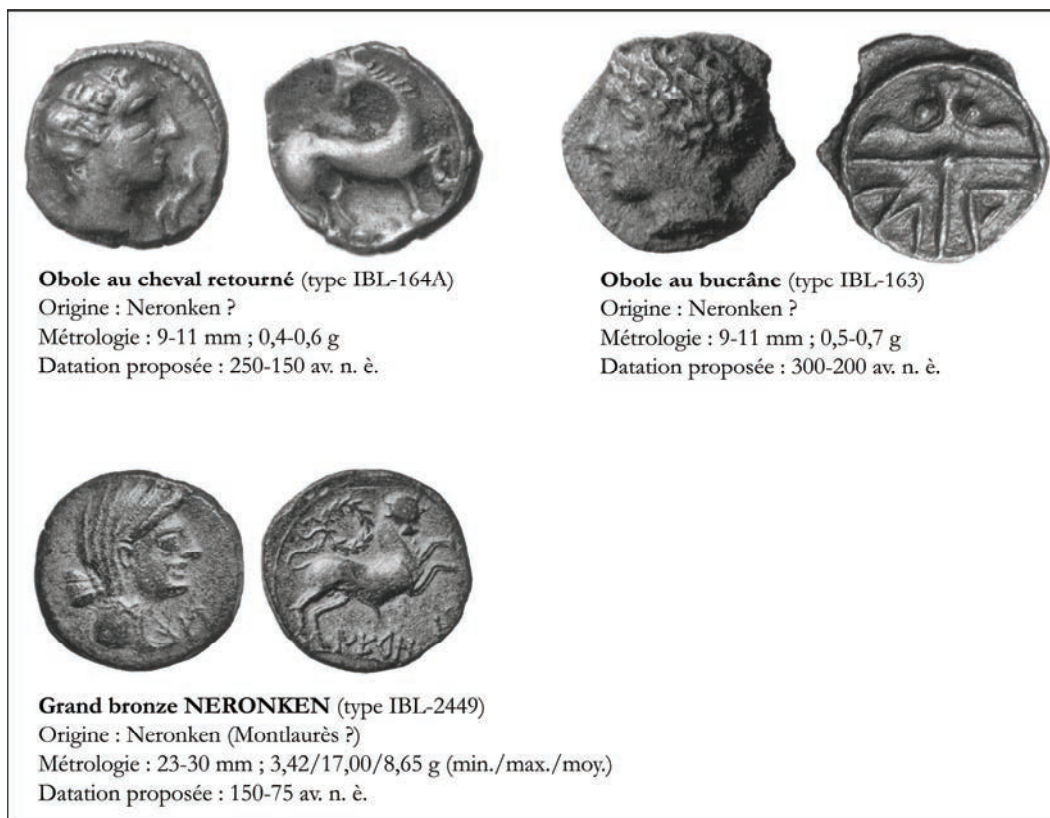


Fig. I-80 : obole au cheval retourné (argent), obole au bucrâne (argent) et grand bronze au taureau NERONKEN (d'après Feugère, Py 2011 : 306-309).

Malgré l'amplitude spatiale de ce phénomène, qui dépasse les limites du Languedoc occidental, l'établissement d'une véritable économie monétaire fondée sur l'utilisation courante de la monnaie comme valeur étalon n'intervient sans doute pas avant le I^{er} s. av. n. è. dans le Sud de la Gaule, *Massalia* excepté (Richard 1993 : 67-70 ; Feugère, Py 2011b : 298-299). L'usage de la monnaie, qui témoigne de l'appropriation progressive du concept monétaire par les communautés indigènes, est sans doute resté limité au III^{ème} s. en Languedoc occidental. Ainsi, à Lattes, en périphérie de notre zone d'étude, ce n'est qu'à partir du dernier quart du II^{ème} s. que le numéraire devient assez courant dans l'habitat : les diagrammes dressés par M. Py en 2006 montrent bien que le nombre de monnaies découvertes à Lattes et dans son arrière-pays n'augmente significativement qu'à partir des années 125-100 av. n. è. (Py, Garcia 1993 : 78 ; Py

³⁴⁹ Par ailleurs, toute une série de monnayages de bronze régionaux se situent là encore dans la tradition métrologique et iconographique des bronzes ibériques. Sans doute réalisée dans certaines des principales agglomérations connues en Languedoc occidental (Béziers, Ensérune, Montlaurès ou Pech Maho...), leur frappe se placerait avant le troisième quart du II^{ème} s. av. n. è. (cf. p. 331 ; Feugère, Py 2011a : 297-322, notamment 297).

2006 : 1169 ; 2008 : 173) (fig. I-81). Ils témoignent du caractère limité du nombre de monnaies en circulation au II^{ème} s. av. n. è. au regard de la situation prévalant au siècle suivant.

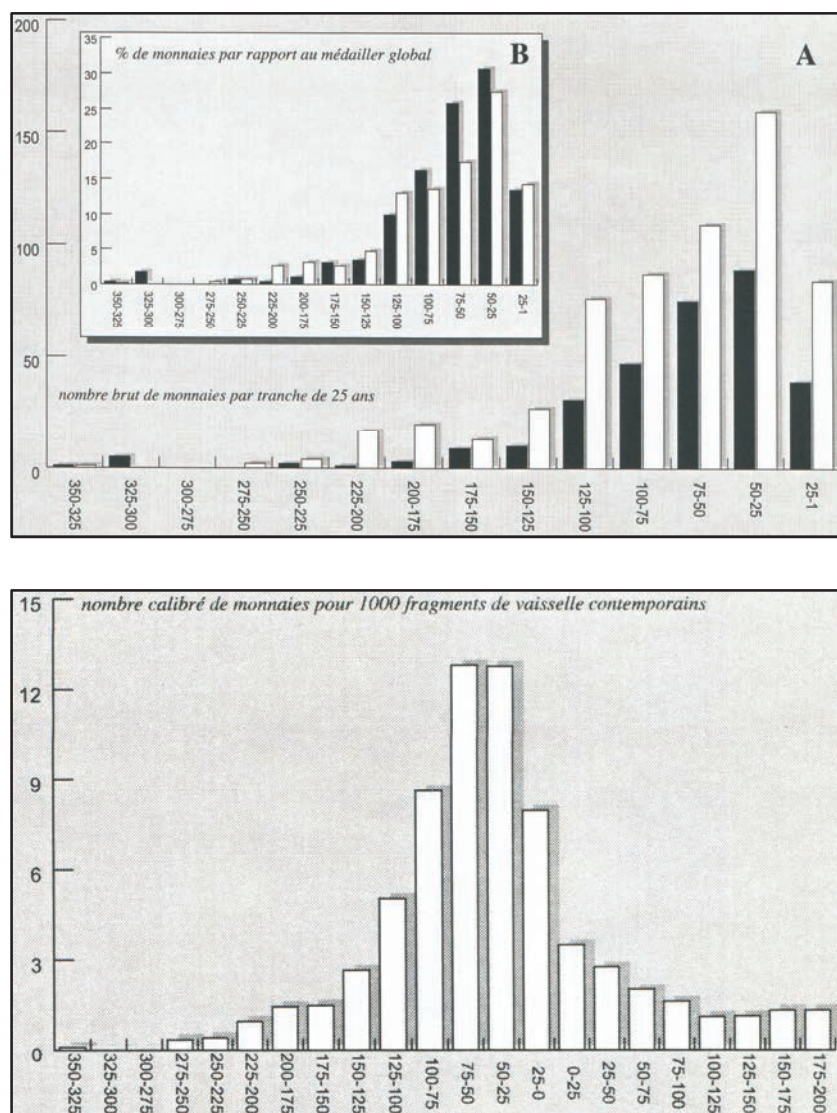


Fig. I-81 : diagrammes de l'évolution quantitative comparée de la circulation monétaire à Lattes et dans son arrière-pays (région de Nîmes) (Py 2006 : 1169).

Néanmoins, la distribution des monnaies à la croix, pour ne considérer que l'un des groupes les plus foisonnants, traduit tout de même une pénétration importante et précoce du fait monétaire dans l'espace languedocien et les terres périphériques. Ce point de vue est celui de J.-C. Richard, pour qui la fin du III^{ème} s. et surtout le II^{ème} s. av. n. è. correspondent à une phase d'accélération de la pratique monétaire, durant laquelle il perçoit « une réelle familiarité avec la monnaie » (Richard 1993 : 67). Ces émissions mettent en jeu des masses relativement importantes de pièces d'argent au regard du nombre de découvertes réalisées, généralement de bon aloi dans les premiers temps des frappes³⁵⁰.

³⁵⁰ Le poids des émissions les plus anciennes (imitations des monnaies de *Rhodè*) se situe entre 5 et 3 g, tournant

Ce phénomène soulève la question de l'origine de l'argent utilisé dans les frappes. L'apparition et le développement d'un monnayage régional, même limité, a certainement engendré un accroissement de la demande en métal blanc et donc la recherche de sources d'approvisionnement. Dans ce contexte, ne peut-on pas supposer que les gisements d'argent de l'arrière-pays narbonnais ont été mis à contribution à partir du III^{ème} s., et plus encore au II^{ème} s., qui voit la multiplication des frappes ? Faut-il inverser la question, et envisager à l'instar de M. Feugère et M. Py à propos du monnayage rutène, effectif peut-être dès le second quart du II^{ème} s. (Feugère, Py 2011a : 323), que les gisements d'argent du Languedoc occidental ont pu favoriser la multiplication des frappes ?

Ces questions se heurtent à la complexité des circuits d'approvisionnement des centres émetteurs. Dans leur essai de cartographie quantitative de l'or monnayé en Gaule à l'âge du Fer, R. Boudet *et al.* ont souligné l'absence de corrélation claire entre zones d'extraction de l'or et zones de frappe et d'utilisation de la monnaie d'or. Ils ont ainsi démontré que d'autres facteurs, d'ordre politique ou économique, intervenaient dans le choix du métal utilisé dans les émissions monétaires (Boudet *et al.* 1999 : 423). De plus, la possibilité de refondre des objets usagés ou ayant perdu toute valeur autre que celle du métal qui les constitue engendre des modes d'approvisionnement plus difficiles à saisir. Les butins et tributs de différentes origines thésaurisés par les pouvoirs émetteurs sur le temps long, par petites touches pourrait-on dire, ont pu aussi être mis à contribution (Attanasio *et al.* 2001 ; Bresson 2001 : 54). Le fait monétaire est donc susceptible de faire entrer en jeu des métaux de provenances diverses, pas nécessairement extraits des mines régionales. Dès lors, la diversité des pratiques des centres émetteurs et des sources d'approvisionnement en métaux rend très délicates les études de traçabilité de l'argent utilisé dans le monnayage antique. Cela est démontré notamment par le travail réalisé par J. Girard *et al.* sur les relations supposées entre l'exploitation des gisements d'argent des Pyrénées centrales à la fin de l'âge du Fer et un monnayage sud-aquitain de même époque (Girard *et al.* 2010). De l'ensemble de ces remarques, il ressort que la possession de mines n'est pas un impératif pour le développement d'un monnayage, et, à l'inverse, que la frappe de monnaies n'est pas nécessairement le signe d'une mise en valeur des ressources minières du territoire contrôlé par l'entité émettrice. Néanmoins, ces constatations ne doivent pas interdire toute tentative de rapprochement. Comme le notent R. Boudet *et al.*, la disponibilité des ressources minières a tout de même pu jouer un rôle dans le développement et les orientations suivis par le phénomène monétaire (Boudet *et al.* 1999 : 423), suivant en cela la notion de ressource naturelle définie par M. Godelier³⁵¹.

plutôt autour de 3,5 g. Le poids des monnaies à la croix diminue progressivement au cours du II^{ème} s. et de la première moitié du I^{er} s., passant de 3,5 à moins d'1 g (Py 2006 : 501-502 ; Gruel, Haselgrove 2006 : 125 ; Feugère, Py 2011a : 235).

³⁵¹ « Chacun sait également qu'une réalité naturelle n'est pas en soi une ressource pour l'homme : par exemple, la force du vent ou celle de l'eau. Elle le devient à une époque déterminée de l'histoire et pour une période déterminée, au terme de laquelle elle est soit épuisée, soit abandonnée, parce que remplacée par une autre. Mais dans tous les cas, une réalité naturelle ne devient une ressource pour l'homme que par l'effet combiné de deux conditions : d'abord qu'elle puisse directement ou indirectement satisfaire un besoin humain, posséder une utilité au sein d'une forme de vie sociale ; ensuite que l'homme dispose des moyens techniques de la séparer du reste de la nature et de la faire servir à ses fins. Cela implique d'une société qu'elle ait une certaine interprétation de la nature et qu'elle combine ces représentations intellectuelles à des moyens matériels pour agir sur une portion de cette nature et la faire servir à sa reproduction physique et sociale » (Godelier 2010 [1984] : 112-113).

Dans notre cas, la contemporanéité envisagée entre l'apparition et l'essor du fait monétaire dans le monde indigène et l'activité minière identifiée aux Barrencs n'est sans doute pas fortuite. L'activité importante restituée dans cette mine aux IV^{ème}-II^{ème} s. et les indices observés dans les Corbières ne peuvent-ils pas être liés au développement du monnayage indigène en Languedoc occidental à la même époque ? Cette corrélation irait dans le sens du schéma proposé en Aquitaine méridionale ou en Bretagne, où des frappes monétaires indigènes paraissent avoir été alimentées en partie par des mines d'argent locales (Gruel, Gale 1982 : 301-302 ; Girard *et al.* 2010 : 240). L'examen de l'évolution de la consommation du métal dans les espaces voisins du Languedoc occidental permet d'approfondir cette question.

Les gisements miniers languedociens et le marché de l'argent de la Méditerranée nord-occidentale

Le Nord-Est de la péninsule Ibérique connaît au second âge du Fer un usage assez développé de l'argent, au point que certains auteurs ont envisagé l'existence aux III^{ème} et II^{ème} s. d'une valeur argent (Gorgues 2010 : 219-220). Le métal blanc est alors utilisé tant pour la fabrication d'ornements personnels que pour la production de vaisselle métallique, comme l'illustrent notamment la découverte d'objets en argent effectuées dans des niveaux de la fin du III^{ème} s. de l'agglomération de Tivissa, au nord du delta de l'Ebre (Jaeggi 2005 : 54-55 ; Rafel Fontanals *et al.* 2008a : 255).

C'est toutefois dans le domaine monétaire qu'un palier semble franchi dans l'utilisation de ce métal, avec l'essor exponentiel du monnayage d'argent à partir du III^{ème} s. Plusieurs centres émetteurs sont alors actifs. Parmi ceux-ci figurent notamment *Rhodè*, dont les drachmes, on l'a vu, vont inspirer les premières frappes de quelque importance en Languedoc, et vraisemblablement Tivissa (Campo 2000 : 89 ; Burillo Mozota 2005 : 79 ; Rafel Fontanals *et al.* 2008b : 262-265). L'essor de la circulation de l'argent dans le nord de la péninsule Ibérique est plus marqué à partir de la fin du III^{ème} s. dans le contexte de la Seconde Guerre Punique et du processus de conquête qui s'en suit durant les décennies suivantes. Cette montée en puissance quantitative d'un monnayage d'argent dans le Nord de la péninsule Ibérique au cours de cette période, peut-être en lien étroit avec le paiement d'une forme d'impôt au pouvoir romain, constitue un élément fort de l'évolution économique des territoires situés au sud des Pyrénées (García-Bellido 1993 : 317-320 ; 1998 : 200-201 ; Burillo Mozota 2005 : 92). Elle est illustrée par les grandes quantités de métal précieux – sous forme monnayée et non monnayée – ramenées à Rome les premières décennies du II^{ème} s. av. n. è³⁵².

D'où venait ce métal ? Le Nord-Est de la péninsule Ibérique n'est pas le territoire le mieux doté en gisements d'argent. Il en existe dans le Priorat (sud de la Catalogne actuelle) et dans les Pyrénées centrales et orientales (fig. 279). Les résultats de récentes études archéologiques et archéométriques, réalisées dans le cadre du programme de recherche sur la *Plata prerromana en Cataluña*, iraient dans le sens d'une mise en valeur de certains de ces gisements entre le VI^{ème} et le II^{ème} s. av. n. e. Cette proposition repose toutefois essentiellement

³⁵² En particulier, l'*argentum oscense*, l'argent d'Osca, correspondrait à de l'argent monnayé, prélevé en 195 (deux butins), 194 et 180 av. n. è. et regroupant peut-être sous un même nom toutes les frappes monétaires du Nord-Est de la péninsule Ibérique (Tite-Live, *Hist. Rom.* : XXXIV, 10 et 46 ; XL, 43 ; Garcia Bellido 1998 : 198 ; Gorgues 2010 : 254-258).

sur une série d'analyses isotopiques d'échantillons de minerai prélevés dans des habitats de la période ibérique et dans des déblais miniers ou des travaux récents³⁵³ (régions de Gérone et de Molar, Bellmunt et Falset) et non pas sur les minéralisations effectivement exploitées à l'époque ibérique. A nos yeux, cette approche ne paraît donc pas suffisante pour caractériser avec certitude une telle activité, d'autant plus que les preuves archéologiques de l'exploitation des gisements miniers régionaux ne sont guère probantes (Montero Ruiz *et al.* 2008 : 294-297 ; Rafel Fontanals *et al.* 2008b : 262-268 ; Rafel Fontanals *et al.* 2008c : 316)³⁵⁴.

Ces recherches ont toutefois le mérite de soulever aussi la question d'une alimentation en argent de ces communautés par le biais d'échanges extra-régionaux. Quelles seraient les sources possibles ?

Il existe bien des gisements d'argent disséminés dans le Système Ibérique voisin, mais l'étude archéologique de ces zones minéralisées ne fait que démarrer (Rovira *et al.* 2012 : 32). Plus au nord, de nombreux gisements de plomb- et de cuivre-argent sont présents sur le versant septentrional des Pyrénées centrales. Dans ce secteur, l'enquête menée par J. Girard au début des années 2000 a révélé l'existence d'un petit pôle d'exploitation protohistorique et antique de gisements de plomb-argent, situé à 250 km du littoral catalan (massif du Montaigu) (fig. 279 et 280). Dans ce pôle, la mine de Palouma a fait l'objet d'une étude approfondie. Ouverts sur un gisement filonien, les travaux s'étagent sur 150 m de dénivelé et 350 m de longueur. Les chantiers souterrains, creusés par le feu et à l'outil, n'ont pas fait l'objet de reprises modernes. Plusieurs datations ¹⁴C publiées en 1995 avaient désigné un intervalle compris entre le III^{ème} et le II^{ème} s. av. n. è. En 2005, deux datations ¹⁴C, réalisées sur des boisages en place, ont fourni un intervalle couvrant les deux derniers siècles avant notre ère, période durant laquelle les Pyrénées centrales sont encore indépendantes (Girard 2006 : 183 ; 2009 : 139 ; Maintenant 2006 : 85).

Bien évidemment, il faut aussi songer aux importantes zones minières du sud de l'Espagne. On pense en particulier à celles de Cartagène et de la Sierra Morena, situées respectivement à 550 et 700 km de l'Ampurdan et où la mise en valeur des gisements d'argent n'a pas attendu la conquête romaine³⁵⁵. L'hypothèse d'une alimentation du marché de l'argent du Nord-Est de la péninsule Ibérique par les mines du Sud-Est de la péninsule est défendue par les chercheurs engagés dans le projet *Plata prerromana en Catalunya*, en particulier sur la base d'analyses isotopiques, vis-à-vis desquelles il convient toutefois de rester prudent, comme nous le verrons plus bas (Rafel Fontanals *et al.* 2008c : 316 ; Montero Ruiz *et al.* 2011 : 211-212).

Le Languedoc occidental constitue une autre région d'approvisionnement particulièrement crédible si l'on croise les données géologiques, géographiques et économiques. Cet espace est en effet proche de l'Ampurdan – une centaine de kilomètres – et correspond à une importante région argentifère à l'échelle de la Méditerranée nord-occidentale (fig. 279-282). De plus, il appartient à un ensemble culturel et économique plus vaste englobant le Nord-Est

³⁵³ I. Montero Ruiz *et al.* précisent ainsi que les prélèvements d'échantillons de minerai dans la zone Mollar-Bellmunt-Falset ont été effectués « *principalmente en las escombreras y lavaderos de las minas, salvo en el caso de la Cueva del Paraguas en la que se extrajo galena de dos vetas del interior* » (Montero Ruiz *et al.* 2008 : 294-297).

³⁵⁴ A ce jour, aucun élément ne permet de placer une phase d'activité antérieure au I^{er} s. av. n. è. à la mine de La Collade de Bernadeille, dans la zone de La Preste-La Manère, sur la frontière franco-espagnole (Barrouillet, Lamy 1986 : I, 121-123 ; Barrouillet *et al.* 1989 : 24-25 ; Izard 1999 : 134 et note 198).

³⁵⁵ Voir notamment Rothenberg *et al.* 1986 ; Kassianidou 2003 ; Arboledas Martínez 2008 : 205-247 et Renzi *et al.* 2009.

de la péninsule Ibérique (cf. p. 38). Depuis le milieu du I^{er} millénaire avant n. è., il a noué avec les territoires situés au sud des Pyrénées des relations étroites inscrites dans la durée. La basse vallée de l'Aude et la région d'Emporion, notamment, ont établi des liens économiques particulièrement forts, illustrés notamment par l'ampleur des échanges entre ces deux régions au II^{ème} s. av. n. è., et les similitudes observées dans les processus commerciaux (Sanchez 2003 : 843-847 ; Gorgues 2010 : 220-224). Les formes prises par le développement du phénomène monétaire en Languedoc occidental à partir de la fin du III^{ème} s., en particulier le choix fait par les communautés indigènes de prendre la drachme de Rhodè comme modèle pour leurs propres émissions, est une autre illustration de ces relations privilégiées.

Les analyses isotopiques réalisées dans le cadre du programme de recherche sur l'argent du Nord-Est de la péninsule Ibérique citée plus haut iraient d'ailleurs dans le sens d'une alimentation d'Emporion en argent et en plomb produit à partir de gisements du Sud de la France, tout du moins au II^{ème} s. av. n. è. (Rafel Fontanals *et al* 2008b ; Montero Ruiz *et al.* 2011). Toutefois, les données publiées sont encore très minces. I. Montero Ruiz *et al.* signalent ainsi une seule monnaie frappée à Emporion (drachme n°5832, du début du II^{ème} s. av. n. è.), dont l'argent proviendrait selon eux de gisements du Massif central (Montero Ruiz *et al.* 2008 : 313-316 ; Montero Ruiz *et al.* 2011 : 208). En outre, les auteurs se fondent exclusivement sur les études isotopiques réalisées par S. Baron *et al.* dans le cadre du travail réalisé sur la zone de production médiévale et gauloise de plomb-argent du Mont-Lozère (Baron *et al.* 2006 ; Allée *et al.* 2011 : 185-187). Les mines du Languedoc occidental n'apparaissent pas dans l'étude catalane. L'extension de ce type approche à notre espace d'étude – qui n'a jamais fait l'objet de telles enquêtes – permettrait sans nul doute d'apporter des clarifications bienvenues sur cette circulation supposée de l'argent languedocien, en gardant à l'esprit les limites de cette méthode, mises en évidence dans Girard *et al.* 2010.

Quoi qu'il en soit, le développement d'un site comme la mine des Barrencs avant la conquête de la Gaule méditerranéenne par Rome pourrait être à nos yeux la conséquence de l'essor de la valeur « argent » dans l'économie du Languedoc et du Nord-Est de la péninsule Ibérique, mais aussi, plus généralement, de la Méditerranée nord-occidentale³⁵⁶.

Il faut songer en effet à d'autres voies possibles pour le métal, en particulier en direction de *Massalia*, qui a noué des relations économiques privilégiées avec le Languedoc occidental depuis le VI^{ème} s. *Massalia* se trouve à moins de 200 km du Languedoc occidental. Ses produits occupent à partir de la fin du VI^{ème} s. et plus encore au siècle suivant une place de choix dans les circuits d'échanges méditerranéens qui alimentent le Languedoc. Or, S. Collin Bouffier rappelle que le volume des émissions de drachmes légères et de divisions du bronze augmente considérablement à partir du début du II^{ème} s. av. n. è. (Collin Bouffier 2009 : 43). *Massalia* ayant certainement été obligée d'importer au moins une partie du métal nécessaire à ses frappes, cette évolution a nécessairement eu un impact sur les gisements miniers susceptibles de l'alimenter (fig. 279 et 280). Notons que la distance n'a certainement pas constitué un gros handicap pour cet approvisionnement, qui pouvait s'effectuer par bateau, comme le démontre

³⁵⁶ Une telle proposition soulève de nombreux problèmes. L'éventuelle exportation de l'argent à destination du Nord-Est de la péninsule Ibérique alors même que ce métal est utilisé en Languedoc occidental pour les frappes monétaires en est un.

la découverte de plusieurs épaves en Méditerranée nord-occidentale, chargées de métaux et datées de l'âge du Fer (Domergue 2004a : 149-151). Ainsi, l'épave de Plane 2 (IV^{ème} s. av. n. è.), découverte au large de Marseille, contenait vraisemblablement près de 300 lingots de cuivre mais aussi produits d'importation provenant, dans le cas du matériel amphorique, de Grande Grèce et de Sicile (Pomey, Long 1992 : 195-196). Plus près des côtes languedociennes, l'épave de l'île Brescou, au large d'Agde, contenait elle aussi des lingots de plomb et a coulé vraisemblablement au III^{ème} s. av. n. è. (Domergue, Rico 2003 : 390). L'origine de ces cargaisons de métal n'est pas clairement déterminée, bien que dans le cas de l'épave Plane 2, le cuivre provienne sans doute de la sphère grecque ou punique. Enfin, le commerce de l'étain à l'âge du Fer en Europe occidentale est l'un des exemples les plus fameux d'une circulation du métal sur de longue distance par terre et par mer, selon des schémas complexes (Rolley 2006 ; Mairecolas, Pailler 2010).

Par ailleurs, les exemples d'une alimentation des frappes monétaires d'une entité politique par du métal importé existent tout au long du second âge du Fer. Ce fait a été envisagé par R. Boudet *et al.*, dans le cas des Arvernes, émetteurs de monnaies d'or. Ceux-ci ont peut-être puisé chez leurs voisins Lémovices, sur le territoire desquels se trouvaient d'importantes mines d'or, une partie du métal nécessaire à leurs frappes (Boudet *et al.* 1999 : 423-424 ; Cauuet 1999). Dans le cas de *Massalia*, les rapports étroits que la cité entretenait avec le monde celtique et le monde ibérique suffirait à expliquer l'origine du métal pour A. Bresson (Bresson 2001 : 54-56).

De nombreuses lacunes nous interdisent de développer cette hypothèse, le risque étant de tomber dans les rapprochements gratuits pointés du doigt dans la première partie de cette thèse (cf. p. 107 et 281). En premier lieu, la chronologie de la mine des Barrencs doit être mieux caractérisée, tout comme la nature du métal produit à partir de ses minerais. Par ailleurs, ce site et la mine de la Caunetta sont actuellement très isolés. L'hypothèse d'une mise en valeur des gisements du bassin supérieur du Dourdou à la même époque reste très incertaine. Enfin, la complexité du commerce du métal induit une grande diversité des sources d'approvisionnement et des modes d'acquisition, sans doute variables dans le temps. La possibilité d'un mélange de métaux de plusieurs origines et la pratique récurrente de la refonte dans le cas des métaux non-ferreux, dont le recyclage ne présente pas beaucoup de difficultés techniquement parlant, ne peuvent être écartés³⁵⁷.

Néanmoins, l'évolution de la production des métaux en Languedoc occidental au second âge du Fer doit être considérée au prisme de l'ensemble des phénomènes économiques touchant la Méditerranée nord-occidentale. L'essor de la valeur argent dans cet espace à partir du III^{ème} s. a sans nul doute eu une répercussion sur les gisements miniers régionaux.

Un dernier éclairage sur l'importance prise par l'argent en Languedoc : le trésor des Tectosages

Enfin, il faut rappeler ici le fameux passage sur le trésor des Tectosages (cf. p. 110). Le débat autour de la composition de ce trésor, l'ampleur des richesses ainsi amassées, voire même la véracité du témoignage de Poseidonios ne sont pas refermés, comme on l'a vu dans le

³⁵⁷ Voir le cas des monnaies puniques en bronze du III^{ème} s. av. n. è. trouvées en Sardaigne et analysées par Atanasio *et al.*, ou celui des monnaies ibériques du Nord-Est de la péninsule Ibérique analysées par Montero Ruiz *et al.* (Boni *et al.* 2000 ; Atanasio *et al.* 2001 ; Montero Ruiz *et al.* 2011 : 211).

chapitre 1 de la première partie. Certains commentaires récents, en particulier, peuvent sembler problématiques³⁵⁸. Au regard de l'état actuel de la recherche en archéologie du métal sur le territoire tectosages, il semble exagéré de nier l'existence d'un trésor dans la région de *Tolosa*. D'autres dépôts métalliques emblématiques, à l'image du dépôt de torques en or de Fenouillet, dans le Toulousain, datés de la première moitié du III^{ème} s. av. n. è., pourraient constituer le témoignage de telles pratiques (Massendari 2006 : 175 ; Milcent 2006a : 50). On peut ajouter le trésor de Tayac, plus lointain (Gironde), qui comportait notamment des lingots de métal et des flancs monétaires non frappés (Moret 2002 : 88). En outre, eu égard aux potentiels miniers des massifs proches du Toulousain et du Lauragais, qu'il faut considérer comme le cœur de l'espace contrôlé par les Tectosages, il peut paraître précipité d'écarter tout apport « régional » à la masse métallique thésaurisée par les Tectosages, *a fortiori* si celle-ci est nettement diminuée quantitativement (Goudineau, Thollard 2009 : 57).

Par ailleurs, même si les chiffres avancés par Poseidonios doivent être considérés avec beaucoup de réserve, comme souvent dans les textes antiques, on ne peut exclure une certaine part de vérité au sujet de la composition des richesses pillées par les Romains. D'après le témoignage de Poseidonios, l'or est en effet loin de constituer l'essentiel des richesses amassées par les Tectosages dans leurs dépôts sacrés :

« Le récit de Poseidonios est plus digne de foi. D'après lui, les richesses trouvées à Tolossa valaient environ 15 000 talents ; déposées dans des enclos et dans des étangs sacrés, elles ne consistaient pas en objets travaillés, mais en or et en argent bruts³⁵⁹ ».

La restriction observée chez Strabon dans une phrase du passage sur les « richesses » des Tectosages laisse d'ailleurs entendre que l'argent y est plus fréquent que l'or :

« Les étangs, tout particulièrement, garantissaient l'inviolabilité des trésors, aussi y déposaient-ils des poids d'argent ou même d'or. Les Romains, quand ils se furent rendus maîtres de ces lieux, vendirent les lacs au profit de l'État et beaucoup d'acheteurs y trouvèrent des meules d'argent martelé³⁶⁰ ».

³⁵⁸ Ainsi, C. Goudineau et P. Thollard réfutent l'hypothèse d'une origine régionale de ces « richesses », « puisque les recherches archéologiques récentes concluent à l'impossibilité d'une production d'or et d'argent de cette quantité dans le pays des Tectosages ». Ils précisent que « [...] le territoire des Tectosages n'a révélé actuellement aucun gisement d'or exploitable par extraction [...]. Quant à l'argent, les ressources ne paraissent guère plus importantes, ni les mines plus nombreuses » (Goudineau, Thollard 2009 : 57). Ils ajoutent plus loin que « le montant des « richesses » est abracadabrant par rapport à tout ce que l'on connaît [...]. Les ressources minières régionales, même au sens large, n'offrent aucune possibilité » (Goudineau, Thollard 2009 : 62).

³⁵⁹ « Πιθανώτερος δ' ἐστὶν ὁ Ποσειδωνίου λόγος· τὰ μὲν γὰρ εὐρεθέντα ἐν τῇ Τολώσῃ χρήματα μυρίων πού καὶ πεντακισχίλιων ταλάντων γενέσθαι φησί, τὰ μὲν ἐν σηκοῖς ἀποκειμένα, τὰ δ' ἐν λίμναις ἱεραῖς, οὐδεμίαν κατασκευὴν ἔχοντα, ἀλλ' ἄργον χρυσίον καὶ ἄργυρον [...] » (Strabon : IV, 1, 13, traduction de P. Moret, 2001 : 18). F. Lasserre propose une traduction légèrement différente : « *Le récit de Posidonius est pourtant plus probant : les richesses trouvées à Toulouse atteignaient une valeur d'environ 15 000 talents et consistaient non pas en objets façonnés, mais uniquement en lingots d'or et d'argent brut, déposés en partie dans les sanctuaires, en partie dans les lacs sacrés [...]* » (texte traduit par F. Lasserre, éditions Les Belles Lettres, 1968).

³⁶⁰ « [...] εἰς ἃς καθίεσαν ἄργυρου ἢ καὶ χρυσοῦ βάρη. Οἱ γοῦν Ῥωμαῖοι κρατήσαντες τῶν τόπων ἀπέδοντο

En définitive, l'argent pourrait avoir occupé une place très importante dans les dépôts métalliques tectosages. Or, ces dépôts n'ont sans doute pas été constitués en un jour. Leur formation a certainement été progressive, inscrivant ce phénomène de thésaurisation dans le courant du II^{ème} s. voire même avant, si l'on considère l'hypothèse d'une construction autochtone de l'entité tectosage, antérieure à ce siècle (Milcent 2006a : 54). Dès lors, la place occupée par l'argent dans ces dépôts ne serait-elle pas une autre illustration de l'importance tenue par le métal blanc dans la sphère languedocienne ? A vrai dire, cette hypothèse se heurte au sort dévolu à ce métal dans ce cas précis. L'argent est certes doté d'une valeur religieuse, mais, jeté au fond des étangs, il ne circule pas : forme de « thésaurisation-accumulation » (Lewuillon 1999 : 376) assez radicale ? Toute la difficulté est ici de percevoir la valeur « économique » du métal constituant ces dépôts.

1.3. L'activité minière, témoin de l'évolution politique et économique du Languedoc occidental

L'essor d'une activité comme celle perçue aux Barrencs implique l'existence de conditions économiques et politiques stables et favorables, susceptibles d'assurer la pérennité de l'activité. Nous l'avons dit au début de ce chapitre, les données recueillies sur le site des Barrencs témoignent du haut niveau d'organisation atteint dans cette mine. La présence de plusieurs équipes travaillant en interaction, le règlement des questions techniques, la mise en œuvre à grande échelle d'un abattage par le feu, la présence d'activités connexes (forges minières...), l'ampleur des chantiers ouverts, ont nécessairement induit des modalités de gestion et de contrôle rationalisées. L'existence d'un tel niveau d'organisation n'est pas sans soulever de nombreuses questions (Beyrie *et al.* 2011b : 43), qu'il faut considérer en tenant compte des hypothèses envisagées dans le sous-chapitre précédent, en particulier dans le domaine des débouchés de la production.

Ce phénomène traduit-il l'existence d'une « autorité » supérieure chapotant l'ensemble de l'activité ? Une telle question pose de sérieuses difficultés. Les éléments de comparaison en Gaule pour le second âge du Fer ne sont guère nombreux. Le cas le mieux connu est celui des mines d'or du Limousin. Nous avons vu au début de ce chapitre que ces mines ont connu un accroissement de leur production entre le milieu du III^{ème} s. et la fin du I^{er} s. av. n. è., en lien avec un niveau d'organisation particulièrement élevé (Cauuet 2004 : 29). B. Cauuet s'est interrogée sur l'identité de la ou des entités à la tête d'une telle activité et sur la nature du contrôle exercé sur cette dernière. Un site de hauteur fortifié au centre d'un des districts miniers du Limousin, à Saint-Yrieix-la-Perche, non daté mais caractéristique des enceintes fortifiées protohistoriques du Limousin, pourrait correspondre à une « agglomération importante, siège d'un pouvoir contrôlant et dirigeant l'ensemble de ce district minier » (Cauuet 1999 : 66). De fait, elle envisage

τὰς λίμνας δημοσίᾳ, καὶ τῶν ὀνησαμένων πολλοὶ μύλους εἶρον σφυρηλάτους ἀργυροῦς » (Strabon : IV, 1, 13, texte établi et traduit par P. Moret, 2001 : 18). F. Lasserre propose la traduction suivante : « Les lacs, qui plus est, y assurent la meilleure protection contre les sacrilèges, c'est pourquoi on y immergeait des barres d'argent, ou même d'or. Devenus maîtres de ces lieux, les Romains vendirent les lacs au profit du trésor public, et plusieurs de leurs acquéreurs y trouvèrent des meules d'argent façonnées au marteau » (texte établi et traduit par F. Lasserre, éditions Les Belles Lettres, 1968).

l'existence d'une autorité supérieure, non identifiée clairement, mais assurant son contrôle sur les mines du secteur dans une configuration centralisatrice (Cauuet 1999 : 68). En périphérie de l'espace gaulois, la mine de Campolungo (Lombardie), il est vrai plus ancienne (premier âge du Fer), est elle aussi le fruit d'une intervention techniquement développée, qui a conduit à l'exploitation d'un gisement de cuivre sur une centaine de mètres de dénivelée et près de 200 m de longueur. Il s'agit là d'une réelle prouesse technique au regard des solutions apportées par les mineurs aux problèmes posés par cette mine en roche, notamment en ce qui concerne l'exhaure (galerie en travers-bancs de 135 m de longueur), l'aérage (galerie de 18 m) et la progression des travaux (nombreuses jonctions) (Morin, Tizzoni 2009 : 140). Là encore, les auteurs envisagent l'existence d'un pouvoir centralisé « *doté d'une infrastructure économique et d'une capacité d'organisation suffisamment développée pour mettre en œuvre une activité minière d'une telle ampleur en un endroit aussi éloigné* » (Morin, Tizzoni 2009 : 140). Selon eux, cette exploitation prendrait place dans un système tribal fortement hiérarchisé, susceptible de faciliter l'accès au territoire et aux matériaux nécessaires à l'activité minière, notamment le bois utilisé pour le soutènement des travaux, l'abattage par le feu et la fabrication d'outils. Ce pouvoir serait par ailleurs indispensable « *pour recruter des travailleurs destinés à l'extraction minière aussi bien que pour les travaux annexes* », et pour assurer le contrôle du territoire et la sécurisation de la production (Morin, Tizzoni 2009 : 140).

Dans le cadre de la mine des Barrencs, la première question qu'il faut se poser n'est pas « qui contrôle la mine ? » mais « qui contrôle le territoire où se trouve la mine ? ». Dans cette question, le terme de territoire désigne l'espace sur lequel une communauté s'assure la maîtrise et l'usage de tout ou partie des ressources qui s'y trouvent (Godelier 2010 [1984] : 112). En théorie, il faut donc faire de l'entité qui exerce sa domination sur la région des Barrencs celle qui contrôle le gisement des Barrencs et est susceptible de l'exploiter³⁶¹. Dans le domaine des faits, nous disposons de bien peu d'indices directs sur cette question. Un site de hauteur du second âge du Fer a certes été identifié à environ 4 km au sud de la mine. Il occupe une position isolée au sommet d'une colline verrouillant la vallée de l'Orbiel et contrôlant les plateaux voisins, susceptibles de constituer des axes de pénétration dans le massif de la Montagne Noire. Mais la nature précise de l'occupation est inconnue et la chronologie reste très imprécise (Ournac *et al.* 2009 : 262).

Si l'on tient compte des diverses restitutions de l'emprise du territoire tectosage (cf. p. 41 ; Labrousse 1968 : 91, 110-111 ; Barruol 2000 : 9 ; Milcent 2006a : 55 ; Gorgues 2010 : 54), en gardant à l'esprit l'absence possible de frontières fixes et clairement définies (Boissinot 2005 : 26-35), il faut vraisemblablement placer la Montagne Noire sinon sur le territoire de cette entité, du moins dans sa sphère politique et économique. Faut-il donc considérer qu'elle contrôlait les ressources minières de ce territoire et leur exploitation ? La situation semble plus complexe. Nous avons vu dans la partie I que cette entité pourrait correspondre en réalité à une société englobante qui paraît se constituer dès avant le II^{ème} s. av. n. è. Elle regrouperait l'ensemble des communautés présentes dans le Languedoc occidental et le Toulousain. Certains l'ont assimilée à une confédération de peuples (Milcent 2006a : 54). Dans ces conditions, peut-être faut-il

³⁶¹ Nous disons bien en théorie : des exemples ethnoarchéologiques (Afrique sub-contemporaine) démontrent que le maître des terres n'est pas forcément celui qui l'exploite. Il peut en donner l'autorisation à un tiers (Robion-Brunner 2008 : 108-110). Il n'en demeure pas moins qu'il en garde le contrôle, « fiscal » en particulier, et peut imposer certaines règles (modalités de prélèvements en matériaux, implantation des travaux de surface...).

placer aux commandes de la mine l'un de ces peuples, présent initialement dans la région et intégré à la sphère tectosage, dans le cadre d'un fonctionnement socio-politique « *polynucléaire hiérarchisé* » (Gorgues 2010 : 271) ?

On pénètre là un peu plus dans le domaine de l'hypothétique. Néanmoins, la région des Barrenes n'est sans doute pas restée à l'écart de l'évolution touchant la plaine audoise à partir de la fin du III^{ème} s. (cf. p. 41) Celle-ci impliquerait l'existence de cadres politiques et économiques suffisamment forts pour assurer la sécurité et la régularité des échanges dans cet espace, par le biais de processus institutionnels auxquels seraient soumises les différentes communautés du Languedoc occidental (Gorgues 2010 : 217 et 315). En particulier, un contrôle du commerce du vin par les Tectosages entre Narbonne et la Garonne a été envisagé, impliquant peut-être la création de magistratures, voire d'une « administration » chargée du contrôle institutionnel des échanges (Moret 2002 : 84 ; Gorgues 2010 : 317-325). Ce phénomène est illustré en Gaule interne par un passage de la *Géographie* de Strabon³⁶² et semble devoir être associé à l'émergence des cités gauloises et à une plus forte structuration de leur territoire (Brun 1993 : 280-285 ; Fichtl 2006 : 44-46).

Ce phénomène a aussi touché le domaine du métal. Plusieurs documents permettent en effet d'envisager l'existence dans certaines régions de Gaule à la fin de l'âge du Fer de magistratures exerçant des fonctions monétaires, voire un pouvoir de contrôle sur le commerce du métal, et, peut-être, sur sa production (Domergue *et al.* 2006 : 155 ; Lewuillon 2004 : 19-21 ; Pailler 2006 : 229-233). Il s'agit tout d'abord de monnaies frappées chez les Lixoviens, les Meldes et les Médiomatriques du nord et de l'est de la Gaule dans la première moitié du I^{er} s. av. n. è., sur lesquelles figurent le titre d'*argantoda(nnos)* porté par des hommes appartenant sans doute à l'élite de leur peuple respectif. A cela s'ajoutent les bordereaux d'enfournement du I^{er} s. de n. è. découverts sur le site de la Graufesenque, chez les Rutènes. Y figurent notamment les termes d'*argant[odann]ebi*, considéré comme un instrumental-sociatif pluriel d'*argantodannos*, et *cassidanaIone*, à partir duquel P.-Y Lambert a défini le terme *cassidannat* (Lambert 2003 : 31). Ces termes, ainsi que le mot *platiodynamus* présent sur une inscription latine découverte à Trèves, seraient construits à partir d'un radical désignant un métal (*cassi-* pour l'étain, *platio-* pour l'argent, *arganto-* pour l'or si l'on suit l'hypothèse de J.-M. Pailler et de l'élément *dan(n)*, vraisemblablement l'abrégié de **dan(n)os*, désignant un magistrat (Delamarre 2001 : 113 ; Pailler 2006 : 232 ; 2007 : 42). Selon P.-Y. Lambert et J.-M. Pailler, ces noms seraient ceux de magistratures civiques dotées de fonctions monétaires ou techniques au moment de la Conquête et à l'époque romaine. Mais celles-ci trouveraient leur origine dans une situation antérieure à la Conquête. Les titulaires de ces magistratures auraient été alors chargés du commerce du métal pour reprendre l'interprétation proposée par J.-M. Pailler, le mot *commerce* étant pris dans le sens de circulation, d'échanges, de « *mouvement métallique impliquant l'entrée dans le*

³⁶² Strabon, *Géogr.* : IV, 3, 2 : « Πρὸς δὲ τοὺς Αἰδούους καὶ διὰ ταῦτα μὲν, ἀλλ' ἐπέτεινε τὴν ἔχθραν ἢ τοῦ ποταμοῦ ἕρις τοῦ δι εἰργοντος αὐτοῦς, ἐκατέρου τοῦ ἔθνους ἴδιον ἀξιοῦντος εἶναι τὸν Ἄραρα καὶ ἐαυτῶ προσήκειν τὰ διαγωγικὰ τέλη· νυνὶ δ' ὑπὸ τοῖς Ῥωμαίοις ἅπαντ' ἐστὶ » (« *Les mêmes raisons expliquent l'hostilité des Eduens, mais il s'y ajoutait les haines nées des contestations sur la propriété de l'Arar, qui sépare ces deux peuples, l'un et l'autre prétendant à la possession exclusive du fleuve et revendiquant le bénéfice des taxes perçues sur les transports. Aujourd'hui, tout est sous la domination romaine* »). La dernière phrase semble montrer que Strabon reprend le témoignage de Poseidonios. Si cette proposition s'avère juste, la situation remonterait au tournant des II^{ème} et I^{er} s. av. n. è., à l'époque de l'Indépendance.

territoire [du peuple] et la sortie hors de celui-ci» (Pailler 2006 : 231-232). Cette hypothèse est aussi celle de L. Lamoine, pour qui « la tradition de frappes monétaires chez les Volques [Arécomiques et Tectosages] ne rend pas superfétatoire l'existence de responsables chargés des ateliers et peut-être du trésor public » (Lamoine 2009 : 220). Dès lors, cet auteur envisage très clairement un lien en Gaule entre les magistratures monétaires gauloises et la questure d'époque romaine. La questure prendrait la suite au I^{er} s. d'institutions financières gauloises déjà bien établies, notamment la magistrature monétaire, désignée par le terme d'*arcantodan* sur des légendes monétaires lexoviennes et sur une inscription découverte en Gaule Cisalpine (Verceil) (Lamoine 2009 : 220-223).

Les divers documents mentionnés ici renvoient cependant à des cas relativement isolés postérieurs au II^{ème} s. av. n. è., relevant de contextes historiques et économiques parfois bien différents. En outre, ils posent encore des problèmes de traduction et d'interprétation. Dès lors, voir là des phénomènes prolongeant une situation antérieure et étendre ces propositions à l'ensemble de la Gaule seraient abusif. Ainsi, aucun document ne prouve clairement qu'un tel phénomène ait pu exister sur le territoire tectosages à l'âge du Fer. Néanmoins, il est tentant d'élargir le contrôle du commerce du vin sur l'axe Aude-Garonne à partir de la fin du III^{ème} s., envisagé notamment par P. Moret et A. Gorgues (cf. p. 41) à la circulation du métal, d'autant plus que l'axe Aude-Garonne a pu constituer l'un des principaux axes de circulation de l'étain entre Atlantique et Méditerranée au second âge du Fer (Gayraud 1981 : 98-99 ; Mairecolas, Pailler 2010 : 147-151). En outre, l'étude des torques de Fenouillet (milieu ou seconde moitié du III^{ème} s. av. n. è.) réalisée par P.-Y. Milcent et la mise en perspective des données pondérales avec d'autres torques découverts dans le Sud-Ouest de la France (torques de Montans, de Lasgraïsses, de Tayac), font apparaître l'existence d'une même unité de poids (d'une valeur de 85 g). Ceci traduirait selon l'auteur un certain contrôle de la production de ce type d'éléments, et, selon toute vraisemblance, des poids et mesures associés au commerce du métal jaune. Or, l'aire de répartition de la plupart de ces découvertes (excepté celle de Tayac) recouvre le territoire tectosages. Elle permettrait d'envisager l'existence dans cet espace d'un ou plusieurs ateliers contrôlés par cette entité (Milcent 2006b : 175). Cette hypothèse irait dans le sens de l'existence d'une magistrature assimilable à l'*argantodannat*. Cette institutionnalisation des échanges s'apparenterait au processus mis en avant pour expliquer l'émergence de l'État en Gaule au second âge, qui interviendrait notamment à la faveur d'une intensification des échanges à longue distance, entraînant la nécessité d'un arbitrage de ces derniers (Brun 1993 : 285).

Peut-on aller au-delà de ce qui est déjà une hypothèse et considérer que l'entité tectosage, par le biais éventuellement d'une magistrature spécifique, ait pu contrôler directement la mise en valeur des ressources minières de son territoire, ou du moins certaines mines de l'espace « englobé » ? Etant donné le rôle de plus en plus important tenu par l'argent dans l'économie du Languedoc occidental, supposant, dans le cadre du développement du fait monétaire, une organisation politique disposant des moyens de contrôle des émissions (Brun 1993 : 283 ; Gruel 2002 : 211), on peut douter que les communautés indigènes, au premier rang desquelles l'entité tectosage, n'aient pas cherché à s'assurer la maîtrise des sources d'approvisionnement en métal blanc.

Dès lors, rien n'interdit de penser que le groupe détenteur du pouvoir socio-économique ait aussi organisé l'exploitation de gisements tels que celui des Barrencs, selon les modalités

révélées par l'archéologie³⁶³. Il s'agirait dès lors d'une organisation centralisée sans doute au bénéfice des lignages indigènes dominants, qui paraissent tenir un rôle essentiel dans la maîtrise des capacités de production avant la fin du II^{ème} s. en Languedoc (Gorgues 2010 : 276-302 et 328).

L'hypothèse d'une exploitation dirigée par un pouvoir supérieur organisant la conduite de l'activité est la plus commode. On ne peut écarter d'autres modes d'exploitation, dont certains feraient appel à l'existence de plusieurs groupes exploitant le gisement pour leur propre profit. Dotés de compétences techniques suffisantes pour cela, ils seraient capables de s'unir pour réaliser des travaux communs, au bénéfice de l'ensemble de l'exploitation, et donc de leur propre intérêt. D'une certaine manière, il faudrait donc envisager une exploitation collective du gisement, sans un pouvoir unique et centralisé au sommet de la pyramide. Dans ce schéma, un contrôle de la part des élites socio-économiques n'est pas exclu. Toutefois, il ne s'exercerait pas directement sur l'organisation même de l'activité mais plutôt sur son produit, sous forme éventuellement de taxes, dans la droite ligne des magistratures citées plus haut. Cette construction est très fragile. Qui plus est, rappelons qu'aucune trace d'un partage du gisement n'a pour l'heure été observée. Néanmoins, elle permet de dépasser le simple rapprochement entre production de masse et autorité supérieure (Stöllner 2010a : 303 ; 2011 : 115)³⁶⁴.

Bilan intermédiaire

La production des métaux à l'âge du Fer en Languedoc occidental demeure très mal connue. Des biais méthodologiques peuvent expliquer en grande partie cette situation. Bien peu de sites de production des métaux (extraction et traitement des minerais) ont fait l'objet d'une étude approfondie. A ce fait s'ajoutent la difficulté de proposer une chronologie un tant soit peu précise de l'activité à partir du matériel recueilli en prospection, et, peut-être, des modalités d'exploitation plus difficiles à percevoir, du moins pour certaines productions. Pourtant, les éléments découverts sur le site des Barrencs et dans les Corbières illustrent l'intérêt d'une étude approfondie et invitent à rester prudents face à la rareté apparente des preuves d'une mise en valeur des ressources minières languedociennes au second âge du Fer.

L'évolution que nous avons tenté de retracer dans ce premier chapitre invite à reconsidérer les rythmes de la production des métaux. En Languedoc occidental, la fin du III^{ème} s. constitue visiblement un cap important dans le domaine économique et politique. Sur ce point, nous avons vu qu'un lien paraît exister entre l'évolution du Languedoc occidental à partir de cette époque et les événements qui touchent la péninsule Ibérique à l'extrême fin du III^{ème} s. et au II^{ème} s. L'activité identifiée aux Barrencs au second âge du Fer, dont la chronologie doit être précisée, nous insistons là-dessus, se place certainement dans cette évolution (fig. 283), et serait peut-être la conséquence des changements politique et économique que connaît la

³⁶³ Celles-ci ne paraissent pas foncièrement anachroniques. Gorgues 2010 : 302 précise ainsi à propos de la production céramique indigène du II^{ème} s. que « *l'on ne peut affirmer que l'apparition d'une société englobante en Languedoc ne se soit pas accompagnée d'une diffusion de nouveaux modes et rapports de production : le frémissement rationaliste constitué par l'ébauche de batterie de Bourriège [Aude] constituerait-il un signe en ce sens ?* ».

³⁶⁴ En revanche, aucun élément ne va dans le sens d'une présence allogène aux Barrencs.

Méditerranée nord-occidentale à partir de la fin du III^{ème} s. Un tel phénomène pourrait avoir eu des répercussions au-delà des limites du Languedoc occidental, et être à l'origine de la mise en valeur de gisements d'argent du Massif central et des Pyrénées³⁶⁵.

³⁶⁵ La mine de La Maladrerie, dans la région de Villefranche-de-Rouergue, sur la bordure occidentale du Massif central, paraît active dès avant la fin du II^{ème} s. av. n. è. (Morasz, Sanchez 2011), tandis que les mines de La Minayre et de La Rodde, en Auvergne, ont été exploitées au second âge du Fer (Cauet *et al.* 2005 : 432-436). Rappelons par ailleurs les éléments de datation recueillis dans le secteur minier du Montaigu, dans les Pyrénées, qui couvrent les trois derniers siècles avant notre ère (Girard 2006, 2009 ; Maintenant 2006 : 85).

2. UN ESPACE DE PRODUCTION NARBONNAIS EN PLEINE ACTIVITÉ (FIN DU II^{ÈME} S. AV. N. È. - DÉBUT DU I^{ER} S. DE N. È.)

Le dernier tiers du II^{ème} s. constitue un cap important dans le domaine politique, marqué par la fondation de Narbonne en 118, qui entérine la main mise de Rome sur le Languedoc occidental. Ce moment ouvre une période de changements importants dans cet espace, aussi bien d'un point de vue politique que socio-économique. Interrogeons-nous sur l'impact que cette évolution a pu avoir sur la production métallique régionale. Les ressources minières languedociennes ont-elles fait l'objet d'une mise en valeur suivant les mêmes rythmes et les mêmes modalités ? Peut-on dépasser le simple constat d'un essor de l'activité au moment de la conquête et proposer un phasage plus précis de l'activité ?

Il est encore trop tôt pour proposer une synthèse détaillée de la production des métaux en Languedoc occidental entre la Conquête et le début du Haut-Empire. Si, à l'échelle micro-régionale, ce type d'approche peut paraître réalisable dans quelques secteurs relativement bien connus, cela est en revanche plus compliqué à l'échelle du Languedoc occidental. Néanmoins, toute synthèse passe nécessairement par une étape préliminaire au cours de laquelle sont posés les premiers jalons d'une réflexion qui en appellera d'autres, à moyen ou long termes. Les données désormais disponibles permettent à nos yeux de poser certains de ces jalons.

2.1. Un mouvement exploratoire généralisé des ressources minières du Languedoc occidental

Ce premier bilan implique tout de même de garder à l'esprit les difficultés que posent les éléments chronologiques à notre disposition. Il convient d'aborder les rythmes de l'activité en tenant compte en premier lieu des opérations les plus riches d'un point de vue informatif (fouilles et sondages). Ces informations doivent ensuite être replacées dans leur contexte archéologique, en les confrontant aux données issues des enquêtes plus extensives, qui ont fourni ponctuellement des lots céramiques relativement importants et diversifiés, permettant parfois d'atteindre une certaine précision chronologique.

Le premier constat qu'il est possible de dresser, qui ne souffre lui d'aucune incertitude, est la présence récurrente d'éléments de mobilier clairement datés du dernier tiers du II^{ème} s. et du I^{er} s. av. n. è. sur les sites d'extraction et de traitement des minerais du Languedoc occidental (fig. 284). Il n'est bien évidemment pas exclu que figurent parmi tous ces sites des cas problématiques, liés par exemple à la réutilisation d'un ouvrage minier³⁶⁶ ou à la difficulté d'associer le mobilier identifié à proximité de travaux à l'activité minière. Néanmoins, l'omniprésence de ce matériel tardo-républicain est significative d'un point de vue historique et économique. Dans le détail, deux grands moments d'activité doivent être distingués.

³⁶⁶ Ce cas de figure est apparu lors de la fouille d'une galerie de recherche de la mine de la Maladrerie (Aveyron), au cours de laquelle a été mis au jour un dépôt de vases daté autour des années 100 av. n. è. Le lien entre ce dépôt et l'activité minière n'est pas certain. Les auteurs émettent l'hypothèse d'un dépôt cultuel, sans réelle certitude là non plus (Morasz, Sanchez 2011).

2.1.1. L'impact de la conquête romaine sur les ressources minières régionales : un phénomène à nuancer

Une série de mines établies sur des gisements de cuivre, plomb et argent ont livré des indices d'une intervention dès la fin du II^{ème} s. av. n. è. (fig. 284). La mine des Barrencs est l'une des mieux connues. L'abondant matériel identifié lors des prospections de surface sur le plateau et au cours de l'exploration de la partie supérieure des travaux incite à placer une intervention sur ce gisement entre la fin du II^{ème} s. et le premier tiers du I^{er} s. av. n. è. (Decombeix *et al.* 2001a : 15)³⁶⁷. Celle-ci, nous l'avons dit, succèderait à une phase d'activité protohistorique vraisemblablement importante (cf. p. 172). Nous reviendrons plus bas sur la signification d'un tel phénomène.

Plus au sud, dans le Sarrat de Germa, les lots de vases les plus diversifiés identifiés (sites Tistoulet 16 et Esquina d'Ase 2), comportant à la fois des fragments d'amphores (Dressel 1A) et de la vaisselle régionale et importée (campanienne A et B, céramique celtique, céramique ibérique peinte de type *sombrero de copa* et céramique modelée) permettent d'avancer une chronologie similaire. Cette datation irait dans le sens des éléments identifiés sur le site du Camp del Oliu. En revanche, dans le reste du secteur du Sarrat de Germa, le matériel archéologique identifié en surface, très largement dominé par des fragments de panses d'amphores vinaires des II^{ème}-I^{er} s. av. n. è., demeure peu atypique. On ne peut donc pas étendre avec certitude cette attribution chronologique à l'ensemble des sites identifiés dans ce secteur.

Dans les monts d'Orb, plusieurs sites sondés par R. Gourdiolle et son équipe ont quant à eux livré un mobilier assez similaire (fig. 284). Le matériel recueilli sur le carreau de la mine de Mange-Homme se composait de nombreux fragments d'amphores italiques Dressel 1A associés à de la céramique grise de la côte catalane, de la céramique ibérique peinte, notamment de type *sombrero de copa*, de la céramique campanienne B et trois monnaies longostalètes (Léchelon 2011 : 259), tandis qu'un dépotoir, à la mine de Bournac, a fourni des éléments semblables, complétés par de la céramique commune italique (Gourdiolle *et al.* 1998b : 22-23). Les informations recueillies sur le site d'habitat de Lascours pour la première phase d'occupation témoignent quant à eux indirectement d'une mise en valeur des gisements miniers de la haute vallée de l'Orb dès la fin du II^{ème} s. (Gourdiolle, Landes 1998a : 58).

À la lumière des données actuellement disponibles, il semble qu'il s'agisse là des seuls ensembles de mobilier qu'il soit possible d'attribuer avec une relative certitude à la fin du II^{ème} s. et à la première moitié du I^{er} s. av. n. è. Les autres lots issus des sites miniers et métallurgiques du Languedoc occidental sont constitués très largement ou exclusivement d'amphores vinaires. Ils ne peuvent être aussi précisément caractérisés d'un point de vue chronologique en raison de la faible représentativité du matériel et de la rareté des formes caractéristiques. Celles-ci, quand elles sont présentes, ont des lèvres triangulaires généralement courtes qui incitent à les assimiler au type Dressel 1A. Ponctuellement, la présence parmi ces éléments de quelques fragments de céramique campanienne A, notamment aux mines du mont Faulat et de Labaume (monts d'Orb), et sur plusieurs sites miniers du Sarrat de Germa (mine de Tistoulet) et de la haute

³⁶⁷ Certaines datations 14C réalisées dans le réseau du Mourral de la Grave désignent elles aussi cette période. Mais celle-ci prend place au sein d'intervalles plus larges. De fait, cette méthode de datation est inutilisable dans l'optique d'un séquençage de l'activité durant la période considérée dans ce chapitre.

vallée du Torgan (Pech Courbère), dans les Corbières, irait dans le sens d'une datation antérieure au milieu du I^{er} s. av. n. è. si l'on suit la chronologie proposée par M. Py en 1993 (Py 1993 : 146-150) ou par C. Sanchez pour le Narbonnais (Sanchez 2003 : 697). Plus hypothétiquement, le matériel tardo-républicain associant amphores italiques et campanienne A identifié à la mine des Neuf-Bouches, à Cabrières (Olive 1984 : 42 ; Mauné 1998a : 231), inciterait là aussi à identifier une phase d'activité antérieure à la seconde moitié du I^{er} s. av. n. è.

Dans le cas du fer, la situation est plus complexe (fig. 284). Dans la Montagne Noire, les éléments chronologiques provenant des sites les mieux connus (domaine des Forges et Co d'Espérou) sont contemporains ou postérieurs au milieu du I^{er} s. (Domergue *et al.* 2003a : 128). Toutefois, le matériel identifié en prospection, que ce soit dans la Montagne Noire ou dans les Corbières, est très largement dominé par les amphores vinaïres italiques. Souvent atypiques, elles ne permettent pas de dater la production de fer avec certitude de la fin du II^{ème} s. ou de la première moitié du I^{er} s. av. n. è. Un seul amas de scories (n°205) a livré un tessou de campanienne B de type non précisé, susceptible d'être antérieur au troisième quart du I^{er} s. av. n. è. (Decombeix *et al.* 2004 : 15 et 25)³⁶⁸.

Les certitudes sont donc peu nombreuses. Il faut toutefois noter qu'une grande partie du matériel identifié en prospection sur les sites de réduction provient en règle générale des horizons supérieurs. Ce fait, ainsi que la présence récurrente d'amphores italiques souvent assimilées au type Dr1A et l'existence d'un grand nombre de sites non datés, incitent donc à la prudence. C. Sanchez place pour le Narbonnais la chute des importations d'amphores italiques dans les années 50-40 av. n. è. Celles-ci sont encore présentes à l'époque augustéenne, mais de manière nettement plus faible (Sanchez 2003 : 694-700). Certes, la poursuite des importations est une réalité jusqu'au dernier quart du I^{er} s. av. n. è. et le réemploi de ce matériel est toujours possible. Cependant, ne peut-on pas considérer que figurent tout de même parmi les nombreux sites où des amphores italiques (notamment de type Dressel 1A) ont été identifiés des établissements dont l'activité est comprise entre le dernier quart du II^{ème} s. (voire le troisième quart de ce siècle) et le milieu du I^{er} s., c'est-à-dire durant la période de diffusion maximale de ce type de conteneur ? Cette question se posera tant que nous raisonnerons essentiellement à partir de quelques fragments d'amphores atypiques. De la même manière, comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, on ne peut fixer au dernier quart du II^{ème} s. av. n. è. le *terminus post quem* de l'activité de ces sites à partir de ce type de mobilier.

2.1.2. La période augustéenne, un cap dans la production des métaux

Les sites miniers établis sur les gisements de cuivre, plomb et argent des Corbières et de la Montagne Noire n'ont jamais livré jusqu'à présent de mobilier céramique caractéristique de la seconde moitié du I^{er} s. av. n. è. (amphores espagnoles, pré-sigillées, sigillées italiques ; Sanchez 677-711). Ce phénomène semble assez significatif, et paraît traduire sinon l'arrêt, du moins la

³⁶⁸ Voir aussi Sanchez 2003 : 698-699 pour la chronologie de ce groupe de vases en Narbonnais et Rancoule 1999 : 64 pour un aperçu de la chronologie des importations de céramique campanienne sur le site de Lagaste.

diminution très nette de l'activité minière dans ces deux massifs avant l'importation de ce type d'élément dans l'arrière-pays languedocien.

Cependant, cette évolution n'est pas la traduction d'un phénomène régional (fig. 289). Dans la zone minière de Cabrières, hormis les éléments signalés plus haut, les données chronologiques actuellement disponibles incitent à placer la principale phase d'activité entre la seconde moitié du I^{er} s. av. n. è. et la première moitié du I^{er} s. de n. è. C'est du moins ce que laisse entendre le matériel identifié dans certains travaux miniers et à la surface de plusieurs haldes, constitué en particulier de céramiques sigillées sud-gauloises, de lampes à huile Dressel 4 du type « aux oiseaux », d'amphores Dressel 1A tardive et de céramiques communes antiques. Les sites miniers concernés sont distribués sur l'ensemble du secteur (Neuf-Bouches, Roques Blanques, Pioch Farrus, Mougno...) (Bailly-Maître *et al.* 1984 ; Salvaire *et al.* 1997 ; Ambert 1999a). Cette chronologie est aussi celle des sites de La Tude et des Condamines, où ont très certainement été traités les minerais extraits des monts des Cabrières, selon des modalités encore mal cernées³⁶⁹.

Dans les monts d'Orb, des éléments similaires ont été identifiés de manière récurrente, aussi bien lors des sondages réalisés sur les sites de Mange-Homme et de Maynes qu'au cours de la prospection des sites miniers de Bouco-Payrol, Cénomés et La Rabasse (Gourdiolle 1989 ; Léchelon 2011). Ce matériel est là aussi dominé par les sigillées italiques et sud-gauloises, auxquelles s'ajoute du mobilier amphorique espagnol. Ces artefacts permettent de situer dans ce secteur une poursuite (ou une reprise ?) de l'activité à l'époque augustéenne. Cette chronologie, qui reste là encore à préciser, est sensiblement similaire à la phase d'occupation de l'agglomération de Lascours, où la phase dite « classique » couvre le I^{er} s. av. n. è. et le début du I^{er} s. de n. è. (Landes, Gourdiolle 1998a : 58). Cependant, on ne peut pas percevoir une quelconque évolution dans l'exploitation des gisements des monts d'Orb entre la fin du II^{ème} s. av. n. è. et le début du I^{er} s. de n. è. à partir des données actuellement disponibles. Certes, au cours de la phase classique de l'occupation de Lascours apparaissent des bâtiments à couverture de tuiles et surtout un établissement thermal dont le statut – privé ou « public » – n'est pas clairement déterminé mais dont la datation (première moitié du I^{er} s. av. n. è. ?) le placerait parmi les plus anciens thermes de la Transalpine. Néanmoins, le site de Lascours constitue dès ses origines, à la fin du II^{ème} s., un site exceptionnel par certains traits architecturaux (cf. p. 101).

L'évolution de la production de fer est en revanche plus significative des changements intervenant à l'époque augustéenne. Les deux massifs des Corbières et de la Montagne Noire sont les principales zones de production connues pour cette époque en Languedoc occidental³⁷⁰. Alors que l'exploitation des gisements non-ferreux semble cesser dans ces territoires, la production de fer paraît franchir un cap important durant la seconde moitié du I^{er} s. av. n. è. Dans la Montagne Noire, sur les 164 sites de réduction reconnus entre 1998 et 2002 lors des prospections thématiques, seuls deux ferriers ont livré un mobilier typique de cette période (sites n° 210 et 226 : amphore Pascual 1 et sigillée italique), auxquels s'ajoutent le

³⁶⁹ L'activité métallurgique identifiée sur le site de La Tude, fouillé avant 1985, semble dater du début du I^{er} s. de n. è. Il n'est pas certain qu'elle se prolonge jusqu'au II^{ème} s. (Nickels 1985 : 405 ; Houlès 1997 : 96). Le site de la Condamine, fouillé en janvier 1987, est daté quant à lui du premier tiers du I^{er} s. de n. è. (Landes 1989a : 102).

³⁷⁰ La production de fer identifiée entre les monts de Lacaune et le versant nord de la Montagne Noire reste à ce jour très mal connue (Pailler, Coustures 2011).

complexe sidérurgique du domaine des Forges, actif durant cette période, un ferrier situé sous le village des Martyrs, qui a livré lors de sa destruction des amphores Pascual 1, et trois sites paraissant démarrer leur activité au début du I^{er} s. de n. è. (sites n°11, 12 et 27 ; Decombeix *et al.* 2004 : 15-16). Ce chiffre est bien faible par rapport aux sites où seul un matériel amphorique italique a été repéré (29).

Certes, la présence possible d'amphores italiennes résiduelles sur des sites de la période augustéenne n'est pas à écarter. Néanmoins, ce phénomène pourrait traduire une diminution du nombre de sites de production à l'époque augustéenne, parallèlement à un phénomène de concentration de l'activité sur quelques établissements dont la longévité dépassera le I^{er} s. de n. è., en particulier le complexe du domaine des Forges (Decombeix *et al.* 2004 : 14-17). Ce phénomène a été étudié plus en détail dans le bassin de la Dure : alors que les petits ferriers ont fourni un mobilier considéré comme strictement pré-augustéen en théorie, en particulier des amphores italiennes, seuls les grands amas de scories sont associés à du mobilier plus tardif (sigillées sud-gauloises et/ou sigillées claires). Aux yeux de P.-M. Decombeix *et al.*, il ne fait donc guère de doute qu'une concentration de la production s'opère au tournant de l'ère. Celle-ci se manifeste « *par l'arrêt, sur l'ensemble de la zone étudiée, de toutes les petites unités de réduction, au profit de centres plus importants sur lesquels les activités se prolongent pendant plusieurs siècles, jusqu'au III^{ème} s. au domaine des Forges et, sans doute aussi, à Laprade* » (Decombeix *et al.* 2000 : 34).

Cette évolution est sans doute plus complexe que ce que peuvent laisser entendre les vestiges matériels identifiés en prospection. Néanmoins, les résultats des fouilles et sondages réalisés sur des sites de traitement semblent corroborer cette hypothèse. Ainsi, dans le secteur du Grand Ferrier, au domaine des Forges, au cours d'une première phase d'activité (années 60-50 av. n. è.), les structures métallurgiques paraissent former un ensemble hétérogène, tant par leur nature (coexistence de bas-fourneaux de type classique et d'un fourneau de petit module de type *developed bowl furnace* : Domergue *et al.* 2003a ; Domergue *et al.* 2003b) que par l'organisation générale du site. Cette période correspondrait à une phase d'hésitations dans la typologie, le format et l'orientation des structures. Mais une évolution va intervenir au cours de la seconde moitié du I^{er} s. av. n. è. Elle se traduit par la mise en place d'une organisation plus rationnelle de l'activité, avec l'usage généralisé des bas-fourneaux du type « classique », organisés en batteries respectant la même orientation (est) tant dans le secteur du Grand Ferrier que dans celui de Montrouch (Decombeix *et al.* 2000 : 28-29). Cette évolution intervient entre les années 60-50 et 30-20 av. n. è. Elle s'achève par l'abandon de l'atelier de Montrouch et la concentration de l'activité sidérurgique à 200 m de là, dans le secteur du Grand Ferrier, à l'extrême fin du I^{er} s. av. n. è. (Decombeix *et al.* 1998 : 85-89 et note 17 ; Decombeix *et al.* 2000 : 34-35). Ce phénomène de concentration n'a pu être clairement distingué dans le bassin de l'Alzeau, par manque d'éléments chronologiques. Néanmoins, il convient de noter que les témoignages archéologiques les plus anciens d'une production de fer dans ce secteur semblent remonter à la fin du I^{er} s. av. n. è., la production sidérurgique marquant ensuite nettement ce territoire durant le siècle suivant (Guilbaut, Landes 1977a : 45-46 ; Sablayrolles 1989a : 75). Si le véritable démarrage de l'activité dans ce secteur reste inconnu, l'hypothèse d'un essor de cette production au tournant du I^{er} s. av. n. è. et du I^{er} s. de n. è. peut être avancée. Dans ces conditions, la période augustéenne constituerait là encore un cap important.

La production de fer paraît suivre une évolution assez proche dans les Corbières. Certes, un nombre important de sites de traitement a fourni du matériel attribuable à l'époque

républicaine, largement dominé par les amphores italiques. Néanmoins, il s'agit dans l'ensemble de ferriers de petites dimensions. Les sites les plus importants sont surtout actifs durant la seconde moitié du I^{er} s. av. n. è. et la première moitié du I^{er} s. de n. è. Les résultats des sondages semblent confirmer cette hypothèse. Ainsi, l'ampleur et les modes de rejet des déchets métallurgiques sur le site Caraillet 1 (Palairac) témoignent d'une activité relativement importante, continue, sans doute intensive, comprise entre les années 20 av. n. è. et 20 ou 50 de n. è. G. Rancoule en était arrivé à une datation similaire dans le cas du site de Ferrières, lui aussi assez imposant (Rancoule 1975). La prospection des sites parmi les plus importants du massif (Caraillet-Adoux, Le Peyrou-Le Férié, Caraillet 1, Saint-Rome) a livré des indications allant dans ce sens.

Au terme de cette partie, il n'est guère possible de proposer un découpage précis de l'activité minière et métallurgique entre la fin du II^{ème} s. av. n. è. et la période augustéenne. Néanmoins, plusieurs tendances peuvent être dégagées.

Il ne fait aucun doute que les gisements miniers présents dans l'arrière-pays languedocien, des Corbières à la bordure sud-orientale du Massif central, connaissent un large mouvement exploratoire entre le dernier tiers du II^{ème} s. et la première moitié du I^{er} s. av. n. è. Localement, certains phénomènes paraissent aller dans le sens, d'une part, d'un arrêt de l'exploitation des gisements non-ferreux dans certains secteurs du Languedoc occidental avant le milieu du I^{er} s. av. n. è., d'autre part, d'une intensification de la production de fer dans la seconde moitié du I^{er} s. av. n. è. (fig. 289). Dans les deux cas, toutefois, il faut sans doute envisager une évolution plus complexe étant donné le grand nombre de sites non datés et les problèmes que peuvent poser les éléments chronologiques à notre disposition.

2.1.3. Nature des productions et ampleur de l'activité

Ce large mouvement exploratoire correspond-il à une ruée vers l'argent ? Dans la haute vallée de l'Orb comme dans les Corbières, ce métal a été recherché par les exploitants, sans que l'on connaisse la place qu'il tint effectivement dans la production. Dans les monts de Cabrières, un lingot d'argent a été découvert sur l'habitat groupé des Pradesses (Fontès), situé à moins de 3 km des mines de Cabrières et contemporain de l'activité développée dans ce secteur (Mauné 1998a : 232 et 348-350). Sa présence ne peut constituer en l'état la preuve d'une production d'argent dans ce secteur minier. Néanmoins, d'un point de vue minéralogique, les gisements de Cabrières appartiennent au même groupe que ceux du Sarrat de Germa, qui eux ont été exploités en vue de produire le métal blanc.

Une incertitude importante demeure. La question qu'elle soulève peut d'ailleurs paraître incongrue : cette activité a-t-elle été véritablement importante ? Les données chiffrées les plus complètes sont issues des recherches réalisées sur la sidérurgie de la Montagne Noire. Les estimations proposées – près de 80 000 t de fer – sont très élevées, mais doivent être nuancées. Il faut tout d'abord rappeler qu'elles englobent l'ensemble des sites de réduction dont l'évaluation s'est avérée réalisable. Or, tous ces sites ne sont pas datés. En outre, ce chiffre est

essentiellement le fait des grands amas de scories identifiés sur quelques rares sites dont l'activité couvre deux à trois siècles, tels que les deux principaux ferriers du domaine des Forges et les amas de Laprade-Basse (Decombeix *et al.* 2004 : 18)³⁷¹.

Le site du domaine des Forges est de ce point de vue le mieux connu, et démontre assez bien la nécessité de rester prudent face aux chiffres ci-dessus. L'étude des deux ferriers connus sur ce site s'est fondée sur plusieurs paramètres complémentaires, faisant appel à différentes méthodes d'investigation³⁷². Le Grand Ferrier renfermait une masse minimale estimée à 110 000 tonnes de scories lourdes, ce qui correspondrait à une production de 36 000 tonnes de fer durant toute la période d'activité du site, entre les années 60/50 av. n. è. et 260/270 de n. è. , soit 320 ans (Decombeix *et al.* 1998 : 85). De fait, avec ce seul résultat, qui demeure une estimation, on atteint presque la moitié des 80 000 t de fer annoncées plus haut. En revanche, pour la seule période comprise entre les années 60/50 et le début de la période augustéenne, les chercheurs ont proposé le chiffre de 1500 t de fer produits (Domergue *et al.* 2003b : 243).

Le cas de l'atelier de Montrouch est encore plus significatif. Le ferrier correspondant à la batterie de bas-fourneaux pré-augustéenne (active uniquement entre les années 60/50 et 30/20 av. n. è.), n'a pas été concerné par la réexploitation moderne des scories et s'est avéré d'extension limitée, conditions idéales pour une étude globale. Or, les évaluations réalisées sur ce site ont donné un volume de 2884 m³ pour une production d'environ de 745 t de fer. En tenant compte de l'ensemble des scories produites par l'atelier de Montrouch entre les années 60/50 et 0 (4077 t), la production totale de l'atelier s'élèverait à environ 1053 t de fer (Decombeix *et al.* 1998 : 89). Ce chiffre paraît dérisoire au regard des estimations proposées plus haut.

Or, il existe dans le bassin supérieur de la Dure un autre grand complexe sidérurgique comparable au domaine des Forges par sa chronologie et par l'ampleur de sa production. Celui-ci a été pris en compte dans l'estimation qui a conduit au chiffre de 80 000 t de fer (Decombeix *et al.* 2004 : 16). Par conséquent, ce résultat ne doit pas nous induire en erreur. L'importante production de fer de la Montagne Noire est essentiellement le fait de l'activité développée entre le I^{er} et le III^{ème} s. de n. è. dans le massif. Si l'on exclut de ce compte les grands complexes actifs durant la période impériale, ce chiffre doit être très clairement divisé par trois ou quatre³⁷³.

De plus, dans le bassin supérieur de la Dure, seuls onze sites affichent des volumes estimés supérieurs à 1000 m³, dont deux seulement situés aux alentours de 10 000 m³ et deux autres, (Grand Ferrier et Laprade-Basse), avoisinant ou dépassant 100 000 m³. Ces deux sites regrouperaient en fait 85 % du volume de scories présentes dans le bassin supérieur de la Dure (Decombeix *et al.* 2000 ; Decombeix 2004 : 193)³⁷⁴. Aucun essai d'évaluation n'a été tenté dans

³⁷¹ D'autre part, ces évaluations ne tiennent pas compte des ferriers reconnus dans la région de Saint-Denis, qui, pour certains, sont aussi vastes que les grands ferriers du bassin supérieur de la Dure.

³⁷² Restitution des dimensions du Grand Ferrier, largement détruit lors de sa réexploitation au XX^{ème} s., détermination de la composition des ferriers, expérimentations paléométallurgiques, restitution des volumes de scories, et à la suite de toutes ces études, de la quantité de fer correspondante (Decombeix *et al.* 1998).

³⁷³ Le Grand Ferrier correspond à lui seul à une production de 36 000 t de fer, à laquelle il faut ajouter celle de Laprade-Basse, sensiblement proche. En enlevant uniquement ces deux sites du compte, dont il faut préciser tout de même qu'une part des déchets a été produite au I^{er} s. av. n. è. , le chiffre de 80 000 t de fer se réduit comme peau de chagrin.

³⁷⁴ Sur les soixante-dix concentrations de scories recensées dans le bassin supérieur de la Dure, quarante-et-une ont pu faire l'objet d'une évaluation. Les sites non évalués correspondent à des ferriers (quatre) et des

la région de Saint-Denis. Néanmoins, les trois grands amas de scories reconnus dans ce secteur (Co d'Espérou, Camp Naut et Carreleit) témoignent eux aussi d'une activité inscrite dans la durée et vraisemblablement postérieure, pour l'essentiel, à la période augustéenne. (Guilbaut, Landes 1977a ; Sablayrolles 1989a). De fait, sans vouloir minimiser l'ampleur de la production de fer de la Montagne Noire aux époques tardo-républicaine et augustéenne, force est de constater qu'elle reste faible au regard des données disponibles pour la période suivante, il est vrai plus longue (environ deux siècles et demi au total contre un siècle à un siècle et demi). Les dimensions des sites et les volumes proposés, qui rappelons-le sont uniquement des estimations, sont assez comparables avec ce que l'on connaît dans les Corbières. Dans ce massif, seuls quatre ferriers, datés des I^{er} s. av. n. è. et I^{er} s. de n. è., dépasseraient 1000 m³ (1200 < 9000 m³). Par conséquent, la majorité des concentrations de scories datées à des degrés de fiabilité divers des périodes tardo-républicaine et augustéenne témoignent avant tout d'une production de fer limitée. Les volumes de déchets produits sur ces sites sont proches des petits ferriers identifiés dans le Jura suisse³⁷⁵, à Lercoul (500 m³, 140 t de fer ; Dubois 2000 : 61) et sur les sites du haut Moyen Âge de Montcherand (300 m³, 50 t de fer ; Serneels 1993 : 148), Saint-Dizier (30 m³, 2,3 t de fer ; Leroy, Merluzzo 1998) et Frouard (34 m³, 1,17 t de fer ; Leroy 1997 : 181)³⁷⁶, voire du site un peu plus conséquent du Latté, à Oulches, actif entre la fin du III^{ème} s. et la seconde moitié du IV^{ème} s. (1000 m³, 800 t de fer ; Dieudonné-Glad 2010 : 342) et du petit ferrier des Clérimois (1090 m³, 654 t de fer ; Dunikowski, Cabboï 1995 : 122)³⁷⁷. La prédominance des ferriers inférieurs à 1000 m³ a aussi été notée dans le Bas-Maine par F. Sarreste, qui considère les amas inférieurs à 600 m³ comme de petits ferriers, et ceux compris entre 601 et 900 m³ comme des ferriers moyens (Sarreste 2008 : 263-264).

Au sujet de l'ampleur de l'activité, un dernier point doit être abordé. En l'état actuel des recherches, la phase tardo-républicaine perçue aux Barrency ne semble pas correspondre à la principale période d'activité. Certes, le phasage chronologique de la mine doit être mieux précisé. Cependant, la reprise – ou la poursuite – des travaux à l'époque tardo-républicaine n'a peut-être pas donné lieu à une réelle exploitation en grand du gisement, déjà largement mis en valeur avant la fin du II^{ème} s. Plus au sud, dans le Sarrat du Germa, la fréquence des travaux associés à du mobilier tardo-républicain semble là aussi traduire un large mouvement exploratoire à partir de la fin du II^{ème} s. et dans la première moitié du I^{er} s. Mais, l'ampleur *a priori*

épandages de scories (vingt-cinq), aux volumes de déchets vraisemblablement très limités (Decombeix 2004 : 193).

³⁷⁵ Dans cette région, 90 % des ferriers inventoriés contiennent un volume de scories inférieur à 400 m³ (Eschenlohr 2001 : 129).

³⁷⁶ Nous nous appuyons notamment sur le bilan dressé par N. Dieudonné-Glad à l'occasion du travail de quantification de la production de l'atelier du Latté, à Oulches (Dieudonné-Glad 2010 : 339-343). Notons que la précision de ces estimations et la durée de l'activité sidérurgique sont assez variables d'un site à l'autre. V. Serneels note ainsi à propos de l'atelier de Montcherand que l'estimation proposée reste peu précise (Serneels 1993 : 148). C. Dubois s'appuie sur les résultats d'une seule campagne d'expérimentation (septembre 1999) et considère les chiffres obtenus à cette occasion comme « une base de calcul minimale » (Dubois 2000 : 61).

³⁷⁷ Au total, la production des ateliers des Clérimois se serait élevée à 4000 t de fer, de La Tène finale au Haut-Empire, c'est-à-dire sur une période plus longue que celle qui est considérée dans ce chapitre (Cabboï *et al.* 2007 : 54).

limitée des travaux observés pourraient inciter à relativiser la production effective de ce secteur minier.

Ces remarques soulèvent le problème posé par la quantification de la production en contexte minier. La présence récurrente d'un mobilier archéologique de la fin du II^{ème} s. ou du I^{er} s. av. n. è. associé à des travaux miniers n'est pas le gage d'une production métallique de grande ampleur. Elle illustre avant tout l'intensité de l'exploration des ressources régionales aux époques tardo-républicaine et augustéenne. Ses vecteurs doivent être recherchés dans le mouvement socio-économique plus large touchant le Languedoc occidental à cette époque, aux racines à la fois endogènes et exogènes.

2.2. Une double dynamique italienne et indigène

2.2.1. Le poids de l'élément italien

Narbonne, centre de consommation, pôle de redistribution, base d'exploration

L'élément moteur du mouvement perçu dans les zones minières languedociennes est avant tout la présence de la colonie de Narbonne. Elle connaît une croissance rapide au cours du I^{er} s. av. n. è., renforcée par une seconde déduction de colons (vétérans de la X^{ème} légion) en 46 ou 45 av. n. è. (Gayraud 1981 : 175-186). Située au carrefour de plusieurs voies de communication d'importance reliant la péninsule Ibérique, le monde méditerranéen, la Gaule interne et, au-delà, le monde atlantique, elle devient une plaque tournante du commerce régional durant la période qui nous occupe. L'époque augustéenne correspond à la phase d'apogée de cette ville portuaire (cf. p. 45). Narbonne connaît alors une rapide extension, marquée en particulier par une forte activité édilitaire (Sanchez *et al.* 2011 : 213-215). Elle occupe une position politique, administrative et culturelle de premier plan en Gaule méditerranéenne et plus largement en Méditerranée nord occidentale, en tant que capitale de la Narbonnaise. Par ailleurs, les fondations de Béziers (36-35 av. n. è.) et Carcassonne (16-15 av. n. è.) ont sans nul doute constitué deux autres stimulateurs économiques.

Centres politiques, pôles démographiques, fruit d'une dynamique romaine, ces villes sont aussi des sites de consommation et de redistribution du métal. Le cas le mieux connu est celui de Narbonne. Au-delà des besoins nécessaires à la croissance de la ville, en particulier dans le cadre de l'activité édilitaire du tournant des I^{er} s. av. n. è. et I^{er} s. de n. è., et de la présence d'ateliers de frappes de monnaies (Giard 1983), un autre témoignage du rôle de pôle de consommation joué par cette ville est la place tenue par les métiers liés au métal. Ce point avait déjà été noté par M. Gayraud à partir d'un décompte des inscriptions narbonnaises mentionnant un métier (103 inscriptions). Ceux liés au travail du métal y sont prépondérants (19)³⁷⁸. Ce dossier a été repris plus récemment par M.-L. Bonsangue, qui a focalisé son enquête

³⁷⁸ M. Gayraud dénombre les métiers d'*anularius* (fabricant de bagues), *argentarius*, *aurifex* (orfèvre), *faber aerarius*,

sur la période comprise entre la fin du I^{er} s. av. n. è. et la fin du I^{er} s. de n. è. (Bonsangue 2002). Elle aussi note le nombre élevé de métiers recensés dans la ville portuaire pour cette période (51), seulement dépassée par Rome dans ce domaine (160 professions), l'extrême spécialisation de certains d'entre eux, et, surtout, la place importante occupée par la métallurgie, notamment le travail de l'or, du fer, de l'argent et du bronze (fig. I-82 ; Bonsangue 2002 : 206-210 et 228). Des traces d'activité (déchets...) identifiées notamment dans le quartier résidentiel du Clos de la Lombarde et datées du Haut-Empire apportent un éclairage sur certains de ces métiers (travail du bronze : Sanchez *et al.* 2011 : 220).

Attestations	Métiers
<i>anular(ius)</i>	fabricant de bagues
<i>aurifex</i>	orfèvre
<i>aurifex</i>	orfèvre
<i>aurifex</i>	orfèvre
<i>faber aerar(ius)</i>	bronzier
<i>faber argent[arius]</i>	Bijoutier [travail de l'argent ?]
<i>faber limarius</i>	serrurier
<i>ferrarius*</i>	forgeron
<i>limarius</i>	serrurier
<i>limarius*</i>	serrurier
<i>limarius*</i>	serrurier
<i>va(s)clarius</i>	fabricant de vases en or et argent
Total	12
	7

Fig. I-82 : métiers attestés à Narbonne entre la fin du I^{er} s. av. n. è. et la fin du I^{er} s. de n. è. (d'après Bonsangue 2002 : 228)³⁷⁹.

Narbonne est aussi un centre de redistribution des marchandises arrivant dans son port et des productions issues de son territoire ou plus largement de l'espace gaulois (Rancoule 1985 ; Christol 2010 [2002] ; Sanchez *et al.* 2011). Dans ce port important, il n'est pas étonnant que les métiers liés au commerce et au transport occupent une place de choix dans le corpus dressé par M. Gayraud et M.-L. Bonsangue (Gayraud 1981 : 530-536 ; Bonsangue 2002 : 209-210). Au total, cinq *navicularii*, trois *mercatores* et un *negotiator* sont connus grâce aux inscriptions épigraphiques datées entre la fin du I^{er} s. av. n. è. et la fin du I^{er} s. de n. è. Ils illustrent bien la vocation commerciale de la ville.

Dans ce domaine, l'étude d'une partie des cargaisons de barres de fer identifiées dans onze épaves³⁸⁰ échouées entre le début de la période augustéenne et la fin de la période flavienne (dernier tiers du I^{er} s. av. n. è. - fin I^{er} s. de n. è.) au large des Saintes-Maries-de-la-Mer, en Camargue, a apporté une indication cruciale sur le rôle joué par Narbonne dans l'économie du métal (Long *et al.* 2002 ; Coustures *et al.* 2006 ; Pagès *et al.* 2008). L'analyse archéométrique

faber argentarius, faber limarius, ferrarius, limarius, vasclarius (fabricant de vase en or et en argent) (Gayraud 1981 : 552).

³⁷⁹ Les métiers accompagnés d'une étoile ont été restitués à partir des dessins accompagnant les inscriptions étudiés par M.-L. Bonsangue. Seuls ont été pris en compte les représentations ne posant pas de problème d'interprétation. (Bonsangue 2002 : 231).

³⁸⁰ Il s'agit des épaves SM2, SM3, SM6, SM8, SM9, SM10, SM11, SM23, SM24, SM25 et SM27 (Pagès *et al.* 2008 : 263).

de plusieurs de ces barres, dont le poids total est estimé à 500 t, a révélé l'existence de trois à quatre provenances différentes. De plus, elle a montré que certains demi-produit (barres SM2-61 et SM10-98-8 et peut-être SM9-98-50-82, de forme 4C, 1L et 2M), avaient été fabriqués à partir du fer produit dans la Montagne Noire (Coustures *et al.* 2006 : 258-259). Les estampilles apposées sur ces barres renverraient quant à elles aux fabricants des dites-barres³⁸¹. Elles désigneraient soit l'atelier de production de fer (Coustures *et al.* 2006 : 250), soit l'atelier de fabrication des demi-produits (Pagès *et al.* 2008 : 278)³⁸². Or, parmi les gentilices présents sur ces estampilles, les noms *Rutilius*, *Terentius*, *Fulvius* sont absents ou rares en Espagne, région minière importante à cette époque. En revanche, ils sont bien représentés à Narbonne, qui constitue un des principaux lieux de diffusion de ces noms en Gaule. Le nom *Afranius* est présent uniquement à Narbonne et à Vaison tandis que le nom *Falius*, inconnu en Espagne, est très rare en Gaule, où il n'apparaît qu'à Narbonne (Long *et al.* 2002 : 186-187). Les données archéométriques, les noms figurant sur les estampilles et l'agencement assez homogène de ces dernières sur les différentes barres étudiées, incitent à penser que les navires échoués au large de la Camargue se sont approvisionnés en fer dans la région de Narbonne, dans une zone de production incluant la Montagne Noire. Ces résultats, mais aussi la découverte plus ancienne d'un demi-produit du même type dans le complexe lagunaire de Gruissan, à l'extrémité de l'estuaire narbonnais (Solier 1981) corroborent l'hypothèse d'une diffusion d'une partie de ces cargaisons de fer à partir du port de Narbonne. Ce dernier apparaît dès lors comme un pôle de redistribution d'une partie du métal produit dans son arrière-pays. Faut-il inclure la zone de production des Corbières dans ce mouvement, dont l'activité semble se concentrer sur le I^{er} s. av. n. è. et le I^{er} s. de n. è. ? Si rien ne l'indique clairement pour l'heure, cette proposition appelle la mise en place d'un programme d'analyses des déchets métallurgiques et des minerais des Corbières, et la mise en perspective des résultats de ce travail avec les analyses de traçabilité du fer des barres des Saintes-Maries-de-la-Mer. Ces dernières ont effectivement révélé l'existence de deux autres sources pour ce fer, non identifiées actuellement (Coustures *et al.* 2006). Il ne serait pas étonnant que les Corbières soient l'une de ces sources³⁸³.

Enfin, Narbonne a aussi servi de point d'ancrage pour les entrepreneurs italiens cherchant à intervenir dans la région. Plusieurs indices témoignent de ce phénomène, qui s'inscrit dans un mouvement plus vaste de contrôle et de mise en valeur du territoire languedocien en grande partie soutenu par le pouvoir romain.

Des Italiens dans l'arrière-pays languedocien

La question des acteurs de la production doit être abordée à travers celle du contrôle des ressources minières. La fin du II^{ème} s. et le I^{er} s. correspondent dans ce domaine à une période charnière qui voit Rome prendre possession du Languedoc occidental et y organiser son assise

³⁸¹ Coustures *et al.* 2006 : 249-252 proposent une étude détaillée de ces estampilles, apposées selon dix systèmes d'estampillages différents.

³⁸² Deux hypothèses s'opposent : M.-P. Coustures *et al.* estiment que les barres de fer étaient mises en forme sur les ateliers de réduction. G. Pagès *et al.*, au contraire, supposent que les ateliers où étaient fabriquées les barres n'étaient pas situés sur les sites de production du fer. Ce point est abordé plus en détail p. 321.

³⁸³ Ajoutons qu'une autre zone ferrifère proche de Narbonne et active aux I^{er} s. av. n. è. et I^{er} s. de n. è., le massif du Canigou, a pu alimenter ce commerce.

politique. L'une des conséquences du contrôle exercé par Rome sur les terres languedociennes, relevant de l'*ager publicus*, est la centuriation des terres (Gayraud 1981 : 144 et 204-240 ; Chouquer 1993 ; Mauné 2000 : 248). Ce processus n'est pas sans poser des problèmes d'identification et de chronologie³⁸⁴. Quoi qu'il en soit, ces opérations d'arpentage induisant redistribution des terres et lotissement – non systématique – des colons, traduisent une volonté nette d'appréhender dans sa globalité le territoire conquis. Elles illustrent le contrôle économique et politique exercé par Rome sur la région par l'intermédiaire de la colonie narbonnaise. En particulier, si l'on suit les observations de R. Sablayrolles, le cadastre Narbonne B, pour lequel une date haute, plus proche de -118 que de -45, serait à privilégier, reflèterait par sa grande extension (jusqu'à Carcassonne voire au-delà du seuil de Naurouze), un remaniement général des terres du bassin audois. Narbonne constituerait alors « *le point d'ancrage d'une politique de contrôle d'un territoire, où les cités, au sens administratif du terme, n'existent pas* » (Sablayrolles 2002 : 323). L'extension importante du cadastre B de Narbonne, incluant un territoire englobé auparavant dans l'entité tectosage, témoignerait par ailleurs de l'effacement de cette dernière, au profit de la colonie narbonnaise, qui exercerait dès lors son contrôle sur une partie du territoire tectosage (Gorgues 2010 : 345, note 1232). Au nord, la centuriation Béziers B, réalisée dans le Biterrois entre la fin du II^{ème} s. et le milieu du I^{er} s. av. n. è., c'est-à-dire avant la fondation de la colonie *Colonia Urbs Iulia Septimanorum Baeterrensis* en 36-35 av. n. è., serait lié au souhait d'organiser l'espace conquis situé entre la cité de Narbonne, le territoire arécomiques et les monts de la bordure sud-orientale du Massif central (Clavel 1970 : 161-167 ; Mauné 2000 : 247).

Toute la difficulté est d'identifier les limites du territoire de Narbonne à la fin du II^{ème} s. et dans la première moitié du I^{er} s. av. n. è. Pour M. Gayraud, ces limites se situeraient dans la région de Bram à l'ouest, incluraient le Saint-Ponais au nord, la haute-vallée de l'Aude au sud-ouest, l'étang de Leucate et l'Agly au sud (Gayraud 1981 : 321-323 ; Sablayrolles 2002 : 323). Mais les terres centuriées n'apparaissent que dans les zones de plaines et les principales vallées pénétrant les massifs de l'arrière-pays, remontant ainsi dans les Corbières jusqu'à Talairan (Gayraud 1981 : 209 et 229-233). Si le statut des terres centuriées et concédées par l'État à la colonie ne pose dans l'ensemble guère de problèmes (Gayraud 1981 : 204-240 ; Mauné 2000 : 248), la situation est en revanche plus complexe pour les massifs de l'arrière-pays, où se concentrent les ressources minières. Dans cette optique, il convient de s'interroger sur le rôle joué par les Italiens dans ces espaces.

La présence d'immigrés italiens, distincts des colons installés en 118 av. n. è., et participant à l'exploitation économique de la Gaule transalpine à la fin de la période républicaine est illustrée en particulier par les plaidoyers de Cicéron prononcés en faveur de P.

³⁸⁴ En particulier, l'existence d'un cadastre précolonial (*Narbonne A*) envisagée par A. Pérez (Pérez 1996 : 211), a été rejetée par G. Chouquer qui fait de Narbonne A un cadastre colonial, contemporaine de la fondation de Narbonne en -118 (Chouquer 1993 : 92). Sans entrer dans les détails, notons que les terres cadastrées entre la fin du II^{ème} s. et le milieu du I^{er} s. semblent couvrir une superficie importante, de l'étang de Leucate au cours du Lirou, au nord, et de la région de Fleury à la plaine de Talairan, dans la moyenne vallée de l'Orbieu, et au cours du Clamoux, dans la vallée de l'Aude (Gayraud 1981 : 209), voire jusqu'à Castelnaudary (Sablayrolles 2002 : 323). Certains envisagent même, de manière très hypothétique, une extension des entreprises de centuration à l'ouest du seuil de Naurouze (Pérez 1996 : 87).

Quinctius et de M. Fonteius en 81 et 70 av. n. è. Dans le premier, il est question de C. Quinctius, dont P. Quinctius est l'héritier, un Italien qui a de nombreux intérêts dans cette région. Il y possède plusieurs propriétés, notamment un vaste domaine sur lequel il élève du bétail et fait cultiver des terres. Associé à Sex. Naevius, il a monté une société pour faire commerce du fruit de cette exploitation, et d'autres productions de cette région :

« *Cependant, se laissant entraîner par l'amitié qui était née de ses relations avec Naevius, Quinctius forma, comme je l'ai dit, une société relative aux produits que l'on se procurait en Gaule. Il y possédait un vaste établissement pour l'élevage du bétail et des terres fort bien cultivées et de bon rapport*³⁸⁵ ».

Ces Italiens effectuent de fréquents voyages entre la Gaule et l'Italie pour régler certaines affaires. Ils résident en Gaule, parfois durant de longues périodes pour gérer leurs activités – près d'une année dans le cas de S. Naevius et P. Quinctius (Cicéron, *Pour Quinct.* : IV, 15).

Le *Plaidoyer pour M. Fonteius* fournit quant à lui des précisions supplémentaires sur cette présence italienne, en faisant une distinction nette à deux reprises entre « *les colons romains de Narbonne* », et « *tous les citoyens romains* ». Ces derniers correspondent très vraisemblablement aux italiens venus faire des affaires en Gaule du sud sans pour autant être des colons narbonnais :

« [...] *Supposez que dans ce procès les colons romains de Narbonne, nos fidèles alliés de Marseille et tous les citoyens romains l'accablent par leurs témoignages et leurs preuves écrites* [...]»³⁸⁶.

Enfin, au terme du texte qui nous est parvenu, Cicéron fait encore une fois la distinction entre la colonie de Narbonne et les citoyens romains présents dans la Gaule Transalpine, en fournissant quelques précisions sur leurs activités :

« *Parmi les défenseurs de M. Fonteius, on trouve encore la cité de Narbonne ; récemment délivrée par lui des ennemis qui la menaçaient de près, elle se montre aujourd'hui touchée de son infortune et de ses périls. Enfin, comme il le faut dans toute guerre contre les Gaulois, comme le prescrivent les lois et les coutumes de nos ancêtres, il n'est pas de citoyen romain qui songe à alléguer un motif de dispense. Tous, dans cette province, agriculteurs, pacagers, négociants de tout espèce, n'ont qu'une seule âme et une seule voix pour défendre Fonteius*³⁸⁷ ».

Les deux textes de Cicéron montrent bien l'étendue des activités des entrepreneurs

³⁸⁵ « [...] *tamen inductus consuetudine ac familiaritate Quinctius fecit, ut dixi, societatem earum rerum, quae in Gallia comparabantur. Erat ei pecuaria res ampla et rustica sane bene culta et fructuosa* ». (Cicéron, *Pour Quinct.* : III, 12).

³⁸⁶ « [...] *si in eo iudicio colonorum populi Romani Narbonensium, fidelissimorum sociorum Massiliensium, civium Romanorum omnium testimoniis tabulisque premeretur* [...] » (Cicéron, *Pour Font.* : XV, 34).

³⁸⁷ « *Propugnat pariter pro salute M. Fonteii Narbonensis colonia, quae per hunc ipsa nuper obsidione hostium liberata nunc eiusdem miseris ac periculis commouetur. Denique ut oportet bello Gallico, ut maiorum iura moresque praescribunt, nemo est civis Romanus qui sibi ulla excusatione utendum putet. Omnes illius provinciae publicani, agricolae, pecuarii, ceteri negotiatores uno animo M. Fonteium atque una voce defendunt* » (Cicéron, *Pour Font.* : XX, 46).

italiens en Transalpine, tirant leurs richesses des revenus publics, des revenus fonciers ou agricoles, des revenus de l'élevage et de « *tout le reste* » (Christol 2010 [2004] : 61). Plusieurs documents archéologiques et épigraphiques éclairent les activités de certains d'entre eux en Languedoc occidental. Actif dans la seconde moitié du I^{er} s. av. n. è., P(ublius) Usulenus Veiento est l'un d'eux. Son groupe familial, qui possédait des terres dans la plaine audoise, est sans doute l'une de ces familles italiennes installées dans la première moitié du I^{er} s. av. n. è. en Transalpine dans le but de s'enrichir en exploitant notamment l'*ager publicus*. Veiento bénéficiait donc de revenus fonciers auxquels s'ajoutaient les revenus qu'il tirait du grand commerce, en particulier du commerce du vin catalan. Il avait été conduit, dans cette optique, à développer une activité artisanale assez importante dans le Nord-Est de la péninsule Ibérique afin de produire des amphores Pascual 1 destinées à contenir du vin léétanien, qu'il importait en Gaule (Christol, Plana Mallart 2010 [1998] : 572). Les *Usuleni* avaient su aussi développer une production artisanale sur l'un de leurs domaines, situé dans la région de Moux, au pied de la montagne d'Alaric et à une trentaine de kilomètres de Narbonne. C'est du moins ce que semble démontrer une inscription découverte sur un sanctuaire rural établi à la Font de Comigne, au sud du village de Moux (CIL XII : 5370).

T(itus) Valerius C(ai) filius Senecio / P(ublius) Usulenus Veientonis l(ibertus) / Phileros / T(itus) Alfidius T(iti) l(ibertus) Stabilio / M(arcus) Usulenus M(arci) l(ibertus) Charito / magistri pagi, ex redivitu fani, / Larrasoni cellas faciund(as) / curaverunt idemque probaverunt.

Elle mentionne deux affranchis des *Usuleni*, P(ublius) Usulenus Veientonis l(ibertus) Phileros et M(arcus) Usulenus M(arci) l(ibertus) Charito, tous deux *magistri* du pagus. Or, le patron du second nommé, M. Usulenus, proche de P(ublius) Usulenus Veiento si l'on en croit le rôle tenu par leurs affranchis respectifs dans le pagus de Moux, paraît avoir mis en place sur un domaine de ce secteur un atelier de potier. C'est du moins ce que semble indiquer la découverte de tuiles portant l'estampille *M. VSVL* recueillies sur des sites ruraux datés de la seconde moitié du I^{er} s. av. n. è. localisés à Moux et à 4,5 km de là, à Douzens (Christol, Fédière 1999 : 95-97 ; Christol 2010 [2000] : 449-459).

Il apparaît avec cet exemple que les grandes familles narbonnaises impliquées dans le grand commerce ont une activité diversifiée, incluant la possession de grands domaines fonciers dans l'arrière-pays narbonnais. Sur ceux-ci ou à proximité, elles développent des activités artisanales selon un schéma proche du système italique (Sanchez 2003 : 903). Ces situations rejoignent ainsi l'exemple fourni par C. Quinctus et Sex. Naevius cité en introduction. Elles illustrent la diversité des sources de revenus, agricoles et non agricoles, des membres de l'élite italienne (Andreau 2004 : 75-76). Elles y tiennent par ailleurs un rôle socio-politique de premier plan dans cet arrière-pays, si l'on en croit la place tenue par leurs affranchis, *magistri* du pagus de Moux. Ce cas ne semble pas exceptionnel en Languedoc occidental. D'autres inscriptions sur *tegulae* découvertes dans la région de Boutenac, au nord des Corbières, montrent qu'un certain Orfius, portant lui aussi un gentilice italien, possédait dans ce secteur proche de la plaine audoise un domaine foncier et un atelier de tuilier durant la seconde moitié du I^{er} s. av. n. è. (Sabrié, Sabrié 1992 ; Christol, Fédière 1999 : 97-98). Spéculative et tournée vers la recherche de profit, l'activité de ces familles implantées à Narbonne et dans sa région se distingue de l'activité

des colons, dont les lots ne permettaient guère ce type de pratique (Christol 2010 [2004] : 60).

Un dernier témoignage d'une présence italienne précoce en dehors de la colonie narbonnaise est apporté par les découvertes réalisées sur l'atelier de potier de Saint-Jean-des-Sources, à Magalas, à la limite des côteaux du Biterrois et des monts de Faugère. Datée entre le dernier quart du II^{ème} s. et le milieu du I^{er} s. av. n. è., c'est à dire avant la création de la colonie de Béziers, son activité serait le fait d'artisans italiens immigrés si l'on suit l'hypothèse de S. Mauné et C. Sanchez (Mauné, Sanchez 1999 : 140-142). Le statut des occupants du site n'est cependant pas clairement déterminé. Ce site trouve un écho dans le Gard avec l'atelier d'artisans siciliotes établis sur l'oppidum indigène de Brignon dans la première moitié du I^{er} s. (Soucq 1994 : 88 ; Mauné, Sanchez 1999 : 137).

Le monde de la mine fournit d'autres témoignages illustrant l'ampleur de la pénétration italienne en Languedoc occidental. Elles apportent un éclairage sur les modalités d'exploitation des ressources minières régionales.

Les interventions italiennes dans les zones minières : de la puissante societas à la « petite » entreprise individuelle

Les légendes figurant sur les tessères découvertes sur le site de Lascours incitent à identifier une *Societas Argentifodinarum Rotenorum*, une société des Mines d'Argent Rutènes. Celle-ci est active dans les monts d'Orb dès le début du I^{er} s. av. n. è. et peut-être avant, d'après la datation proposée pour la tessère du type 6 (cf. p. 101 ; Gourdiolle, Landes 1998a : 61). Ces informations apportent un éclairage singulier sur le site de Lascours. Celui-ci, par sa chronologie haute, sa situation très enclavée dans la haute vallée de l'Orb, à près de 70 km de Narbonne, l'influence italienne nettement visible dans le matériel utilisé sur le site (meules de type pompéien produites dans la région d'Orvieto, Italie), le faciès céramique (importance quantitative de la céramique importée) et les éléments architectoniques (chapiteau toscan, toitures en *tegulae*, établissement thermal), dénotent en effet quelque peu dans le contexte régional du tournant des II^{ème} et I^{er} s. av. n. è. Tous ces indices incitent R. Gourdiolle et C. Landes et à leur suite S. Mauné, à identifier l'installation d'Italiens dans l'agglomération (Gourdiolle, Landes 1998a : 59-60 ; Mauné 2000 : 251-252). La découverte de graffiti latins sur de la céramique non tournée à panse peignée recueillie sur le site minier de Bournac tendrait à confirmer cette présence italienne (Gourdiolle, Landes 1998b : 22-23 ; Mauné 2000 : 252).

Cette dernière doit être associée à l'existence, dans le même secteur, de la Société des Mines d'Argent Rutène, pour laquelle le site de Lascours a très vraisemblablement constitué un point d'ancrage important, peut-être son quartier général. Cette société était-elle la seule à intervenir dans ce secteur ? Sur l'une des tessères recueillie à Lascours figure la légende *SS. G. Barruol* et R. Gourdiolle la développent en *S(societas) S(egodunensis)*, qu'ils rapprochent de *Segodunum*, l'actuel Rodez. Si l'identification du premier terme est clairement admise et se retrouve dans de nombreux noms de société (Rico 2010 : 397), la deuxième initiale est en revanche plus problématique, incitant à rester prudent quant à son développement. Quoi qu'il en soit, la légende *SS* semble renvoyer à une *societas* distincte de la *Societas Argentifodinarum Rotenorum*. Or, sur la même tessère figure au revers la légende *SOC(...)* *ARC(...)*. Il y a tout lieu de penser que le second terme vaudrait pour *ARG(...)*, qu'il faudrait développer en

argentariarum ou *argentofodinae* par rapprochement avec les légendes figurant sur les autres tessères de Lascours. Il est difficile de voir là le nom de la *Societas Argentifodinarum Rotenensium*, qui impliquerait une association entre deux *societates*, situation inédite dans le monde romain³⁸⁸. A vrai dire, il semble au contraire que les légendes des deux faces de la tessère désignent la même *societas*, en l'occurrence une société minière distincte de la Société des Mines d'Argent Rutènes, vraisemblablement versée elle aussi dans l'exploitation des gisements d'argent de la haute vallée de l'Orb ou des zones minéralisées limitrophes.

L'existence de *societates* italiennes aux commandes de l'activité minière est un phénomène particulièrement important à l'époque républicaine dans le monde romain. Ces structures de droit privé sont nommées aussi « sociétés anonymes » par les historiens car leur nom reprend celui du lieu où elles interviennent, ou du métal qu'elles produisent, voire les deux, et non pas le nom de l'exploitant (Rico 2010 : 297-398). Ces sociétés anonymes, économiquement puissantes, exploitaient les gisements à ferme et payaient l'impôt – le *vectigal* – à l'État Romain (dans le cas d'une exploitation sur l'*ager publicus*). Ce type de société ne doit plus être confondu avec les compagnies de publicains, si l'on suit en cela la thèse d'A. Mateo (Mateo 2001 : 35-41), acceptée par C. Domergue et J. Andreau (Domergue 2004b : 222-226 ; Andreau 2010 : 119). Ces compagnies ont certes pu jouer un rôle, ponctuellement, dans l'exploitation des ressources minières des territoires conquis (voir le cas des mines d'or de *Victumulae*, près de Vercelli, chez les Salasses : Domergue 2004b : 223-224). Néanmoins, elles étaient avant tout chargées de la levée des impôts sur les mines au bénéfice de l'État, tout en se servant allègrement au passage.

Des éléments de comparaison sont bien connus en péninsule Ibérique, où une longue liste de noms de sociétés minières peut être dressée, dans laquelle figure notamment la *societas argentariarum fodinarum Montis Ilucronensis Galena* connue à la fois par une inscription figurant sur un lingot de plomb découvert dans le Tibre à Rome³⁸⁹ et par des lingots estampillés *Societ(as) Mont(is) Argent(ar)ii Ilucr(onensis)* découverts dans le district minier de Mazarron, près de Carthagène, en Espagne (Domergue 2008 : 194 ; Antolinos Marín, Diaz Ariño 2012 : 36-39). Certaines de ces *societates* ibériques sont connues elles aussi grâce à des tessères en plomb recueillies sur des sites métallurgiques, à l'image des tessères portant la légende *S.C.* trouvées lors de la fouille des fonderies du Cerro del Plomo ou de Fuente Espí de la *societas Castulonensis*. Développée en *S(societas) C(astulonensis)*, cette légende désigne l'une des sociétés minières les plus puissantes du sud de l'Espagne à l'époque républicaine (Domergue 1971 : 294-295 et 357 ; Arboledas Martínez 2010 : 136-138). Datées de la première moitié du I^{er} s. av. n. è., ces tessères sont très certainement contemporaines des éléments découverts à Lascours.

L'activité de la Société des Mines d'Argent Rutènes s'inscrit dans ce vaste mouvement. Il s'agissait vraisemblablement d'une société assez puissante, capable de mobiliser les moyens techniques et financiers nécessaires à l'importation d'équipements lourds – meules pompéiennes – venus de l'Italie et à l'implantation d'un habitat de qualité conçu à l'italienne, incluant notamment des thermes, aux confins de la Transalpine. Dans la mesure où c'est la seule (ou une des deux seules) société(s) connue(s) dans la haute vallée de l'Orb, on peut supposer qu'elle avait pris en charge plusieurs mines du secteur. Cette situation est connue en

³⁸⁸ Ce passage a bénéficié des remarques de C. Rico (MCF - TRACES UMR 5608).

³⁸⁹ SOC. ARGENT. FOD. MONT. ILUCR (*CIL* XV : 7916).

péninsule Ibérique. La *societas Castulomensis* exploitait ainsi plusieurs mines et établissements métallurgiques dans la Sierra Morena (mines d'El Centenillo, Santa-Elena, La Carolina, Baños de la Encina...) (Arboledas Martínez 2010 : 137 ; Arboledas *et al.* 2011 ; Gutiérrez Soler 2012 : 112). La *societas argentariarum Montis Ilucronensis* s'activait quant à elle sur une série de gisements du secteur minier de Mazarrón, à l'ouest de Cartagène (Antolinos Marín, Diaz Ariño 2012). Le nom de la Société des Mines d'Argent Rutènes traduirait peut-être un contrôle de l'ensemble des mines situées sur le territoire des Rutènes provinciaux intégré à la sphère politique romaine entre la fin du II^{ème} s. av. n. è. et le milieu du I^{er} s. de n. è.

Qu'en est-il dans les autres zones de production ? Au cours de la première période d'activité du centre métallurgique du domaine des Forges, entre 60 et 30 av. n. è., une centaine d'hommes au minimum, accompagnés sans doute de leurs familles, aurait vécu aux abords du centre, formant une véritable communauté au cœur du massif de la Montagne Noire (Decombeix *et al.* 2000 : 35). La combinaison d'un ensemble de critères, en particulier l'usage d'amphores à vin et d'une vaisselle caractéristique, une large ouverture aux importations, un régime alimentaire propre au domaine italien et la présence de graffiti en lettres latines sur des vases, tendrait à caractériser un cadre culturel italianisé. Toutefois, cette population du domaine des Forges, en grande partie acculturée ou originaire de la péninsule Italienne, n'en demeurerait pas moins intégrée au tissu local ou accueillait des éléments indigènes, comme en témoigne par exemple la présence d'un mobilier de tradition régionale (Gorgues 1998 : 109 ; Domergue *et al.* 2003b : 244). La question de l'identité des hommes travaillant au domaine des Forges invite à s'interroger sur celle des gestionnaires de l'activité. Un parallèle intéressant peut être tracé avec le village de Lascours, dans la haute vallée de l'Orb. Faut-il envisager l'existence d'une société minière italienne puissante similaire à la Société des Mines d'Argent Rutènes ? La présence d'Italiens dans le bassin supérieur de la Dure, l'importation d'un matériel lourd d'origine italique – meules pompéiennes en phonolithe téphritique à leucite provenant de la région de Orvieto (Italie) – et l'organisation rationnelle des ateliers pourraient en être l'indice. De telles observations ont été réalisées par ailleurs sur d'autres sites de la région, notamment sur l'atelier de Laprade-Basse. Chronologiquement, la présence d'une ou plusieurs *societas/societates* anonymes à la tête de ces grands complexes sidérurgiques n'est pas aberrante, ces structures étant encore actives dans la péninsule Ibérique à l'époque augustéenne (Domergue *et al.* 2003b : 244 ; Rico 2010 : 398-399).

Ailleurs, nous ne disposons d'aucun document désignant clairement une présence italienne, encore moins une société anonyme. Au vu de l'ampleur du mouvement exploratoire observé dans le secteur du Sarrat de Germa et à la mine des Barrencs, on peut toutefois s'interroger sur l'identité des promoteurs de l'activité. Aux Barrencs, il n'est pas exclu qu'une entité économiquement solide employant une main d'œuvre abondante a tenté de reprendre l'exploitation du gisement, si l'on en juge par la répartition et l'amplitude des indices d'occupation autour des travaux de surface. Mais c'est là relier un peu trop facilement des données matérielles à vrai dire peu significatives en elles-mêmes à une identité et un statut juridique. La seule présence d'un abondant mobilier d'importation sur le site³⁹⁰ n'est pas non

³⁹⁰ Ce sont essentiellement des amphores vinaires gréco-italiques tardives et Dressel 1A, accompagnées de rares fragments de céramiques campaniennes A, de céramiques de tradition gauloise, et de céramiques ibériques de type *sombrero de copa*.

plus un critère discriminant témoignant de pratiques typiquement italiennes dans ce cas précis, tant le matériel est assez caractéristique des sites d'habitat indigène de cette époque, tel que l'agglomération de La Lagaste (Rancoule 1999). Le vaisselier, d'ailleurs trop peu représenté pour permettre de caractériser les pratiques culinaires, serait avant tout susceptible d'éclairer les processus d'acculturation, plus particulièrement d'intégration de supports de pratiques culinaires dans un vaisselier préexistant, plutôt que l'identité des usagers de cette vaisselle (Gorgues 2010 : 419-431). D'ailleurs, aucun graffito latin n'a pour l'heure été découvert sur ce site.

Une remarque similaire peut être formulée au sujet des zones d'exploitation des gisements non-ferreux des Corbières. Le caractère systématique des recherches minières identifiées dans le Sarrat de Germa pourrait être le résultat de l'intervention d'une entité bien organisée. Néanmoins, nous ne disposons d'aucun témoignage direct de la présence d'une telle structure et d'éléments allogènes. Dans le cas du fer des Corbières, le constat est similaire. Le phénomène de concentration de la production envisagé à l'époque augustéenne ne traduit pas clairement une intervention italienne similaire à celles qui ont pu être envisagées dans la haute vallée de l'Orb ou dans le bassin supérieur de la Dure.

Le modèle de la puissante *societas* anonyme n'a pas été exclusif. Outre ces sociétés, pouvaient intervenir des entrepreneurs privés travaillant seuls ou associés à une autre personne, généralement un membre de la même famille, plus rarement une personne extérieure, en sociétés individuelles – dites ordinaires – elles aussi de droit privé (Domergue 1990 : 269-270 ; Orejas 2005 : 63 ; Domergue 2008 : 193 ; Rico 2010 : 396). Rien ne les distingue, d'un point de vue juridique, des sociétés anonymes. Elles exploitent les mines à ferme et payent elles aussi le *vectigal* à l'État Romain (dans le cas d'une exploitation sur l'*ager publicus*), dans les mêmes conditions que les précédentes (Domergue 2004b : 226 ; 2008 : 193-195). C'est leur assise économique, vraisemblablement plus limitée, qui semble faire la différence, et qui impacte donc sur les moyens techniques et humains qu'elles peuvent mettre en œuvre. Ces sociétés ordinaires constituent dans la péninsule Ibérique la seconde grande catégorie d'entreprises minières à la fin de la période républicaine. Elles peuvent être identifiées non pas par le nom du lieu de production ou du métal produit mais par le nom des exploitants apposés sur les lingots, tels que les *Aquinii*, les *Atelli*, les *Turulli* ou les *Planii*, intervenant sur les gisements de plomb-argent de la région de Cartagène. Ce type de structure est attesté à la fin du II^{ème} s. et durant le I^{er} s. av. n. è. dans cette zone de production, où l'activité est morcelée dans un premier temps en de nombreuses entreprises individuelles (Domergue 1965 ; Orejas 2005 : 62-63 ; Rico 2010 : 396-397 et 408)

Dans le contexte économique de la période tardo-républicaine, l'intervention d'entrepreneurs italiens, seuls ou organisés en *societates* ordinaires, dans l'exploitation de ces gisements peut être clairement envisagée. La pénétration en profondeur d'immigrés italiens dans les massifs de l'arrière-pays est démontré dans le cas de la haute vallée de l'Orb – où il semble s'agir toutefois d'une compagnie puissante – mais aussi par l'épithète découverte à Villemagne-l'Argentière, dans la vallée de la Mare (AE 1986 : n°470).

[...]ereii[...] / [...], T(it)i f(ilius) Pol(lia tribu), Titus [...].

Daté de la période comprise entre l'époque de Sylla et la fin de la République, mais vraisemblablement antérieur à l'époque césarienne, ce document, particulièrement rare dans l'arrière-pays languedocien³⁹¹, mentionne un personnage rattaché à la tribu *PolLIA*, c'est à dire celle des colons de la première déduction de Narbonne (Bellan, Christol 1986). S. Mauné suppose que ce citoyen romain, dont le nom est perdu, est venu s'installer ou fonder un domaine rural dans la région (Mauné 2000 : 252). Or, la vallée de la Mare, située à une vingtaine de kilomètres au sud du secteur minier des monts d'Orb, abrite de nombreux gisements de cuivre, plomb et argent (cf. p. 29). Une découverte isolée incite d'ailleurs à envisager une mise en valeur de ces gisements à l'époque tardo-républicaine (Gourdiolle 1989 : 13). L'hypothèse d'un lien entre la présence d'un Italien dans ce secteur et l'exploitation de ces dépôts peut donc être envisagée.

Pour une période postérieure (seconde moitié du I^{er} s. av. n. è.), un autre exemple de pénétration d'entrepreneurs italiens dans l'arrière-pays languedocien est fourni par les *tegulae* portant l'inscription *Q. ANCH*. Celles-ci ont été retrouvées en plusieurs points du Languedoc occidental, notamment à Quarante, dans l'Hérault, et à Sigean, où le nom *Q. Ancharis* figure aussi sur une mosaïque. En outre, six *tegulae* portant cette inscription ont été identifiées sur un atelier de potier-tuilier d'époque augustéenne découvert sur la commune d'Albas, dans les Corbières centrales (atelier d'Al Fraïssé), et sur un habitat rural voisin (1,5-2 km) occupé du début du I^{er} s. av. n. è. au VI^{ème} s. (Pauc, Pauc 1998 : 121-122). Cette marque correspond au nom de Quintus Ancharius, porté par plusieurs Narbonnais, dont un personnage inscrit lui aussi dans la tribu *PolLIA*, mort à 23 ans au milieu du I^{er} s. av. n. è. et ayant servi dans une aile de cavalerie à l'époque des Guerres Civiles³⁹² (Gayraud 1981 : 150, 413, 463-464). Appartenant à un membre d'une famille arrivée très tôt en Languedoc (déduction narbonnaise de 118 av. n. è.), cet atelier illustre les intérêts économiques de cette dernière dans une région assez éloignée de Narbonne, en plein cœur des Corbières minières, à moins de 5 km de la principale zone de production de fer du massif à l'époque augustéenne. Dès lors, une question se pose : l'activité de cette famille s'est-elle limitée à la production de tuiles ?

On peut en effet se demander si au sein des familles ayant des intérêts économiques importants en Languedoc ne figurent pas des personnages intervenant dans la mise en valeur des ressources de l'arrière-pays languedocien selon la procédure classique de l'*occupatio*, basée sur le principe de la libre occupation du domaine minier public moyennant déclaration auprès du gouverneur de la province et paiement d'une redevance sur le produit de la mine (Mateo 2001 : 62-65 ; Domergue 2004b : 223 ; Rico 2010 : 405). Ces interventions constitueraient une autre illustration de la diversité des activités de cette élite économique, dont on a vu qu'ils pouvaient accumuler plusieurs types de revenus en Transalpine, et qui, comme le note S. Mauné, ont sans doute adapté leurs activités « *aux conditions naturelles et aux possibilités économiques locales* » (Mauné 2000 : 248)³⁹³. Cette hypothèse pourrait être confortée par les estampilles apposées sur les

³⁹¹ Ainsi, la carte des inscriptions et bornes milliaires gallo-romaines découvertes avant 2009 dans l'Aude, proposée par M. Passelac, montre la grande rareté des inscriptions identifiées dans les massifs audois, ceci, malgré la proximité de Narbonne (Passelac 2009 : 101).

³⁹² *Q. Anchari(us) / C(aii) f(ilius), Pol(lia), / Narbone(n)s(is), eques / evocatus, annor(um) / nat(us) (viginti trium), ala(e) / Scaevae* (CIL X : 6011).

³⁹³ Faut-il envisager un lien entre ces hommes d'affaires ou ces familles plus ou moins puissantes et celles à l'œuvre dans la péninsule Ibérique voisine ? Ce phénomène a été envisagé par M.-L. Bonsangue au sujet du

barres de fer transportées par les épaves des Saintes-Maries-de-la-Mer, dont une partie, nous l'avons dit plus haut, provient de la Montagne Noire. Ces noms sont vraisemblablement ceux des fabricants des barres, propriétaires de ces dernières (Long *et al.* 2002 : 181 ; Coustures *et al.* 2006), à l'image des noms inscrits sur les lingots de plomb ibériques par exemple. Dès lors, deux hypothèses peuvent être formulées pour préciser le rôle de ces personnages.

Si l'on considère que les barres de fer ont été fabriquées sur les lieux de production du métal, il est tentant de faire d'une partie des personnages dont le nom figure sur les barres les producteurs du métal en question. Ce cas de figure peut être envisagé au domaine des Forges, où plusieurs foyers d'épuration ont vraisemblablement été aménagés dans ce but. Ils sont spatialement et économiquement associés à l'activité de réduction. Leur forme très allongée semblerait adaptée à l'élaboration d'un demi-produit, rappelant les barres de fer identifiées dans les épaves des Saintes-Maries-de-la-Mer (Jarrier *et al.* 1995 ; Fabre 2004c). Nous avons vu que plusieurs noms figurant sur ces barres nous mènent dans la région de Narbonne (*Rutilius*, *Terentius*, *Fulvius*, *Afranius* : Gayraud 1981 : 415-449 ; Long *et al.* 2002 : 186-187). Si l'hypothèse émise ci-dessus s'avère juste, il est tentant de voir parmi ces personnages des entrepreneurs qui, tels les propriétaires de domaines et d'ateliers de tuiliers de l'arrière-pays narbonnais et à l'image des *societates* ordinaires intervenant dans la péninsule Ibérique, ont investi dans l'exploitation des gisements de fer languedociens, notamment dans la Montagne Noire.

La seconde hypothèse tient compte de la circulation possible de loupes de fer ou des masses de fer partiellement épurées durant l'Antiquité (Dowald 1994 : 333 ; Berranger, Fluzin 2007 ; Fabre, Coustures 2005 : 312-313). Des éléments de ce type datés des II^{ème} et III^{ème} s. ont été d'ailleurs découverts récemment dans le port antique de Narbonne (Pagès *et al.* 2011b), apportant une nouvelle illustration du commerce de ces masses de métal partiellement épuré en pleine période impériale. G. Pagès a supposé récemment l'existence d'ateliers spécialisés dans la fabrication de demi-produits, déconnectés spatialement et techniquement des ateliers de réduction. Il s'appuie en particulier sur l'analyse chimique de plusieurs demi-produits des épaves des Saintes-Maries-de-la Mer (notamment 1L SM10.2 et 4L SM24.2), constitués de loupes d'origines distinctes selon lui³⁹⁴ (Pagès *et al.* 2008 : 277-278 ; Pagès *et al.* 2011a : 1247). Dès lors,

plomb de Cartagène produit par les *Planii* (Bonsangue 2006 : 19-26), qui auraient disposé à ses yeux d'un relais commercial à Narbonne. Mais les arguments ne sont pas tout à fait convaincants : la simple présence d'un lingot de plomb espagnol dans une cargaison d'épave échouée au large d'Agde et l'existence de plusieurs *Planii* à Narbonne ne prouvent pas l'existence d'un tel relais dans cette ville. Quant à supposer l'exploitation par les *Planii* de Narbonne des gisements du Languedoc occidental au prétexte que d'autres *Planii* exploitent ceux de la Sierra de Cartagène (Clavel 1970 : 454), c'est une hypothèse impossible à démontrer pour l'heure.

³⁹⁴ Les groupes de loupes composant ces barres de fer ont été définis en particulier à partir des analyses chimiques réalisées sur chacune des loupes identifiées (dosage des éléments chimiques majeurs constituant les micro-inclusions piégées dans le métal), en considérant certains composés chimiques des micro-inclusions piégées dans le métal comme la signature du système de réduction ayant produit ce fer, et en tenant compte des teneurs en phosphore et en manganèse de ces mêmes inclusions. Ce sont les teneurs moyennes pondérées en P₂O₅ et MnO et le rapport %_{mass}MgO*/%_{mass}Al₂O₃* qui ont été utilisées pour identifier des groupes de loupes distincts (Pagès *et al.* 2008 : 270-273). Chaque groupe est défini par une teneur caractéristique pouvant traduire une provenance. Dans le cas du demi-produit SM24.2, de type 4L, une loupe affiche une teneur élevée en phosphore et une seconde loupe présente une teneur élevée en manganèse. Une troisième loupe ne présente pas de teneurs dominantes caractéristiques. Deux autres loupes affichent une teneur en manganèse jugée moyenne. Selon G. Pagès, les trois premières loupes auraient été fabriquées à partir de trois minerais distincts (Pagès *et al.* 2008 : 275-276 ; Pagès *et al.* 2011a : 1246-1248).

les estampilles présentes sur les barres et donc les noms qui leur sont associés, apposées dans les fabriques de demi-produit, ne renverraient pas forcément aux centres de production du fer mais aux fabriques en question. Toutefois, l'existence de tels établissements semble peu documentée en Narbonnaise³⁹⁵. En outre, quand bien même les estampilles se réfèreraient aux fabriques, on peut s'interroger sur l'identité des personnages dont le nom figure sur les estampilles. Ne serait-il pas surprenant que des entrepreneurs ayant investi dans des sites aux modes de production du fer rationalisés, très bien organisés, tendant vers une production de masse alimentant les grands courants d'échanges de l'Occident romain, n'aient pas cherché à s'assurer la maîtrise de l'épuration du fer produit et sa mise en forme en demi-produits standardisés, en l'occurrence les barres de fer. L'épuration, étape essentielle, est susceptible d'apporter une forte valeur ajoutée à leur production. A vrai dire, même si le débat entourant ces barres n'est pas clos, la situation inverse nous semble difficilement concevable, dans le cas du mode de production spécifique – proto-industriel³⁹⁶ – qui fut celui des grands centres sidérurgiques de la Montagne Noire.

On ne peut bien évidemment invoquer un déterminisme quelconque dans les modalités d'exploitation des gisements. Néanmoins, les dépôts somme toute assez réduits présents dans l'arrière-pays narbonnais n'ont sans doute pas suscité systématiquement l'intervention de *societates* anonymes puissantes similaires à la société des mines d'argent rutènes. *A contrario*, les hommes d'affaire italiens dont les activités pouvaient les inciter à s'enfoncer à l'intérieur des terres, au-delà du territoire de la colonie narbonnaise, ont pu saisir l'intérêt économique que représentaient les gisements miniers de l'arrière-pays languedocien, peu éloignés de leurs domaines³⁹⁷ et de la colonie narbonnaise. Aucun épisode militaire ne montre d'ailleurs durant la période qui nous occupe que les conditions de sécurité n'étaient pas réunies, excepté peut-être sur la bordure sud-orientale du Massif central. Cette région se situe en effet en limite du territoire des Rutènes indépendants, qui posèrent de sérieux problèmes à César lors de la Guerre des Gaules. Ils menacèrent en particulier Narbonne en 52 av. n. è. incitant César à intervenir :

« Cependant Luctérios le Cadurque, qui avait été envoyé chez les Rutènes, les gagne aux Arvernes. Il pousse chez les Nitiobroges et chez les Gabales, reçoit de chaque peuple des otages, et ayant réuni une forte troupe, entreprend d'envahir la Province, en direction de Narbonne. A cette nouvelle, César pensa qu'il devait, de préférence à tout autre plan, partir pour Narbonne. Il arrive, il rassure les courages ébranlés, place des détachements chez les Rutènes de la province, chez les Volques Arécomiques, chez les Tolosates et autour de Narbonne, toutes régions qui confinaient au territoire ennemi ; il ordonne qu'une partie des troupes de la Province et les renforts qu'il a amenés d'Italie se concentrent chez les Helviens, qui touchent

³⁹⁵ G. Pagès n'identifie qu'un seul atelier de ce type (L'Auribelle-Basse, Pézenas, 34 ; Pagès 2008 : I, 162-171 et 248).

³⁹⁶ Pour une définition de ce mode de production, cf. p. 94.

³⁹⁷ Moux et Boutenac, cités plus haut, se trouvent ainsi à une vingtaine de kilomètres du massif primaire de Mouthoumet, où se concentrent les gisements miniers des Corbières, facilement accessibles depuis les deux villages ci-dessus via la vallée de l'Orbieu et la vallée de la Nielle.

aux Arvernes³⁹⁸ ».

La situation politique de ce secteur sensible qu'est la bordure sud-orientale du Massif central pourrait expliquer en partie – avec sa richesse en gisements miniers – la présence d'une ou de plusieurs *societates* anonymes, dans la haute vallée de l'Orb, en limite du territoire des Rutènes restés indépendants (cf. p. 45) selon un schéma observé par ailleurs dans la Sierra Morena. Dans cette région, le contexte politique et l'éloignement des zones bien contrôlées par Rome semblent en effet à l'origine de l'intervention de sociétés anonymes plutôt que d'entreprises de particuliers. Les premières étaient certainement mieux armées pour opérer dans ces secteurs miniers très vastes, pas très sûrs, mais néanmoins très riches, qui permettaient une exploitation en grand, nécessitant d'importants moyens (Rico 2010 : 408).

C'est là s'avancer très loin dans l'hypothétique. Cependant, il n'a sans doute pas existé un seul modèle d'exploitation. Comme le montre la situation socio-juridique des mines de la péninsule Ibérique, nettement mieux connue, la mise en valeur des ressources minières a pu suivre des schémas pluriformes entre la fin du II^{ème} s. et la période augustéenne. L'ensemble des étapes menant du minerai au métal n'était pas forcément aux mains des mêmes personnes ou entités. Dans un tout autre contexte économique et politique il est vrai, cette partition des tâches était une réalité dans la zone de production d'argent du Laurion au IV^{ème} s. av. n. è., où les concessionnaires des mines n'étaient pas forcément les propriétaires des *ergastèria* (ateliers de préparation des minerais) et des ateliers métallurgiques (Domergue 2008 : 186-187). Elle a été envisagée par ailleurs dans la Sierra de Carthagène (Rico 2010 : 403-404). En Languedoc occidental, aucun élément ne permet toutefois d'établir clairement une distinction entre l'extraction et la production du métal.

Qui plus est, il faut sans doute envisager une évolution dans le processus de mise en valeur des ressources minières entre la fin du II^{ème} s. av. n. è. et la période augustéenne, en lien avec l'évolution des cadres politiques et administratifs de la région. La création des cités de Béziers et de Carassonne, respectivement en 36-35 et 16-15 av. n. è. n'a peut-être pas été sans conséquence sur la production métallique de l'arrière-pays. Les changements perçus dans la production de fer de la Montagne Noire durant la seconde moitié du I^{er} s. av. n. è. pourraient en être l'illustration, une grande partie de la zone où se concentrent les sites de réduction intégrant vraisemblablement à partir de cette époque la cité de Carcassonne. Il a pu exister par ailleurs des mines privées, aux mains de particuliers, à vrai dire très mal connues (Domergue 2008 : 190-192).

Enfin, les hommes d'affaires italiens et les *societates* puissantes n'ont peut-être pas été les seuls éléments allogènes tentés par les gisements du Languedoc. Il faut songer à des intervenants plus modestes, immigrés à la recherche de nouvelles opportunités, colons, éventuellement, à qui l'exploitation de la terre ne suffisait pas, attirés par les perspectives offertes par les gisements de l'arrière-pays, si tant est qu'ils aient eu les moyens techniques ou

³⁹⁸ « *Interim Lucretius Cadurcus in Rutenos missus eam civitatem Aruernis conciliat. Progressus in Nitiobrogos et Gabalos ab utrisque obsides accipit et magna coacta manu in prouinciam Narbonem uersus eruptionem facere contendit. Qua re nuntiata Caesar omnibus consiliis anteuertendum existimauit, ut Narbonem proficisceretur. Eo cum uenisset, timentes confirmat, praesidia in Rutenis prouincialibus, Volcis Arecomicis, Tolosatibus circumque Narbonem, quae loca hostibus erant finitima, constituit ; partem copiarum ex prouinciam supplementumque, quod ex Italia adduxerat, in Heluios, qui fines Aruernorum contingunt, conuenire iubet* » (Jules César, *Guer. Gaul.* : VII, 7).

financiers de les exploiter. Cela supposerait une partition de l'activité en fonction des gisements, des techniques d'exploitation à mettre en oeuvre, des métaux produits et des débouchés³⁹⁹.

2.2.2. Une dynamique indigène

Quelle a été la place des indigènes dans cette évolution ? Cette question en soulève d'autres, concernant notamment le statut politique des massifs de l'arrière-pays et plus généralement des rapports entre le pouvoir romain, les Italiens immigrés ou faisant des affaires dans la région et les indigènes présents dans ces espaces.

Des acteurs indigènes dans la production métallique

Nous entrons là sur un terrain délicat, tant il est difficile de distinguer l'origine des travailleurs. Ceci, pour deux raisons : d'une part la rareté des éléments de la culture matérielle des travailleurs retrouvés sur les sites miniers ou métallurgiques, d'autre part les phénomènes d'acculturation des populations indigènes au cours du I^{er} s. av. n. è., qui s'avèrent particulièrement complexes et deviennent plus profonds à mesure que l'on s'avance dans ce siècle. En outre, le risque est de considérer les populations indigènes et italiennes comme deux blocs monolithiques bien distincts. D'autres facteurs d'ordre culturel, économique voire géographique rendent difficile la caractérisation de l'origine des acteurs de l'activité, en particulier les modalités d'approvisionnement des différents secteurs miniers en produits régionaux ou importés et le milieu socio-culturel auquel appartiennent les individus. Ainsi, la culture matérielle des couches populaires immigrées était sans aucun doute plus proche de celle de leur pendant indigène qu'elle ne l'était de celle de l'élite indigène. Ces distinctions sont très difficiles à déterminer. Dès lors, tout particulièrement en milieu rural, différencier un colon pauvre d'un indigène pauvre s'avère généralement impossible à partir du seul mobilier céramique (Sanchez 2003 : 917-918). Un autre écueil à éviter, et non des moindres, est de considérer systématiquement les indigènes intervenant dans le monde de la mine comme une force de travail peu qualifiée et largement asservie (Pagès 2008 : I, 248). Les modes d'intervention de ces populations dominées par Rome sont en réalité complexes et évolutifs dans le temps⁴⁰⁰. Ils ne passent pas forcément par la servitude, comme l'illustrent notamment plusieurs cas de figure reconnus dans la péninsule Ibérique à l'époque républicaine et au début du Haut-Empire, en particulier dans les mines d'or du Nord-Ouest (Domergue 1990 : 335-351 ; Sánchez Palencia, Orejas 2012 : 268-272).

Quelques éléments permettent tout de même de réfléchir sur la place des indigènes dans cette activité. Dans ce domaine, les données les plus précises proviennent du site des Martyrs. Nous avons vu que l'étude du mobilier archéologique recueilli en fouille a montré l'existence

³⁹⁹ A quoi s'ajoute l'intervention d'immigrés italiens comme simple main d'œuvre.

⁴⁰⁰ A ce sujet, voir notamment Mrozek 1989 ; Andreau 1990 : 86-94 ; Domergue 1990 : 335-351 ; Domergue, Sillières 2002 : 394-395, où apparaît clairement la diversité des statuts de la main d'œuvre employée dans les mines et sur les sites de traitement des minerais aux périodes républicaine, augustéenne et impériale.

d'une nette influence italienne⁴⁰¹, permettant d'envisager la présence d'une population italienne et/ou italianisée. Mais celle-ci incluait une composante indigène sans doute assez forte au vu de la place accordée aux éléments de la culture matérielle régionale, poussant A. Gorgues à avancer que « *si l'entreprise était probablement italienne, la main d'œuvre était sans doute surtout indigène* » (Decombeix *et al.* 2000 : 35 ; Domergue *et al.* 2003b : 244 ; Gorgues 2010 : 430). Ce schéma renvoie à la situation perçue sur plusieurs villages miniers d'époque républicaine de la péninsule Ibérique, tels que celui de La Loba. Ici, deux groupes de population ont cohabité : italiens minoritaires et dirigeants d'un côté, main d'œuvre salariée indigène d'origine régionale mais aussi plus lointaine, celtibère en l'occurrence⁴⁰² (Domergue, Sillières 2002 : 394-395).

Il est nettement plus difficile de distinguer cette présence indigène sur les autres sites de production languedociens. C'est surtout la présence italienne qui paraît la plus visible ou qui a focalisé l'attention des chercheurs, notamment grâce à l'identification de graffiti en latin (Pioch Farrus IV, Bournac, Lascours : Gourdiolle, Landes 1998a : 65 ; Les Martyrs : Decombeix *et al.* 2000 : 35)⁴⁰³. L'existence d'un mobilier céramique de facture régionale (CNT, céramique grise...) n'est pas en soi un critère déterminant, dans la mesure où il a pu être utilisé aussi bien par les travailleurs pauvres indigènes que les travailleurs immigrés économiquement très mal pourvus (Sanchez 2003 : 793-784). Néanmoins, le vaste mouvement perçu en Languedoc occidental aux époques tardo-républicaine et augustéenne n'a pu reposer uniquement sur les épaules des immigrés italiens, a *fortiori* si une tradition minière existait dans les communautés indigènes, dans la mesure où certains gisements ont vraisemblablement été exploités avant la fin du II^{ème} s. av. n. è.

Les indigènes ont-ils pu rester maîtres d'une partie des gisements des massifs languedociens, exploités en propre ou en payant le *vectigale* au pouvoir romain ? Les ressortissants italiens ont-ils mis la main sur l'ensemble des ressources minières régionales. C'est là une question délicate, tant les processus de contrôle de l'activité économique sont difficiles à saisir. Les documents caractéristiques, en particulier épigraphiques sont absents et nous ne connaissons pas, dans la plupart des cas, le statut des territoires composant l'arrière-pays languedocien. Dans le monde romain, les exemples d'un contrôle indigène de l'activité minière dans un territoire conquis sont plutôt rares. L'un des cas les plus souvent cités est celui que décrit Poseidonios au tournant des II^{ème} et I^{er} s. av. n. è., cité par Strabon. Les Turdétans, dans le

⁴⁰¹ La céramique de tradition italique occupe 28 % de la batterie de cuisine, le reste étant formé par la céramique indigène (Gorgues 2010 : 422). Mais nous avons vu que la présence italienne se notait surtout par l'existence d'éléments utilitaires importés et typiquement italiens et l'usage de l'écriture latine.

⁴⁰² Pour autant, la présence d'esclaves n'est pas écartée. En outre, des mouvements de main d'œuvre ont été observés dans d'autres secteurs de la péninsule Ibérique (García-Bellido 1986) ou dans le secteur minier aurifère de Roşia Montană (Cauet 2005 : 270). La présence d'Aquitains dans une mine de la péninsule Ibérique renvoie là aussi à un groupe de « travailleurs immigrés », constitué en l'occurrence d'hommes spécialisés dans le percement d'ouvrages miniers (Domergue 2010) : « [...] *La montagne ayant été creusée sur 1500 pas, des Aquitains debouts, nuit et jour, les postes se mesurant à la durée des lampes, épuisent l'eau sur cette distance et en font une rivière* » (« [...] *ad MD passus iam cautato monte, per quod spatium Aquitani stantes noctibus diebusque egerunt aquas lucernarum mensura annemque faciunt* ») (Pline l'Ancien, *Hist. Nat.*, XXXIII, 31, 97). L'arrivée de populations provenant d'autres régions périphériques ou plus lointaines après la conquête romaine ne doit pas être écartée en Languedoc occidental (Rancoule, Schwaller 1994 : 232-233).

⁴⁰³ Dans le cas des graffiti les plus tardifs (Pioch-Farrus IV, fin I^{er} s. av. n. è.), on ne sait s'ils désignent des personnages d'origine italienne ou des indigènes au nom latinisé.

Sud de la péninsule Ibérique, exploitaient alors pour leur propre compte des mines d'argent, qui étaient vraisemblablement des mines privées (Strabon, *Géogr.* : III, 2, 9). Aux yeux d'A. Orejas, il pourrait s'agir de familles ou de communautés plus larges, susceptibles d'agir dans le cadre du système romain d'adjudications (Orejas 2005 : 64). Une situation assez proche a été proposée dans la zone de production de fer de la Sierra Menera, au sud de l'actuel Aragon. Les activités sidérurgiques sont ici généralement associées à des habitats de traditions indigènes. Ce phénomène paraît montrer que l'essor de la production de fer perçue à partir de la fin du II^{ème} s., s'il est lié à un changement de conjoncture économique et militaire coïncidant avec le renforcement du contrôle romain sur le centre de la péninsule Ibérique, est le fruit d'un dynamisme proprement indigène (Fabre *et al.* 2012 : 59-62). Plus près du Languedoc, dans les Pyrénées centrales et occidentales, les populations indigènes plus ou moins romanisées paraissent elles aussi avoir participé activement à la production de fer, sans qu'il soit possible de distinguer leur statut (exploitants indépendants ou main d'œuvre très autonome ; Beyrie *et al.* 2000 : 50-52 ; Beyrie 2003 : 210-213).

La question du rôle des indigènes dans la production métallique est un très vaste sujet riche en perspectives⁴⁰⁴, qui implique de s'interroger sur la place des communautés indigènes dans le processus politique et économique touchant la région à partir de la fin du II^{ème} s. av. n. è. Dans ce processus, il faut accorder un rôle particulier aux élites indigènes qui ont su garder leur position dans le nouvel ordre politique et économique mis en place par Rome, pérennisant les rapports sociaux de production antérieurs à la Conquête. A l'instar de *T(itus) Valerius C(ai) f(ilius) Senecio*, d'extraction indigène et magister du *pagns* identifié dans la région de Moux (cf. p. 330), ils ont sans doute pu conserver une activité économique sur le territoire où ils tenaient leur rang. Celle-ci ne s'est pas nécessairement limitée à l'agriculture et à l'élevage (Daubigney 1993 : 298 ; Christol 2010 [2000] : 452-454 et 460). Dans un milieu aux caractères montagnards plus marqués – les Pyrénées centrales et occidentales – et à une époque plus tardive – la période impériale – certains documents épigraphiques témoignent du rôle qu'on pu jouer quelques grandes familles, d'extraction indigène mais romanisées, dans le contrôle économique de l'espace pyrénéen (Fabre 2000). Mais on se situe là après le tournant de l'ère, dans des zones qui ne paraissent pas avoir connu avec autant de force et de manière aussi précoce le phénomène d'immigration italienne qui touche le Languedoc occidental.

La persistance des structures économiques indigènes

Nous avons vu dans la première partie de la thèse que la conquête romaine ne s'est pas accompagnée d'une destructuration complète du cadre de peuplement indigène. Ainsi, les adaptations perçues dans la mise en place du cadastre Béziers B dans la moyenne vallée de l'Hérault, préservant le territoire proche de certaines agglomérations indigènes, pourrait traduire la volonté de Rome de laisser aux communautés indigènes leurs capacités vivrières. Ce fait semble confirmé par la distribution des nouveaux habitats ruraux apparaissant à partir de la fin

⁴⁰⁴ Ainsi, on ne peut écarter l'intervention dans les zones minières d'éléments non italiens, à l'image des Aquitains travaillant dans les mines de la péninsule Ibérique, auxquels fait allusion Pline l'Ancien. Notons d'ailleurs que G. Rancoule et M. Schwaller envisagent l'arrivée en Languedoc de populations originaires du Massif central, de l'Aquitaine et des Pyrénées (Rancoule, Schwaller 1994 : 232).

du II^{ème} s. dans cet espace, qui semble tenir compte de ces entités et s'implanter plutôt sur leurs marges (Mauné 2000 : 245).

Cette prise en compte des réalités vivrières indigènes peut-elle être élargie au domaine qui nous occupe ici ? On peut en douter pour au moins deux raisons. D'une part, l'espace vivrier laissé ainsi aux communautés indigènes n'avait pas la même valeur économique que les ressources minières des massifs de l'arrière-pays. D'autre part, ce phénomène pourrait revêtir une dimension éminemment politique en lien avec l'intérêt stratégique représenté par le Biterrois, placé sur deux axes de communications majeurs, le long du littoral languedocien et en direction du Massif central (Mauné 1998a : 68-70 ; Christol 2010 [1998] : 159-162 ; Mauné 2000 : 248 ; Garmy *et al.* 2004 : 26-27). Néanmoins, ce point illustre le degré de latitude laissé aux populations indigènes après la Conquête. On peut émettre l'hypothèse que les communautés présentes dans les massifs périphériques languedociens n'ont pas eu à subir un contrôle romain bien plus fort ; excepté sans doute dans le cas de la bordure sud-orientale du Massif central, située au contact des Rutènes indépendants jusqu'à la Guerre des Gaules.

Ce phénomène doit être rapproché de l'évolution des structures de peuplement indigènes perçue dans l'arrière-pays languedocien. Celle-ci révèle un véritable dynamisme entre la fin du II^{ème} s. av. n. è. et la seconde moitié du I^{er} s. av. n. è., touchant aussi bien les établissements ruraux, dont le nombre paraît augmenter significativement, que les agglomérations indigènes (Mauné 2000 : 233 et 242-245 Sanchez 2003 : 47 ; Gorgues 2010 : 342-344 ; cf. p. 45). Ce phénomène lié aux changements économiques et politiques intervenus dans la région à la suite de la conquête romaine et bénéficiant peut-être de la contribution d'éléments italiens n'en relève pas moins de mécanismes indigènes dans son expression et a certainement profondément stimulé la production régionale du métal. Il a été observé tant dans la plaine littorale, le couloir audois et le Lauragais (Fiches 1998 ; Mauné 1998b ; Passelac 2003) que le long des axes pénétrant les massifs périphériques. C'est sur l'un de ces axes qu'est implantée l'agglomération de La Lagaste, l'une des agglomérations indigènes les mieux connues à ce jour dans l'arrière-pays, dont la phase d'occupation la plus importante est placée entre les années 120-100 et 60 av. n. è.. L'abondance des produits importés sur le site illustre le dynamisme économique de l'agglomération et son rôle de relais dans les circuits commerciaux qui arrosent le Languedoc occidental, notamment en vins italiens (Rancoule 1980 ; 2002). Elle paraît s'inscrire dans un réseau d'établissements indigènes qualifiés « *d'agglomération-relais* » par G. Rancoule, situés le long d'axes secondaires pénétrant profondément les massifs du sud du bassin audois (Pyrénées et Corbières) et contemporains du site de La Lagaste (établissements de Devant-la-Ville, à Bourriège, de Rennes-les-Bains, dans la vallée de la Sals, du Mayné, à Bélesta, Rancoule 1999 : 67-68).

Le site de Lacombe est un autre cas d'habitat groupé tardo-républicain susceptible d'être révélateur du rôle tenu par les populations indigènes dans l'activité minière. Il se trouve en face de la mine des Barrencs, à moins de 1 km de celle-ci, 1,5 km du gisement de la Caunette et 2 km des chapeaux de fer de Salsigne-Villanière (fig. 285-288). Connu de longue date (Viala 1879, dans Hyvert 1933b : LXVIII ; Viala 1900 : 145-146 ; Hyvert 1933b : LXVIII), cet établissement a depuis fait l'objet de fréquents ramassages de surface et de plusieurs sondages d'emprise limitée (Rancoule, Rigaud 1978 ; Decombeix *et al.* 2001a : 15-16 ; Rancoule 2001 : 171 ; Ournac *et al.* 2009 : 315). Ces interventions ont été complétées en 2010 par une importante campagne

de prospections destinée à préciser les limites et l'organisation du site (Mantenant 2010 : 21-25). Les découvertes effectuées durant ces recherches correspondent essentiellement à des épandages de mobilier céramique d'époque tardo-républicaine. Les quelques structures fouillées au cours des sondages étaient largement bouleversées par les travaux agricoles. De fait, en l'absence de fouilles extensives, notre perception du site reste empreinte de larges zones d'ombre. Néanmoins, quelques remarques peuvent être formulées, qui fournissent un éclairage intéressant sur l'organisation et la chronologie du site.

Celui-ci correspond à un établissement de hauteur organisé en deux parties haute et basse (fig. 286), dominant le cours de l'Orbiel. Les observations de surface ont révélé la grande densité de mobilier dans la partie basse du site, témoignant d'une large occupation sur ce point. D'autres d'épandages de mobilier sont présents sur le plateau du Juncas, sans solution de continuité, au sud-sud-ouest du hameau de Lacombe.

Il est difficile d'estimer l'emprise globale du site. La superficie cumulée des épandages reconnus en prospection s'élève à près de 6 hectares. Si l'on tient compte de l'ensemble de l'espace occupé par concentrations de mobilier, et en considérant qu'un espace situé entre deux épandages – et parfois ponctué de mobilier isolé – peut être inclus dans cette emprise globale, la superficie totale du site dépasse *a minima* une vingtaine d'hectares. Cette estimation, à préciser, illustre le large étalement de l'habitat. Son organisation interne demeure néanmoins méconnue. En outre, aucun indice ne témoigne d'une quelconque fortification. En l'état actuel des connaissances, et dans l'attente de recherches plus approfondies, le site de Lacombe paraît donc plutôt correspondre à un habitat de hauteur ouvert.

L'abondant matériel archéologique recueilli sur le site depuis les années 1960 est relativement cohérent (Rancoule, Guiraud 1978 ; Decombeix *et al.* 2001a : 8 et 15 ; Ournac *et al.* 2009 314-316 ; Maintenant 2010 : 22-24). Il est largement dominé par les fragments d'amphores italiques, essentiellement de type Dressel 1A, associées à des amphores gréco-italiques ou dérivés de gréco-italiques et des amphores Dressel 1C⁴⁰⁵. Les lots sont en règle générale complétés par des fragments de céramique campanienne A, en particulier des formes Lamb. 5/27, 31 et 36. L'ensemble de ce mobilier peut être rattaché à la seconde moitié du II^{ème} s. av. n. è. et à la première moitié du I^{er} s. av. n. è., tout comme une série de monnaies découvertes dans les années 1870 (Courrent, Hélène 1935 : 35-36) (fig. I-75).

Le sondage ouvert près du hameau de Lacombe dans les années 1960 a permis d'identifier dans le comblement de la fosse un mobilier un peu plus diversifié. Dominé par une centaine d'amphores appartenant presque toutes au type Dressel 1A, il comprenait par ailleurs de la céramique grise catalane, de la céramique régionale, modelée et tournée (notamment de la céramique de type CELI) et des productions à vernis noir campaniennes de type A (formes Lamb. 5/25, 31 et 36) et de type B, mais dont les formes se rapprochent de modèles de la campanienne A. Le mobilier de la fosse 38 forme un corpus très cohérent daté par les fouilleurs de la première moitié du I^{er} s. av. n. è. (Rancoule, Rigaud 1978 : 28-32).

Les périodes augustéenne et impériale sont en revanche très peu documentées. Quelques fragments de céramiques sigillées ont été identifiés à l'ouest du site, ainsi qu'une monnaie en

⁴⁰⁵ Quelques amphores vinaires Lamboglia 2 et oléifères « type de Brindes » ont été observées à Lacombe. Les secondes sont omniprésentes sur les sites terrestres gaulois et espagnols à partir du troisième tiers du II^{ème} s. av. n. è. (Decombeix *et al.* 2001a : 15).

bronze à l'effigie de Domitien, dont le lieu de découverte, situé sur le plateau du Juncas, n'est pas précisément connu⁴⁰⁶. Il faut par ailleurs noter la rareté des amphores Dressel 1B et l'absence du mobilier amphorique de Tarraconnaise (Decombeix *et al.* 2001a : 15-16). Cette faiblesse quantitative du matériel postérieur au milieu du I^{er} s. av. n. è. semble traduire une rétractation de l'habitat selon des modalités difficiles à percevoir.

Les débuts de l'occupation du site sont plus problématiques. Si le mobilier est largement dominé par des éléments du dernier tiers du II^{ème} s., quelques indices paraissent témoigner d'un démarrage de l'occupation antérieur à cette période. Il s'agit de plusieurs fragments d'amphores gréco-italiques, d'un bord de plat « étrusco-campanien » à décor d'oves et des débris d'une amphore massaliète au bord du type 8 de M. Py, type nettement présent à Lattes au III^{ème} s., attesté jusqu'au second quart du II^{ème} s. (Bats 2001 : 182-183 ; Ournac *et al.* 2009 : 316). Ces éléments ont été identifiés en surface, notamment sur les pentes orientales et méridionales du replat de Lacombe. Par ailleurs, un lot de vingt-six monnaies a été découvert en périphérie du site. Il s'avère exceptionnel en raison de sa composition, associant des deniers romains et ibériques, et de la chronologie des émissions, comprises entre 211 et 175-170 av. n. è., qui en fait l'un des plus anciens connus à ce jour dans le bassin audois. La faible usure de ces monnaies paraît indiquer qu'elles ont peu circulé et ont vraisemblablement été enfouies peu après leur mise en circulation, sans doute entre les années 175 et 170 av. n. è. au vu du *terminus* fourni par la monnaie la plus récente (Berdeaux-Le Brazidec, Feugère 2006 : 25-30)⁴⁰⁷. De toute évidence, la présence d'un tel dépôt à Lacombe n'a rien d'anodin.

Ce mobilier pose la question de la genèse de l'habitat groupé tardo-républicain. Celui-ci plonge-t-il ses racines dans les premières décennies du II^{ème} s. av. n. è. ? C'est là une question importante au regard des éléments chronologiques recueillis sur le site des Barrencs. Le début du II^{ème} s. av. n. è. pourrait correspondre à la phase de pleine activité de la mine. Un habitat s'est-il alors constitué sur le versant opposé à celui des Barrencs, à moins de 700 m du gisement des Barrencs, en lien avec l'exploitation de ce dernier ? La faiblesse quantitative des éléments antérieurs à la fin du II^{ème} s. recueillis sur le site de Lacombe, et la méconnaissance totale de la stratigraphie du site, en particulier des niveaux les plus anciens, ne permettent guère de répondre à cette question essentielle pour la connaissance du cadre économique de la mine des Barrencs.

Quoi qu'il en soit, la présence d'un tel habitat au cœur d'une des principales zones minières de la Montagne Noire n'est pas fortuite. G. Rancoule et L. Rigaud le rapprochent des autres agglomérations indigènes identifiées dans le bassin audois, à commencer par celle de La Lagaste, dont la chronologie est sensiblement proche, mais aussi le site de Bourriège (Passelac, Rancoule 1968 ; Rancoule, Rigaud 1978 : 32-33 ; Rancoule 1984 : 266-271). La fréquence du mobilier d'importation et l'ampleur et la position du site incitent en effet à voir là un pôle économique d'envergure régionale, placé sur l'un des axes de pénétration du massif de la Montagne Noire. Mais, en raison de sa position géographique, son existence pourrait avoir été largement tributaire de l'activité minière développée dans ce secteur, aussi bien aux Barrencs que sur les chapeaux de fer de Salsigne (Decombeix *et al.* 2004 : 6). Dans ces conditions, il faut

⁴⁰⁶ Archives DRAC-SRA (Montpellier), Solier Y., *compte-rendu de visite*, 20 novembre 1966.

⁴⁰⁷ Il faut noter toutefois que six autres monnaies d'argent découvertes dans la même parcelle n'ont pu être examinées par M.-L. Berdeaux-Le Brazidec et M. Feugère.

peut-être aussi envisager sur ce point un hypothétique habitat de mineurs. Les nombreuses similitudes observées entre le mobilier céramique de Lacombe et celui des Barrengs, traduisant l'insertion des deux sites dans les mêmes courants d'échanges, pourrait aller dans ce sens. Si la large méconnaissance des modalités d'occupation de l'habitat de Lacombe limite la réflexion dans ce domaine, il faut toutefois souligner la présence sur sa périphérie de deux sites de traitement des minerais non-ferreux et peut-être des minerais de fer (sites du Belvédère et de la Croix d'Escandel). Le second cité est certainement contemporain de l'habitat (fig. 43)⁴⁰⁸.

Ce site présente à l'heure actuelle nettement plus de points communs avec l'agglomération indigène de La Lagaste qu'avec le village de Lascours. Le matériel observé jusqu'à présent ne permet pas de la distinguer clairement pour l'heure de la population occupant le site de La Lagaste ou les sites d'habitats repérés dans le Lauragais (Passelac, Rancoule 1968 ; Rancoule, Rigaud 1978 : 30-33 ; Rancoule 1999). Dans ces conditions, et dans l'hypothèse d'un lien étroit avec l'activité minière, il faudrait peut-être accorder une large place à une population non italienne dans la mise en valeur des gisements de cette partie du bassin de l'Orbiel et dans les réseaux économiques inhérents à cette activité. Si les hypothèses formulées ici se confirmaient, le site de Lacombe illustrerait le rôle actif joué par la population indigène dans l'activité minière régionale entre la fin du II^{ème} s. et le milieu du I^{er} s. av. n. è.

Les habitats de hauteur ou de plaine occupés à la même époque au cœur des Corbières minières (Corbières centrales), généralement le long des principales voies d'accès aux zones riches en gisements miniers, traduisent-ils un phénomène similaire⁴⁰⁹ ? Un lien entre l'occupation du site de Saint-Estève et l'exploitation des gisements de fer du secteur de Lacamp, en particulier de la mine de La Mayré-La Cauna, a été envisagé par Y. Solier (Solier 1992 : 377). A vrai dire, cette hypothèse ne repose sur aucune base solide si ce n'est la proximité géographique entre les gisements et l'habitat. Néanmoins, le maillage d'habitats observés dans les Corbières centrales semble traduire une forme de contrôle de territoires dont l'étendue et les limites nous sont totalement inconnues. Ceux-ci paraissent centrés sur des unités géographiques bien individualisées, favorables aux pratiques agro-pastorales (vallées et bassins), correspondant vraisemblablement à des espaces vivriers (fig. 206). Or, certaines de ces unités naturelles concentrent des gisements miniers exploités à l'époque tardo-républicaine, et des sites de traitement des minerais contemporains y ont été établis (bassin de La Valette, vallée du Libre : fig. 242 et 243). On a du mal à imaginer que les communautés indigènes occupant ces espaces aient été totalement étrangères à ces interventions. Dans certains cas, un lien peut être envisagé entre habitat et site de réduction (fig. 276)⁴¹⁰. Une telle organisation de la production serait proche de la situation observée en Sierra Menera (Aragon), où les sites de réduction sont

⁴⁰⁸ En revanche, seules quelques scories isolées témoignent de l'existence d'activités métallurgiques sur le site même, difficiles à caractériser (travail du fer, travail d'alliages base-cuivre).

⁴⁰⁹ Dans les Corbières, il faut citer en particulier les habitats de Villebersant (Lagrasse) et Sainte-Anne (Termes) dans la vallée de l'Orbiel ; La Rajola (Duilhac-sous-Peyrepertuse) dans la haute-vallée du Verdoube ; Saint-Estève (Cascastel-des-Corbières) dans la vallée de la Berre ; La Valette (Davejean), dans le bassin du Torgan (Solier 1992 : 384 ; communications orales G. Rancoule et A. Mayans, 2010 et 2011). Les éléments identifiés sur plusieurs de ces sites lors des prospections réalisées au cours de la thèse (Sainte-Anne, Saint-Estève, La Valette) confirment l'existence d'une phase d'occupation tardo-républicaine.

⁴¹⁰ Habitat des Olivières 2 et site de réduction des Olivières 1 ; habitat de Peyre-Picade et site de réduction de Caraillet-Adoux (cf. p. 278).

généralement associés à des habitats ruraux de tradition indigène, en plein essor à partir de la fin du II^{ème} s. (Polo Cutando, Villargordo Ros 2007 : 111-113 ; Fabre *et al.* 2012 : 62).

Ce point ouvre de nombreuses perspectives de recherche, dont les enjeux concernent la caractérisation de la chronologie de l'occupation des habitats identifiés, l'identité des occupants et les rapports possibles entre habitat et activité métallurgique. Elle invite en outre à s'interroger sur la part prise par les différentes modalités de prélèvement des matières premières dans le fonctionnement des communautés. Celles-ci sont-elles le fruit d'un travail collectif ou au contraire des initiatives individuelles ?

Un dernier point pourrait éclairer indirectement le rôle joué par les indigènes dans la dynamique perçue en Languedoc occidental à partir de la fin du II^{ème} s. dans le domaine de l'économie du métal : le développement des frappes monétaires. Plongeant loin ces racines (cf. p. 302), le fait monétaire prend au I^{er} s. av. n. è. une ampleur jamais atteinte jusqu'alors, signe de l'apparition d'une véritable économie monétaire en Languedoc occidental et plus largement en Gaule méditerranéenne (Richard 1993 : 70 ; Rancoule 2000 ; Gorgues 2010 : 408-414 ; Feugère, Py 2011b : 298-299). Cette évolution se traduit par la multiplication des frappes de monnaies d'argent et de bronze par les communautés indigènes, en particulier les bronzes à légende ibérique (*Neronken*, *Selonken*, *Birikanti(n)* ou *Birikantio...*) ou grecque (*Betarratis*, *Longostaeton*, *Loukotiknos*, *Bokios*, *Bitoukos...*) mentionnant soit des noms de peuples (*Neronken*, *Longostaeton...*), soit des noms de personnes (*Bitoukos...*). Certains types sont frappés dès le milieu du II^{ème} s. Ces monnaies se situent dans la tradition métrologique et iconographique ibérique (Py 2006 : 1181-1183 ; Feugère 2008 : 185-188 et 199-200 ; Gorgues 2010 : 408 ; fig. : bronzes à légende ibérique et grecque).

Encore une fois, l'agglomération de La Lagaste se distingue par l'ampleur des découvertes monétaires qui y ont été réalisées – 500 exemplaires étudiés jusqu'en 2003. Elles sont dominées par les drachmes à la croix et les grands bronzes à légende *Neronken* représentant un taureau bondissant sous une couronne. (fig. I-80 et I-83).

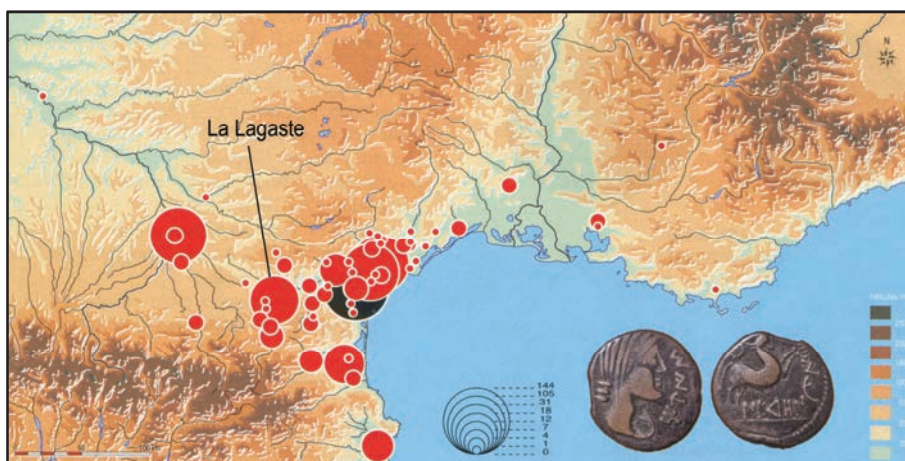


Fig. I-83 : carte de répartition des découvertes de grands bronzes au taureau du groupe *Neronken* (d'après Feugère, Py 2011 : 309).

L'identification de petites barres et coulées d'argent, de flans vierge, et de coins

monétaires incitent à placer sur ce site à la fin du II^{ème} s. et dans la première moitié du I^{er} s. des émissions locales de monnaies à la croix légères et peut-être d'imitations de monnaies narbonnaises (Richard 1980 : 150-170 ; Rancoule 1996 : 62 ; Rancoule 1999 : 65). Le site a-t-il été alimenté en métal des Corbières ? L'hypothèse a été formulée anciennement sur la base notamment d'un rapprochement entre la composition moyenne des minerais issus de ces gisements et celle de « *fragments de lingots destinés à la coupellation* », constitués « *d'un mélange de plomb, antimoine, arsenic et argent* » découverts dans l'habitat (Rancoule, Solier 1977 : 35). Aucun élément ne permet de conclure sur ce point. Nous avons vu plus haut les nombreux problèmes posés par les modalités d'approvisionnement des centres émetteurs en métal (cf. p. 302). Ceux-ci rendent très délicate la détermination de l'origine du métal utilisé à La Lagaste pour la frappe de monnaie, *a fortiori* en l'absence d'analyses archéométriques détaillées de ce matériel.

Cependant, cette remarque a le mérite de poser la question de la place jouée par les gisements de cuivre, argent et plomb des Corbières et plus largement du Languedoc occidental dans l'alimentation des émissions régionales des communautés indigènes. Dans la lignée de la situation envisagée avant la Conquête, on peut supposer que les émissions monétaires indigènes ont contribué pour une part au dynamisme de l'activité minière perçue en Languedoc occidental au dernier siècle avant notre ère. Pour autant, il est trop tôt pour voir dans la concentration des découvertes d'importants dépôts monétaires constitués essentiellement de drachmes à la croix dans les Corbières centrales et occidentales⁴¹¹ la marque d'une production d'argent dans le massif.

Bilan intermédiaire

A la fin du II^{ème} s. av. n. è. semble donc s'engager un vaste mouvement exploratoire en Languedoc occidental touchant une grande partie des gisements miniers régionaux. Il est susceptible de trouver son origine dans le siècle ou les deux siècles précédents, suivant en cela l'évolution économique perçue à la fin de l'âge du Fer en Languedoc occidental. Un premier phasage chronologique de cette activité semble pouvoir être proposé. Mais celui-ci demeure encore assez hypothétique en raison de l'imprécision d'une grande partie des éléments de datation actuellement disponibles.

Plusieurs phénomènes peuvent cependant être distingués. D'une part, ce mouvement est assez bien perçue dans les zones où se concentrent les gisements de cuivre, plomb et argent. Il est à l'origine d'une production d'argent dont l'existence est désormais prouvée d'un point de vue technique. En revanche, les indices d'une production de fer dès la fin du II^{ème} s. av. n. è. ne sont pas évidents⁴¹². Est-ce le signe d'un décalage chronologique entre l'exploitation des gisements non-ferreux et des dépôts de fer ? Cette situation est-elle plutôt la traduction d'une

⁴¹¹ Ces dépôts ont été découverts à Caunette-sur-Lauquet, Ladern, Lagrasse, Mayronnes, Vignevielle, dans les Corbières centrales et occidentales : Rancoule, Guilaine 1968 : 152-155 et 165-170 ; Rancoule 2000 : 30 ; Berdeaux, Feugère 2006.

⁴¹² Il faut néanmoins noter l'extrême rareté de la céramique campanienne A et B sur les sites d'extraction ou de traitement des minerais de fer. Cette absence pourrait avoir une signification d'ordre chronologique, sans réelle certitude.

différence dans l'insertion des mineurs et des métallurgistes dans les courants d'échanges languedociens ou dans leurs cultures matérielles ? On ne peut guère apporter d'éléments de réponse à ces questions pour le moment.

En revanche, l'évolution perçue dans la Montagne Noire et les Corbières au milieu du I^{er} s. av. n. è. semble moins problématique. Elle est marquée en particulier par la diminution conséquente ou l'arrêt probable des interventions sur les gisements non-ferreux des Corbières et du versant sud de la Montagne Noire. Un parallèle intéressant peut-être fait avec les agglomérations de La Lagaste ou de Lacombe, sur le déclin à partir du milieu du I^{er} s. av. n. è. Dans le second cas, cette évolution s'explique aisément si l'on retient l'hypothèse d'un lien direct entre le site et la mine voisine des Barrengs. Elle l'est plus difficilement si l'on considère que ce site est avant tout un relais sur un axe d'échanges traversant la Montagne Noire, dans la mesure où la production des métaux est loin d'être absente dans le massif après le milieu du siècle. Les causes sont difficiles à caractériser (réorientations des circuits ? perte d'intérêt des gisements miniers ?). Constatons toutefois que l'on peut difficilement relier l'évolution perçue dans la Montagne Noire et les Corbières à un phénomène régional, dans la mesure où aucune diminution de l'activité n'a été clairement perçue dans les autres zones d'exploitation antique des gisements de cuivre, plomb et argent du Languedoc occidental (haute vallée de l'Orb, bassin supérieur du Dourdou et monts de Cabrières).

L'époque augustéenne correspond au moment où l'activité sidérurgique de la Montagne Noire connaît un phénomène de concentration voué à un bel avenir. C'est aussi la période durant laquelle la production de fer des Corbières semble à son sommet. Les gisements non-ferreux de la haute vallée de l'Orb, du bassin Dourdou et de Cabrières paraissent quant à eux activement exploités. De fait, dans le domaine de la production des métaux, la période augustéenne constitue un cap important d'un point de vue économique, peut-être tout autant que le tournant des II^{ème} et I^{er} s. av. n. è. Cette étape s'inscrit clairement dans un mouvement économique plus large, qui voit en particulier Narbonne, renforcée par la déduction césarienne, entrer dans une phase d'essor important, mais aussi la déduction de Béziers en 36-25 av. n. è. et la création de la cité de Carcassonne en 16-15 av. n. è. L'occupation du sol dans les campagnes s'intensifie, et les circuits économiques connaissent des transformations importantes, avec la diffusion nettement plus grande en Narbonnaise des productions agricoles et viticoles du Nord-Est de la péninsule Ibérique (Sanchez 2003 : 848-849). Enfin, des changements conséquents interviennent dans la production artisanale, marquée en particulier par un développement massif des imitations des produits italiens et l'apparition de grands ateliers de potiers, à Bram et Sallèles-d'Aude (Sanchez 2003 : 902-903).

Dans le cas de la mise en valeur des ressources minières régionales, cette évolution semble plutôt le fait d'une double dynamique, tant italienne qu'indigène. On n'en saisit le plus souvent aujourd'hui que l'aspect le plus spectaculaire, à savoir la pénétration italienne dans des zones minières reculées, éloignées des principaux pôles de la romanité. Cette double dynamique, en adéquation avec les processus perçus dans l'évolution des formes de peuplement, de l'économie ou de la culture matérielle régionale, ne doit pas être envisagée sous la forme d'une simple opposition entre des exploitants italiens puissants et une main d'œuvre indigène exploitée. D'une part, les interventions italiennes ont certainement revêtu plusieurs formes, faisant se côtoyer de puissantes *societates* anonymes, de riches entrepreneurs plus isolés et sans doute des travailleurs immigrés plus pauvres. D'autre part, les indigènes susceptibles de participer à ce

mouvement n'étaient peut-être pas tous de pauvres hères exploités. Dans les rapports entre les communautés indigènes et le pouvoir romain, l'élite indigène a su se faire une place dans le nouvel ordre politico-économique. Elle a peut-être su aussi assurer son contrôle sur une partie des ressources minières.

Dans cette évolution, il faut enfin envisager une diversité des processus, évolutifs et variables selon les régions et les productions. Plusieurs exemples, dans les Pyrénées occidentales, montrent que l'exploitation des gisements de cuivre, plomb et argent a pu susciter un plus grand intérêt de la part des Italiens que la production de fer, sur laquelle les populations indigènes ont gardé la main (Beyrie 2003 : 210-213). Dans ce domaine, il n'est pas exclu que les différences observées ponctuellement dans les modes de production, notamment dans le cas de la sidérurgie de la Montagne Noire et des Corbières, puissent traduire des origines ethniques distinctes.

3. LA PRODUCTION DES MÉTAUX AU HAUT-EMPIRE, UNE SITUATION CONTRASTÉE (I^{ER}-III^{ÈME} S.)

3.1. Un arrêt de l'exploitation des gisements non-ferreux au I^{er} s. de n. è. ?

3.1.1. *Le constat*

Dans les Corbières et la Montagne Noire, nous avons vu qu'aucun élément ne permet de repousser la période d'exploitation des gisements non-ferreux de ces massifs au-delà du milieu du I^{er} s. av. n. è. (cf. p. 321). Sur la bordure sud-orientale du Massif central, si l'activité paraît se prolonger jusqu'à l'époque augustéenne ou le début du Haut-Empire dans les monts de Cabrières et les monts d'Orb, elle ne semble pas pouvoir être étendue au-delà de cette date (Salvaire *et al.* 1997 ; Ambert 1999a : 397). R. Gourdiolle et C. Landes notent ainsi qu'il n'y a plus de traces d'activité minière au II^{ème} s. de n. è. Cette chronologie semble confirmée par l'évolution de l'habitat de Lascours, très vraisemblablement déserté après le début du I^{er} s. de n. è. (Gourdiolle, Landes 1998a : 58-59, note 13).

Certaines données ne permettent pas, toutefois, d'être catégorique quant à l'arrêt de l'activité dans ce secteur. A Bouco Payrol, une partie du mobilier identifié sur plusieurs haldes et dans les travaux, constitué de fragments d'amphores Dressel 7/11 et Dressel 20, et de céramique sigillée sud-gauloise⁴¹³, incitent B. Léchelon à prolonger l'activité sur ce point jusqu'au début du II^{ème} s. av. n. è. (Léchelon 2011 : 263). Un matériel archéologique attribué à la même fourchette chronologique a été identifié dans les travaux souterrains du site de Cénomes⁴¹⁴. Certaines datations ¹⁴C réalisées sur ces deux sites iraient dans le même sens (fig. I-76).

⁴¹³ Il s'agit de fragments de bol Drag. 27 et d'assiette Drag. 17, datés des années 30 à 60 de n. è. (Léchelon 2011 : 263).

⁴¹⁴ Ce mobilier est constitué notamment d'un bec de lampe à huile, à pâte orangée, de type Deneauve IVA, daté entre les années 20 et 70 de n. è., et un bord de gobelet en paroi fine, attribué à la fin du I^{er} s. L'identification du mobilier a été réalisée par A. Vernhet (Léchelon 2011 : 256-257).

Référence	Laboratoire	Âge ¹⁴ C	Date ¹⁴ C calibrée à 2 sigma	Date ¹⁴ C calibrée à 1 sigma
Bouco-Payrol 10	Ly-7066	2075 +/- 45 BP	180 BC à 24 AD	130 BC à 40 BC
Bournac 01	Beta-257991	2060 +/- 50 BP	200 BC à 50 AD	160 BC à 10 BC
Bouco-Payrol 04	Gif-9838	1980 +/- 50 BP	60 BC à 131 AD	32 BC à 80 AD
Cénomés 01	Arc-2321	1970 +/- 60 BP	115 BC à 135 AD	40 BC à 80 AD
Cénomés 03	Eth-27558	1965 +/- 50 BP	65 BC à 135 AD	40 BC à 80 AD
Bouco-Payrol 18	Beta-200779	1960 +/- 60 BP	80 BC à 150 AD	30 BC à 100 AD
Bouco-Payrol 19	Beta-200780	1960 +/- 50 BP	50 BC à 130 AD	10 BC à 90 AD
Fang 986	Ly-7926	1950 +/- 45 BP	25 BC à 187 AD	10 AD à 120 AD
Cénomés 02	Arc-2320	1935 +/- 50 BP	5 BC à 180 AD	20 AD à 130 AD
Bouco-Payrol 12	Arc-1400	1902 +/- 40 BP	5 AD à 225 AD	50 AD à 135 AD
Cénomés 04	Arc-2334	1895 +/- 45 BP	25 AD à 235 AD	50 AD à 140 AD
Bouco-Payrol 23	Beta-234400	1750 +/- 40 BP	210 AD à 390 AD	240 AD à 340 AD
Bouco-Payrol 24	Beta-238073	1670 +/- 40 BP	260 AD à 430 AD	340 AD à 420 AD
Bouco-Payrol 07	Ly-6814	1555 +/- 65 BP	394 AD à 626 AD	470 AD à 590 AD
Labauve 04	Eth-27560	1375 +/- 50 BP	595 AD à 770 AD	620 AD à 690 AD

Fig. I-84 : secteur Dourdou-Orb, datations ¹⁴C réalisées en contexte minier et métallurgique et couvrant le Haut-Empire.

A Bouco-Payrol, quatre des neuf datations réalisées couvrent en partie les I^{er} et II^{ème} s. de n. è., deux autres sont comprises exclusivement entre les III^{ème} et V^{ème} s. A Cénomés, les quatre datations effectuées sont elles aussi incluses entre les I^{er} et III^{ème} s. de n. è. Dans la mesure où les modalités de prélèvement ne sont pas clairement précisées à l'appui de ces dates⁴¹⁵, il convient de rester prudent dans nos conclusions. On peut certes considérer qu'elles témoignent d'une fréquentation des travaux de Bouco-Payrol et de Cénomés à l'époque impériale, pour autant, il n'est pas certain que ces deux gisements aient été alors effectivement exploités⁴¹⁶.

3.1.2. Des causes difficiles à déterminer

Les causes pouvant expliquer la diminution sensible, voire l'arrêt de l'exploitation des gisements non-ferreux du Languedoc occidental sont difficiles à caractériser, dans la mesure où celles-ci peuvent être plurielles et inter-agissantes.

On peut éventuellement faire appel à la géologie, et arguer de l'épuisement des gisements jusqu'alors exploités. Mais cette hypothèse paraît quelque peu fragile, dans la mesure où une

⁴¹⁵ En particulier, nous ne disposons d'aucun positionnement stratigraphique précis.

⁴¹⁶ Ainsi, à Cénomés, trois datations ont été effectuées à partir de charbons de bois « prélevés sur le sol des descenderies sous les coupes des attaques au feu », sans plus de précision. Un quatrième prélèvement a été réalisé « sur le sol de l'une de ces galeries creusées avec des outils métalliques, galerie en partie comblée par les déchets d'une excavation voisine » (Léchelon 2011 : 256-257). A Bouco-Payrol, les charbons de bois datés semblent provenir de travaux de recherches ouverts près de la surface, dans les niveaux supérieurs de la mine (Léchelon 2011 : 264-265).

partie de ces gîtes fera l'objet d'une mise en valeur au cours des siècles suivants, en particulier au Moyen Âge central (Bailly-Maître 2010a). Certes, il ne faut pas minimiser l'impact dans ce domaine de solutions techniques nouvelles permettant de résoudre les problèmes rencontrés au I^{er} siècle (difficultés d'exhaure ou d'aéragé...), ou de traiter des minerais jusque-là peu exploités en raison de leurs caractéristiques minéralogiques (teneurs...). Mais cet argument nous paraît difficilement applicable à l'ensemble des gisements languedociens.

Cette évolution semble par ailleurs en contradiction avec la situation économique générale du Languedoc occidental. Le I^{er} s. correspond en effet à une période d'essor économique important en Narbonnaise (cf. p. 47). Ce siècle est pour les centres urbains un siècle d'apogée. Narbonne atteint alors son extension maximale et constitue un pôle économique de premier plan, qui a noué des relations privilégiées avec la péninsule Ibérique (Bonsangue 2006). Le monde rural n'est pas en reste. Malgré d'inévitables requalibrages (abandon de certaines agglomérations aux origines indigènes) sans doute liés à des facteurs micro-régionaux, les différentes formes de peuplement se caractérisent par un réel dynamisme et une nette expansion, à l'image du phénomène socio-économique qu'est la villa (Mauné 1998a : 83-88 ; Passelac 2003 : 98-99 ; Buffat 2011 : 160). Ce mouvement est contemporain notamment de la croissance qui touche le vignoble languedocien à partir du milieu du I^{er} s. et implique un essor d'ateliers de potiers spécialisés dans la fabrication des conteneurs destinés à la commercialisation de ces productions (Buffat *et al.* 2001 : 104-107). Etant donné ces tendances lourdes, il semble difficile d'arguer d'un contexte économique régional défavorable pour expliquer l'arrêt de la mise en valeur des gisements non-ferreux, d'autant plus qu'à la même époque, l'exploitation du fer atteint des niveaux de production important dans la région, comme nous le verrons plus bas. On peut bien évidemment faire intervenir des facteurs micro-régionaux à l'origine de la diminution sensible de l'activité dans certains secteurs. Toutefois, force est de constater notre très large méconnaissance de l'évolution socio-économique des massifs de l'arrière-pays narbonnais⁴¹⁷.

Dans ces conditions, les facteurs à l'origine de cette situation sont-ils plus spécifiquement liés à l'évolution de l'économie des métaux non-ferreux en Méditerranée nord-occidentale et plus largement dans l'Occident romain ? Plusieurs régions de production importantes apparaissent à partir du I^{er} s. en Bretagne et en Germanie⁴¹⁸. Elles ont clairement exporté une partie de leur production – plomb en particulier – jusqu'en Méditerranée, comme l'attestent les découvertes de lingots provenant de ces territoires (Trincherini *et al.* 2001 ; Rothenhöfer 2003a ; 2003b ; Bode *et al.* 2009 : 190-192). Elles ont certainement concurrencé les régions minières de la péninsule Ibérique sur le marché du métal de l'Occident romain. Cependant, alors que l'une des principales zones de production de plomb et d'argent de l'Occident est dans une phase de déclin à cette époque (Sierra de Carthagène), d'autres, en revanche, connaissent au I^{er} s. une nouvelle période de prospérité (Sierra Morena, Ceinture pyriteuse du Sud-Ouest de la péninsule Ibérique ; Domergue 2008 : 84-87 et 208 ; Antolinos Marín *et al.* 2010 : 175). A l'appui de cette dernière remarque, il faut noter que le phénomène de déprise perçu en Languedoc occidental ne semble pas apparaître dans l'économie des métaux non-ferreux en

⁴¹⁷ Les rares données actuellement disponibles ne paraissent pas aller dans le sens d'un décalage avec la situation économique des plaines languedociennes (Lodévois, Garmy *et al.* 2004 : 27-29).

⁴¹⁸ Pour une synthèse sur ces aspects, voir notamment Domergue 2008 : 84-86.

Gaule du Sud. On constate en effet le démarrage ou la poursuite de l'exploitation de certains gisements dans le sud et le centre de la Gaule, à l'image de la mine de cuivre de Banca (Pyrénées occidentales), active entre le I^{er} et le III^{ème} voire le IV^{ème} s. (Ancel *et al.* 2001 : 193), des mines de plomb et argent de Pontgibaud (Massif central), exploitées entre la deuxième moitié du I^{er} s. et la fin du III^{ème} ou le début du IV^{ème} s., ou de celles de la Minayre et de la Rodde (Massif central), en activité aux I^{er} et II^{ème} s.⁴¹⁹ (fig. 290). Enfin, dans les Cévennes, les mines de plomb et argent du Bleynard et de Vialas paraissent elles aussi en exploitation sous l'Empire (Prassl 1997 ; Domergue 2008 : 86). L'existence de ces zones d'exploitation invite à relativiser le rôle joué par la concurrence de régions de production lointaines dans la diminution de l'activité perçue en Languedoc occidental.

Pour l'heure, on reste sans réponse claire face à ce phénomène. D'autres facteurs difficiles à aborder peuvent être évoqués. Peut-être s'agit-il là des effets d'un changement de statut des mines en question, et d'une nouvelle orientation donnée à l'activité, à l'image peut-être – toute proportion gardée – du phénomène perçu dans la Sierra de Carthagène (Orejas, Sánchez-Palencia 2002 : 586 ; Domergue *et al.* 2012 : 99-100) ? Le I^{er} s. est en effet marqué par une implication plus forte de l'État dans la gestion des ressources minières du domaine public. L'une des illustrations pourrait être l'arrêt de l'activité dans les mines d'or exploitées depuis l'âge du Fer dans le Limousin, fruit peut-être d'une décision politique, au profit de l'exploitation des vastes gisements aurifères du Nord-Ouest de la péninsule Ibérique, tombés sous le contrôle de l'État à partir de la période augustéenne (Orejas 1994 : 256-261 ; Cauuet *et al.* 2005 : 430 ; Sastre 2012). Si un cas de prise en main d'une mine par le pouvoir impérial est connu dans le Sud de la Gaule⁴²⁰, rien ne permet de l'étendre aux gisements de cuivre, plomb et argent du Languedoc occidental.

Comme souvent dans de pareils cas, il faut sans doute envisager la conjonction de plusieurs facteurs pour expliquer la baisse de régime des mines de cuivre, argent et plomb de la région : appauvrissement de gisements largement exploités depuis la fin du II^{ème} s. av. n. è., concurrence d'autres zones minières, y compris gauloises, changements dans les courants d'échanges alimentant le Languedoc occidental, détournement des exploitants vers d'autres horizons plus rentables. L'évolution de cette activité au cours de la période impériale reste au final encore empreinte de larges zones d'ombre.

⁴¹⁹ Pour un bilan des recherches réalisées par C. Marconnet et C. Vialaron sur ces mines du Massif central, consulter Marconnet 2001 ; 2002 et Cauuet *et al.* 2005 : 430-436.

⁴²⁰ Une inscription datant du règne de Tibère, découverte au-dessus de l'entrée d'une ancienne mine de plomb-argent près de Villefranche-de-Rouergue, est dédiée à un certain *Zmaragdus*, intendant des mines, par des esclaves impériaux de Tibère chargés de l'exploitation des mines (« *Zmaragdo vil[?]co / quaest(ori) magistro / ex. decurion(um) decr(eto) / familiae Ti(berii) Caesaris / quae est in met[al]lis.* » : CIL XIII : 1550 ; Albenque 1948 : 288-289 ; Pailler 2011 : 218-226).

3.2. L'exploitation des gisements de fer : vers une complexification des schémas de production

3.2.1. Complexes sidérurgiques et petits ateliers

Nous avons vu plus haut que la période augustéenne correspond à une phase de changements dans la production de fer. Celle-ci se poursuit après le début du I^{er} s. de n. è. mais le nombre de sites clairement datés de cette période est peu élevé. Ainsi, sur le versant sud de la Montagne Noire, six établissements situés dans le bassin de la Dure ont fourni du matériel archéologique postérieur à la période augustéenne, en particulier de la sigillée sud-gauloise et de la céramique commune, attribuées aux I^{er} et II^{ème} s. de n. è. Cinq d'entre eux se concentrent dans la partie supérieure de cette unité géographique. A ces sites s'ajoutent le complexe du domaine des Forges, trois complexes du bassin de l'Alzeau, qui ont livré du mobilier archéologique daté Haut-Empire, et un ensemble de ferriers plus petits, situés dans le bassin de l'Alzeau, dans le bassin de l'Orbiel, et sur le plateau de Pradelles dont la chronologie reste très mal connue (fig. 111). Nous les écarterons donc de cette discussion.

La majorité de ces établissements ont été le lieu d'une activité importante, si l'on en croit les grandes dimensions des amas de scories produits (Sablayrolles 1989a ; Decombeix *et al.* 2004 ; fig. I-77) :

Secteur	Site	Dimensions ferrier	Épaisseur	Chronologie
Dure	11	70 x 15 m	1/2 m	I ^{er} av. n. è. - II ^{ème} s. de n. è.
Dure	12	70 x 50 m	1/2 m	I ^{er} av. n. è. - II ^{ème} s. de n. è.
Dure	Laprade-Basse	3,8/4,2 ha	5/11 m	I ^{er} -III ^{ème} s.
Dure	27	?	?	I ^{er} -II ^{ème} s.
Dure	151	5 x 10 m	?	I ^{er} -II ^{ème} s.
Dure	Izoule-Haute	50 x 100 m	3 m	Haut-Empire
Alzeau	Co d'Espérou	5 ha	> 4 m	milieu I ^{er} -début III ^{ème} s.
Dure	domaine des Forges	5,5 ha	> 10 m	60/50 av. n. è. - 260/270 de n. è.
Alzeau	Camp Naut	> 2 ha	> 2 m	fin I ^{er} s. av. n. è.-II ^{ème} s. ?
Alzeau	Carreleit	> 2 ha	> 2 m	I ^{er} s.

Fig. I-85 : liste des sites de réduction de la Montagne Noire ayant livré des éléments de datation du Haut-Empire.

Seuls trois de ces sites de réduction ont été en activité de manière certaine durant la majeure partie du Haut-Empire (domaine des Forges, Laprade-Basse, Co d'Espérou). Sur le site du domaine des Forges, les sondages et les fouilles réalisées entre les années 1970 et 1990 ont permis d'affiner le découpage chronologique. La fin du I^{er} siècle av. n. è. marque l'arrêt de la production de fer dans le secteur de Montrouch, l'activité se concentrant dès lors dans la zone du *Grand Ferrier* (Decombeix *et al.* 2000 : 29 et 33), pour prendre fin dans les années 260/270. Toutefois, la production n'est pas linéaire. Il faut tout d'abord tenir compte des périodes de ralentissements ou d'interruptions périodiques, de courte durée et difficilement observables (arrêt de la production pendant la mauvaise saison ou pendant quelques années) et des phases

d'arrêt plus longues (cf. p. 79). La production aurait dépassé 30 000 tonnes de fer durant la période impériale, si l'on tient compte des chiffres proposés lors des évaluations réalisées à la fin des années 1990⁴²¹ (Decombeix *et al.* 2000 : 77-85). C'est nettement plus que ce qui a pu être produit dans l'ensemble du massif de la Montagne Noire aux époques tardo-républicaine et augustéenne (cf. p. 320).

Or, il faut ajouter à ce chiffre la production des grands ferriers du Co d'Espérou, de Laprade-Basse et de Camp Naut, comparables par leur taille au Grand Ferrier du domaine des Forges⁴²². Les sondages réalisés dans les années 1980 sur le ferrier du Co d'Espérou ont montré l'existence d'une couche de scories peu épaisse datée du milieu du I^{er} s. de n. è., recouverte par un important dépôt de 4 m d'épaisseur datable du II^{ème} s. (Sablayrolles 1989a : 73). Le ferrier de Laprade-Basse atteindrait quant à lui une surface de 4 ha à l'origine, pour un volume de 100 000 m³ de déchets et une production de fer équivalente à celle du Grand Ferrier. Son activité a couvert le Haut-Empire, l'abandon de ce centre semblant intervenir au III^{ème} siècle de n. è. Bien que le démarrage de l'activité ne soit pas clairement déterminé, le site semble tout de même avoir fonctionné en concomitance pendant au moins deux siècles avec celui du domaine des Forges (Decombeix *et al.* 2004 : 16).

Une série de vestiges permet d'entrevoir le cadre socio-économique de la production de fer dans deux de ces grands centres impériaux, le domaine des Forges et du Co d'Espérou. Si, au domaine des Forges, aucune structure de réduction n'a été identifiée lors de la fouille des couches de scories postérieures au I^{er} siècle av. n. è., plusieurs bâtiments destinés à l'alimentation et à l'hygiène collectives ont été repérés au cœur de l'amas, parmi lesquels un établissement thermal, construit dans la deuxième moitié du I^{er} siècle de n. è. sur un bâtiment antérieur difficilement interprétable (fig. 32-35). Les thermes sont utilisés jusqu'à la fin du II^{ème} siècle, époque à laquelle ils sont transformés en entrepôt. Un second bâtiment, de 200 m² environ correspond au II^{ème} siècle à un habitat. Abandonné entre la fin du II^{ème} siècle et le milieu du III^{ème} siècle, il est lui aussi transformé à cette époque en entrepôt alimentaire. Rapidement abandonné, il s'écroule en partie pour être ensuite recouvert de scories durant la dernière phase d'activité du site (Pailler *et al.* 1977 : 64 ; Fabre 2004b : 184).

Une structure similaire, a été identifiée sur le site du Co d'Espérou. Construit sur une couche de scories peu épaisse, un premier bâtiment remonterait au milieu du I^{er} siècle de n. è. Longue de 30 m et large de 15 m, cette solide construction entourée de contreforts comprend de vastes salles servant de magasins ou de réserves. Au début du II^{ème} siècle, ce bâtiment connaît une série de transformations : un petit ensemble thermal est ajouté à l'est et la partie la

⁴²¹ Selon Decombeix *et al.*, la production minimale de fer au Grand Ferrier à partir des bas-fourneaux du type classique organisés en batteries aurait été de 375 kg par jour (Decombeix *et al.* 1998 : 85). Cela donne une production annuelle de 112 t de fer calculée sur la base d'environ 300 jours de travail par an, qui tient compte des conditions climatiques des hauts-plateaux de la Montagne Noire, n'autorisant peut-être pas une activité en continue toute l'année. Sur cette base, une production d'environ 30 000 t de fer est restituée pour le seul secteur du Grand Ferrier durant la période comprise entre le tournant de l'ère et les années 260/270. Mais il faudrait soustraire de ce chiffre le hiatus dont il a été question plus haut et les arrêts de courte durée difficiles à identifier. Ce chiffre n'est donc qu'une estimation donnée à titre indicatif, et doit avant tout être considéré comme un ordre de grandeur.

⁴²² D'autres amas de dimensions similaires sont connus dans la région de Saint-Denis (Carreleit) et dans la vallée de la Dure (La Bertrande). Mais ils ne sont pas datés.

plus ancienne du bâtiment est réaménagée. L'ensemble est détruit par un incendie à la fin du II^{ème} siècle de n. è. puis les ruines sont ensuite recouvertes par les déchets de l'activité métallurgique qui semble se prolonger encore quelque temps (Sablayrolles 1989a : 74).

Enfin, sur le site de Laprade-Basse, un grand bâtiment d'usage inconnu a été construit dans la seconde moitié du I^{er} s. de n. è. sur une couche de scories antérieure. Il est abandonné et recouvert de scories à la fin du II^{ème} s. (Decombeix *et al.* 2000 : 36).

La sidérurgie de la Montagne est donc loin de connaître le sort des mines de cuivre, plomb et argent du Languedoc occidental. Bien présente dans le massif aux époques tardo-républicaine et augustéenne, cette activité augmente clairement en intensité sous l'Empire : l'essentiel de la production antique de fer de la Montagne Noire a été le fait des quelques établissements actifs aux trois premiers siècles de notre ère.

Il n'est guère possible de dresser un tableau comparable dans les Corbières. Il n'existe pas de sites aussi vastes que celui du domaine des Forges. Les ferriers les plus importants (Saint-Jean, Caraillet-Adoux) atteignent péniblement un hectare de superficie pour des volumes de déchets métallurgiques sans commune mesure. De plus, bien peu de ces sites semblent poursuivre leur activité au-delà du début du I^{er} s. de n. è. Le matériel recueilli dans le ferrier du Caraillet 1 de Palairac ne dépasse pas les années 20 à 50 de n. è. Dans le cas des sites Caraillet-Adoux 1 et Ferrières 1, le prolongement de l'activité jusqu'au milieu du I^{er} s. n'est pas certain. Enfin, la poursuite de la production de fer jusqu'à la fin du I^{er} s. sur les sites du Peyrou-Le Férié, de Caraillet 1 (Maisons) et de Saint-Jean doit être confirmée.

Deux sites prouvent tout de même que l'activité est effective durant la période impériale (Lizadou 1 et Vicence 4, I^{er}-III^{ème} s.). Leur production semble assez limitée d'un point de vue économique et temporel. Les ferriers ne dépassent pas 1 m d'épaisseur (0,45 et 0,70 m) et atteignent au maximum 400 m² (cf. p. 269). Aucun hiatus n'a été repéré dans la formation des dépôts de scories. Aucun aménagement connexe, tel qu'un bâtiment, n'a pour l'heure été identifié sur ces sites. De toute évidence, on se trouve en présence d'ateliers ne relevant en aucun cas du même type d'organisation que les grands complexes de la Montagne Noire.

On observe donc de nettes différences d'ordre chronologique et économique entre la production de fer des Corbières, qui paraît assez limitée après le I^{er} s., et celle de la Montagne Noire, où un niveau de développement proto-industriel a été atteint.

3.2.2. Les facteurs possibles de différenciation

Parmi les facteurs susceptibles d'expliquer cette situation, on peut en considérer quatre : un éventuel décalage chronologique, des conditions naturelles différentes, un contexte économique plus ou moins favorable, des cadres socio-juridiques distincts.

Un décalage chronologique

Nous avons vu qu'il existe des hiatus dans la chronologie des grands centres de la Montagne Noire. Ainsi, au domaine des Forges, aux arrêts saisonniers ou légèrement plus longs

(quelques années), difficiles à caractériser par la fouille, s'ajoutent une nette baisse d'intensité de l'activité au milieu du II^{ème} s., et vraisemblablement un arrêt de celle-ci durant peut-être un demi-siècle, au tournant des II^{ème} et III^{ème} s. (Domergue 1993 : 123-124). L'arrêt de l'activité durant des périodes plus ou moins longues, attribuée notamment à un défaut d'approvisionnement en combustible et à une nécessaire régénération du couvert forestier (Sablayrolles 1982 : 185), n'a-t-il pas pu permettre le développement d'une sorte de production de substitution dans les Corbières ?

La variable environnementale

Cette question illustre la nécessité de prendre en compte les caractéristiques naturelles des zones de production de fer dans l'examen de ce décalage.

On ne peut guère évoquer un accès plus difficile au minerai de fer des Corbières. Les gisements sont ici nombreux, faciles d'accès et les minerais qu'ils contiennent affichent globalement des teneurs en fer assez élevées. L'exploitation de ces dépôts au cours des siècles suivants, tant au Moyen Âge qu'à l'époque moderne, selon des techniques somme toute assez rudimentaires, semble démontrer que le potentiel intrinsèque de ces gisements ne paraît pas avoir considérablement diminué après le I^{er} s. de n. è.

En revanche, des modalités d'approvisionnement distinctes en combustible peuvent être envisagées. Dans ce domaine, il faut notamment mettre en avant une pluviométrie et plus généralement une hydrométrie différentes entre les deux régions. Le massif des Corbières est largement ouvert aux influences méditerranéennes et affiche une pluviosité faible à modérée. La partie centrale de la Montagne Noire – où se concentrent les complexes sidérurgiques – est quant à elle soumise à une nette influence atlantique, plus favorable au développement et à la régénération de la forêt. Ces facteurs pourraient expliquer en partie les différences relevées dans les modalités de production sidérurgique. La nature et les capacités de régénérescences des espaces boisés des Corbières n'auraient peut-être pas permis le développement d'une production concentrée dans ce massif. Ces caractéristiques auraient plutôt favorisé la persistance d'un mode de production plus souple, fondé sur de petits ateliers à la durée d'activité relativement courte, se déplaçant au gré des besoins. Ils seraient mieux adaptés aux caractéristiques des espaces forestiers, peut-être plus propices à un épuisement rapide⁴²³. Rappelons que c'est l'argument inverse qui a été avancé par l'équipe travaillant dans la Montagne Noire pour expliquer l'installation des grands complexes sidérurgiques dans le bassin supérieur de la Dure (Decombeix *et al.* 2004 : 13). Les caractéristiques naturelles de ce secteur ont certainement permis un approvisionnement en continu d'un même complexe sidérurgique, grand consommateur de charbon de bois.

Toutefois, ce sont là, en gros, les conditions climatiques actuelles, qui admettent bien évidemment certaines variations⁴²⁴. En l'absence de données paléoenvironnementales bien étayées, on ne peut guère restituer le milieu naturel des deux massifs durant la période

⁴²³ Ce schéma ne tient pas compte d'une éventuelle gestion de la ressource en bois, à l'image de ce qui est envisagé dans la région d'*Argentomagus*, dans l'Indre (Laüt 2010 : 418).

⁴²⁴ Ainsi, pour exemple, le sud-ouest des Corbières, secteur le plus proche du massif pyrénéen, présente des conditions d'humidité plus propices à un développement rapide du couvert forestier.

impériale⁴²⁵. Retenons avant tout que la principale zone de production de fer actuellement reconnue dans les Corbières se situe dans une zone ne bénéficiant pas des mêmes conditions hygrométriques que la principale zone de production de fer de la Montagne Noire.

Le poids du peuplement et des autres activités économiques

L'absence de grands complexes dans les Corbières pourrait aussi être liée à des modes d'occupation et d'exploitation du milieu différenciés. Dans la Montagne Noire, une certaine spécialisation de l'espace a été envisagée. Un secteur aurait été réservé à la métallurgie au centre du bassin supérieur de la Dure, où se trouvent deux des complexes connus dans le massif (domaine des Forges et Laprade-Basse). Le reste du bassin aurait été consacré à d'autres activités « essentielles pour le bon fonctionnement des ateliers, tels que le charbonnage et l'agriculture » (Decombeix *et al.* 2000 : 33-34). Selon ce schéma, qui reste à confirmer, une grande partie des activités économiques se développant dans le secteur seraient liées à la production de fer, selon un schéma proche de la situation envisagée en Morvan Auxois par M. Leroy *et al.* (Leroy *et al.* 2000b).

La question n'est pas de savoir si un tel schéma a pu se mettre en place dans les Corbières : le caractère très limité des sites de réduction identifiés à ce jour permet de répondre par la négative. Il faut en revanche se demander si les formes de peuplement et l'économie de ce massif n'ont pas empêché un tel développement.

On se heurte dans ce domaine à la large méconnaissance des modalités d'occupation de cet espace à l'époque impériale, en particulier dans les Hautes Corbières⁴²⁶. Toutefois, bien qu'assez mal caractérisés dans la plupart des cas, les sites d'occupation identifiés dans le secteur de Lacamp et dans les vallées adjacentes (fig. 264), dont certains correspondent à des *villae* (bassin de Talairan, Ournac *et al.* 2009 : 473-474), paraissent témoigner de la présence d'activités économiques diversifiées (agriculture, élevage...) dans ce secteur minier à l'époque impériale. De plus, le plateau de Lacamp a pu constituer un enjeu important d'un point de vue économique : abritant d'importantes réserves aquifères concentrées dans les calcaires dévonien (BRGM 1997 : 99-100), il est doté d'un potentiel agricole et pastoral assez élevé. Dans ces conditions, le poids des usages (et des usagers ?) de cet espace n'a peut-être pas autorisé une production de fer intensive. En l'état actuel des recherches, faute d'une meilleure connaissance des modalités d'occupation du secteur de Lacamp et de sa périphérie durant la période impériale, cette proposition reste là encore une hypothèse de travail.

⁴²⁵ Les sources écrites médiévales permettent d'identifier l'existence de forêts importantes dans la partie centrale de la Montagne Noire entre le XI^{ème} et le XIV^{ème} s., notamment dans le bassin supérieur de l'Orbiel (forêts de Nore, de Font-Basses, de La Fage, de Fajolle, bois de Gramentès, de la Grèze...), de la Dure (forêt de la Loubatière...) et de l'Alzeau (forêt de Ramondens...) (Caliste *et al.* 2007). Mais on ne saurait voir là l'héritage d'une situation antérieure de près de 10 siècles...

⁴²⁶ La carte des fermes et *villae* du Haut-Empire recensées dans l'Aude par M. Passelac au milieu des années 2000 est à ce titre significative. Elle témoigne du retard pris par la recherche archéologique dans les Corbières et la Montagne Noire.

Un cadre socio-juridique distinct

On ne peut exclure enfin l'intervention de facteurs d'ordre socio-juridique. Ceux-ci sont généralement difficiles à percevoir étant donné la rareté des sources écrites dans les zones de production métallique. Or, nous disposons en Languedoc occidental de l'apport de l'épithaphe du naviculaire Tib. Iunius Eudoxus découverte lors du démantèlement du mur d'enceinte de Narbonne au XIX^e s. (cf. p. 114 ; *CIL*, XII, 4398 ; Christol 2010 [2003] : 524). Cette dernière est l'un des rares documents épigraphiques fournissant un éclairage direct sur l'organisation et le contrôle de la production de fer en Gaule sous l'Empire (Sablayrolles 1989b : 157 ; Domergue *et al.* 2006 : 152). Il est tentant de mettre en perspective les données archéologiques désormais disponibles dans les Corbières avec cette inscription datée du II^{ème} s., afin de tenter d'éclairer la situation socio-juridique de la production de fer des Corbières sous l'Empire, si tant est que les *ferrariae ripae dextrae* puissent y être placées.

Une hypothèse formulée anciennement par M. Gayraud à ce sujet voudrait que les *ferrariae ripae dextrae* soient la propriété de la cité de Narbonne, et auraient été prises à ferme par le frère d'Eudoxus, Ti. Iunius Fadianus (Gayraud 1981 : 482 ; Domergue 2008 : 192 ; Bonsangue 2011 : 382-384). Pour justifier sa proposition, M. Gayraud écarte tout d'abord la possibilité que les mines de fer de la cité de Narbonne puissent être la propriété de riches particuliers, ne comprenant pas pourquoi ces derniers auraient fait appel à des *conductores*. Il rejette ensuite l'hypothèse de mines propriété de l'Empereur, constatant que le mode d'organisation des mines possédées par Tibère dans l'actuel Aveyron, ne correspond pas à celui des *ferrariae ripae dextrae* (cf. p. 354 ; Pailler 2011 : 218-226). Enfin, il note, dans le cas de *ferrariae* propriété de l'État, que celles-ci auraient relevé d'un *procurator metallorum* chargé de percevoir les redevances dûes par les exploitants, et qui « affermais les puits à une société de publicains dont on connaît un promagister d'époque flavienne » (*CIL* XII : 761). Il est difficile à ses yeux d'envisager la présence d'un échelon supplémentaire dans la perception des taxes avec la mise en place d'un *conductor* (Gayraud 1981 : 482).

L'hypothèse avancée par M. Gayraud n'est peut-être pas suffisamment étayée ou l'est parfois de manière hasardeuse, mais l'idée n'est pas inconcevable. Nous avons vu plus haut que le début du Haut-Empire est marqué par une implication plus forte de l'État dans le contrôle et la gestion des mines du domaine public (cf. p. 354). Ce phénomène paraît lié à l'apparition d'une véritable stratégie économique, destinée en particulier à mieux maîtriser la production des métaux et augmenter de cette manière les revenus de l'État (Sablayrolles 1989b : 157 ; Domergue 2008 : 196). Pour autant, les modalités d'exploitation et de contrôle de l'activité demeurent assez variées au sein du domaine public. A cette diversité s'ajoute la présence persistante d'autres catégories de mines ne relevant pas de ce domaine, et dont l'exploitation et le contrôle ne sont pas forcément dans les mêmes mains (Domergue 2004b : 231-232). Sur ce point, le cas des mines de fer de la Gaule est particulièrement significatif. Le régime de ces mines est varié à l'époque impériale, leurs revenus pouvant être perçus soit par l'Administration impériale par le biais des *Procuratores Ferrariarum*, soit par des organes locaux, soit par une institution émanant du Conseil des Gaules (*arca ferrariarum*), soit enfin par des particuliers (Sablayrolles 1989b ; Domergue 1994).

L'hypothèse d'un contrôle des mines de fer par des cités a été avancée par M. Mangin *et al.* à propos du district sidérurgique du Morvan-Auxois, dont l'activité débute au I^{er} s. Ils le

supposent contrôlé par la cité des Eduens, sur le territoire de laquelle il se trouve (Mangin *et al.* 1992 : 225-237 ; Leroy *et al.* 2000b : 17 ; Leroy 2001 : 86). Cette proposition repose en particulier sur la mise en lumière d'une zone dite *non aedificandi* dans l'espace sidérurgique en question. Son existence découlerait selon eux d'une décision de la cité éduenne et traduirait un partage de l'espace en fonction de modalités de gestion distinctes. L'agglomération gallo-romaine de Saulieu, située au sud de cette zone, correspondrait dès lors à un « probable centre de gestion et d'échanges de la zone, surtout à en juger par l'étoile de routes qui en rayonne ». Les auteurs notent par ailleurs la présence d'un « village de mineurs » au nord-est de Saulieu, dont l'organisation planifiée relèverait d'une décision d'une autorité supérieure (Leroy *et al.* 2000b : 17).

À l'ouest du Morvan-Auxois, dans l'actuelle forêt d'Alogny, au nord d'*Avaricum* (Bourges), l'existence d'une autre zone de production contrôlée par une autorité publique, en l'occurrence le Conseil des Gaules ou la cité des Bituriges, a été envisagée. Les auteurs se basent sur l'absence d'établissements ruraux et d'agglomérations secondaires, pourtant bien présents en périphérie de la zone. Cette situation indiquerait peut-être l'existence d'un espace réservé à la production de fer par une autorité publique (Dieudonné-Glad 1992 : 72 ; Dumasy 1994 : 217 ; Leroy 2001 : 90).

Dans le cas de Narbonne, la cité n'exploiterait pas directement les mines, mais en percevrait uniquement les revenus (Domergue 2004b : 231-232 ; Domergue *et al.* 2006 : 152). Ti. Iunius Fadianus agirait en tant que particulier, dont le frère possède qui plus est des intérêts dans le commerce maritime, dans lequel il paraît être engagé à la fois pour son compte, mais aussi pour celui de l'État⁴²⁷. Les activités de ces deux frères éclaireraient ainsi l'imbrication des affaires économiques d'une famille importante de Narbonne au II^{ème} s.⁴²⁸. Engagée dans le commerce maritime, celle-ci aurait-elle cherché à s'assurer en quelque sorte des débouchés pour le produit des mines de fer contrôlées par l'un de ses membres ?

Une seconde hypothèse envisagerait un système hybride, fondé sur la ferme « semi-publique » appliquée uniquement dans le cas des mines de fer. Dans ce schéma, des zones de production seraient affermées à des particuliers, les *conductores*, vraisemblablement d'un haut niveau social, qui en percevraient les revenus au nom et au profit de l'État. Ce système s'apparenterait à celui de la ferme publicaine de la période républicaine et se rapprocherait selon C. Domergue de la fonction des *navicularii* et des *negotiatores* qui assuraient le ravitaillement de Rome dans le cadre de l'annone (Domergue 2008 : 203). L'auteur s'appuie en particulier sur l'exemple fourni par les mines de fer de Norique, de Pannonie et de Dalmatie, qui dépendaient au début du II^{ème} s. de *conductores* (fermiers), tels que Q. Septueius Clemens, *con(ductor) fer(rariarum) N(oricarum), P(annonicarum), D(almaticarum)*⁴²⁹ (CIL III : 4809).

⁴²⁷ Si l'on suit l'hypothèse de M. Gayraud (Gayraud 1981 : 534-536) reprise par M. Christol (Christol 2011 [1982] : 601).

⁴²⁸ La question du poids des liens de parenté dans les stratégies économiques des grandes familles de l'Empire a été examinée notamment par J. Andraeu et plus récemment S. Pittia. D'après l'analyse de cette dernière, les liens de parenté ont effectivement pu jouer dans les affaires des membres de ces familles, par le biais de « stratégies communes, de concertation mutuelle, d'avantages concédés ». Pour autant, le phénomène ne paraît pas avoir été systématique, et a pu varier dans ses modalités et dans la force des « soutiens » en question (Pittia 2004 : 41-42).

⁴²⁹ *Isidi Norei(ae) / v(otum) s(olvit) l(ibens) m(erito) / pro salute / Q. Septuei Clementis / con(ductoris) fer(rariarum) N(oricarum) p[...] d[...] / et Ti. Cl(audi) Heraclae / et Cn. Octa(vi) Secundi / pro(curatorum) fer(rariarum) Q. Septueius / Valens*

A vrai dire, rien ne permet de connaître précisément de quelle entité relevaient les *ferrariae ripae dextra*. On ne peut exclure ni l'une, ni l'autre de ces hypothèses. Reste à savoir quel est le rôle effectivement joué par Ti. Iunius Fadianus : s'est-il contenté de percevoir lui-même un revenu sur la production de fer des Corbières ou a-t-il été plus impliqué dans l'exploitation des *ferrariae* ? Ce que l'on connaît pour l'heure de la production de fer des Corbières durant l'Empire, assurée par des sites particulièrement réduits (Vicence 4, Lizadou 1), ou dont l'activité ne dépasserait pas le milieu du I^{er} s. av. n. è. – quand elle est correctement datée – ne semble pas compatible avec l'existence d'un seul gros entrepreneur, notable de sa cité, concentrant entre ses mains l'ensemble de la production du massif. Un établissement comme celui de Saint-Jean pourrait certes intégrer un tel cadre, mais nous ne disposons pas d'indices probants d'une poursuite de son fonctionnement au-delà du I^{er} s.

Qu'il ait été directement impliqué dans cette activité ou qu'il en ait uniquement perçu les revenus, Ti. Iunius Fadianus avait intérêt à ce qu'il y ait une production de fer dans les Corbières. Pour autant, en l'état actuel des recherches, l'activité sidérurgique présente dans le massif ne paraît guère répondre aux canons d'une exploitation concentrée et très organisée. L'initiative locale pourrait avoir trouvé une plus large place, prolongeant peut-être une situation antérieure. Elle se rapprocherait de la production identifiée dans de petits districts, tels que celui des Baronnie ou du massif de Larla, à laquelle participait une main d'œuvre locale libre, et qui n'a pas donné lieu à la mise en œuvre de modes de production concentrés et intensifs (Beyrie *et al.* 2000 : 52 ; Beyrie *et al.* 2003 ; Sablayrolles 2005 : 418).

Dans la Montagne Noire, les grands complexes sidérurgiques, au caractère communautaire affirmé, renvoient quant à eux très clairement à la présence d'entités puissantes à la tête de l'activité à l'époque impériale. Mais il est difficile de savoir si ces établissements étaient indépendants ou relevaient d'une même autorité. La proximité géographique des complexes du bassin supérieur de la Dure d'une part, des sites de la région de Saint-Denis d'autre, et leur localisation dans une même unité naturelle dans les deux cas, iraient dans le sens de la seconde hypothèse (Decombeix *et al.* 2000 : 35). Nous avons vu que différentes entités pouvaient prétendre au contrôle de ce type de centre. Faut-il placer à la tête de ces centres des entrepreneurs privés aux moyens économiques conséquents, successeurs possibles des personnages dont les noms figurent sur les barres de fer des Saintes-Marie-de-la-Mer⁴³⁰ ? Ou doit-on envisager un contrôle plus direct de l'État, sous la houlette de fonctionnaires impériaux (Domergue 2004c : 188) ? La question reste posée, faute de disposer de nouveaux documents, en particulier épigraphiques. Par ailleurs, le mode de gestion a pu évoluer entre le I^{er} et le III^{ème} s., selon des modalités qui nous échappent.

Quoi qu'il en soit, ce sont avant tout des modes de gestion différenciés qui peuvent être actuellement mis en avant pour expliquer la distinction entre les sites de production des Corbières et les grands complexes sidérurgiques de ce massif. Dans ce domaine, on ne peut pas écarter l'influence des cadres politiques et administratifs. Si l'on suit en effet M. Gayraud, une grande partie du versant sud de la Montagne Noire, à l'ouest de l'interfluve Argent-Double-Ognon, n'était pas située dans la cité de Narbonne mais plutôt dans celle de Carcassonne, qui

pro(curator) ferr(ariarum) (CIL III : 4809).

⁴³⁰ Au sujet du débat entourant ces barres, cf. p. 315 et suivante.

ne serait rattachée à celle de Narbonne qu'entre 282 et 333 (Gayraud 1981 : 323-325). Or, c'est dans ce secteur que se concentrent les complexes sidérurgiques. En revanche, une grande partie des Corbières, dont la partie centrale du massif où se trouvent les gisements de fer et la majeure partie des sites de réduction connus à ce jour, serait située sur le territoire de Narbonne. Ces cadres politiques et administratifs distincts peuvent-ils expliquer les différences perçues dans les modalités de contrôle et de gestion de la production de fer entre ces deux régions ? Cette hypothèse irait dans le sens d'une gestion de la production à l'échelle des cités.

Toutefois, il faut rappeler qu'il existe aussi de petits ateliers actifs à l'époque impériale dans la Montagne Noire, à l'image des ferriers 27 et 151 du bassin supérieur de la Dure, qui ont tout deux livré de la céramique sigillée sud-gauloise (Decombeix *et al.* 2004 : 23-24). Ces sites sont la traduction d'une organisation plus complexe, où des ateliers répondant à d'autres schémas de production, plus proches du modèle envisagé dans les Corbières, auraient côtoyé les grands centres sidérurgiques. Cette hypothèse ouvre de nombreuses perspectives de recherche. Une reprise des recherches dans le massif s'avère nécessaire, incluant notamment un programme ambitieux de sondages archéologiques sur les sites de réduction du massif. L'objectif serait de préciser la chronologie des petits ferriers et partant, l'organisation de la production du fer du massif. Il s'agirait en outre de caractériser les technologies mises en œuvre sur ces petits ateliers, afin de vérifier l'existence d'une tradition technique commune aux grands complexes et aux petits établissements et tenter de comprendre les modalités d'apparition du bas-fourneau « classique » des Martys.

Bilan intermédiaire

Le I^{er} s. de n. è. semble être un autre moment important dans l'économie du métal du Languedoc occidental, avec la probable baisse d'intensité de l'exploitation des gisements non-ferreux de la bordure sud-orientale du Massif central (fig. 291). Les rythmes de cette évolution et les causes de ce phénomène ne peuvent être perçus à l'aune des éléments à notre disposition. Néanmoins, il faut peut-être voir là l'une des conséquences, tardives, des changements envisagés dans l'organisation et la gestion des ressources minières de l'Empire. À moins que ce phénomène soit simplement le fait de facteurs micro-régionaux difficiles à expliquer.

À partir de ce siècle, très rares sont les indices permettant d'envisager une mise en valeur des gisements non-ferreux du Languedoc occidental. Dès lors, la production métallique de cet espace paraît largement dominée par la production de fer, assurée essentiellement par les grands complexes sidérurgiques de la Montagne Noire. Ceux-ci appartiennent à un mode de production concentrée et sont dirigés par une entité puissante. Ils alimentent les grands circuits d'échanges de l'Occident romain. Pour autant, les sites de réduction d'époque impériale découverts dans les Corbières, qui s'ajoutent à quelques petits établissements moins bien connus identifiés dans la Montagne Noire, montrent que la sidérurgique languedocienne a suivi un schéma économique et sans doute socio-juridique complexe, dans lequel une petite activité sidérurgique dispersée a pu se maintenir, parfois à proximité des grands complexes (sites 151 et 27, Montagne Noire). Les données à notre disposition ne permettent pas d'engager une réflexion approfondie sur les facteurs de différenciation entre ces deux catégories de site.

Cependant, associés au fait qu'une majorité de sites de réduction des Corbières et de la Montagne Noire demeurent non datés, ces éléments incitent à rester prudent dans nos interprétations, *a fortiori* lorsque l'on aborde la situation de l'économie du métal à partir du III^{ème} s.

4. LE BAS-EMPIRE, TEMPS DE RECOMPOSITIONS (IV^{ÈME}-V^{ÈME} S.)

4.1. La fin de la production concentrée

Au domaine des Forges, aucun élément n'indique une poursuite de l'activité au-delà des années 260/270 (Domergue 1993 : 123-124 ; Decombeix *et al.* 2000 : 24). Cet abandon intervient après une période de production vraisemblablement importante, de l'ordre d'un demi-siècle, dont les déchets paraissent recouvrir l'ensemble du ferrier, mais aussi les bâtiments utilisés au cours des deux siècles précédents et abandonnés durant cette dernière phase. Les ateliers à l'origine de cette production ne sont toutefois pas connus. Au Co d'Espérou, les traces d'activité les plus récentes semblent dater de la fin du II^{ème} s. ou du début du III^{ème} s. (Sablayrolles 1989a : 75). Le bâtiment du II^{ème} s. est ici abandonné avant la fin de l'activité. Mais là encore, les derniers temps de l'activité (organisation de la production, moment précis de l'arrêt...) ne sont guère connus. Le complexe de Laprade-Basse paraît quant à lui abandonné au III^{ème} s. (Decombeix *et al.* 2000 : 33).

Le moment où se placent ces arrêts, entre le tournant des II^{ème} et III^{ème} s. et le milieu du III^{ème} s., révèle l'existence d'une étape importante dans la production de fer languedocienne. Celle-ci marque la fin de la production de fer concentrée, modèle non exclusif comme on l'a vu, mais de loin le plus productif, impliquant la concentration d'une main d'œuvre importante dont le statut nous échappe⁴³¹, l'usage, sans doute, de techniques évoluées et la construction de bâtiments « communautaires ». Comment donc interpréter ce changement ? La contemporanéité – relative – de l'arrêt de la production des trois centres incite à attribuer cet arrêt sinon à une cause, du moins à un même phénomène. Mais quel phénomène ? S'inscrit-il dans un mouvement plus général touchant l'ensemble de la région ?

4.2. Les facteurs de causalité : analyse critique de quelques hypothèses

4.2.1. La concurrence d'autres centres de production

On ne connaît pas à ce jour en Gaule méditerranéenne, et plus largement en Gaule du Sud, de centres équivalents aux complexes sidérurgiques de la Montagne Noire datés du Bas-Empire. Les monts du Vaucluse abritent une autre grande zone de production de fer de la Gaule méditerranéenne, où un nombre équivalent de sites de traitement ont été répertoriés. Mais la chronologie et l'ampleur de l'activité antique sont encore très mal cernées⁴³² (Pagès 2008 : III, 40-41).

⁴³¹ Au sujet du statut de la main d'œuvre dans les mines antiques, cf. p. 329.

⁴³² Cette activité couvre au moins le Bas-Empire. Mais la majorité des sites demeure non datée. La datation ¹⁴C signalée par G. Pagès (239 ± 150) paraît peu significative étant donné le large intervalle chronologique désigné (Pagès 2008 : III, 40).

Outre ce secteur il ne semble pas exister de zones de production comparables à celle de la Montagne Noire et susceptibles de la concurrencer à la fin du Haut-Empire (fig. 277). Au sud du Languedoc occidental, l'évolution de la zone de production de fer du Canigou après le I^{er} s. de n. è. n'est pas bien caractérisée. Quoi qu'il en soit, aucun élément ne semble démontrer pour l'heure une poursuite de la production de fer au Bas-Empire (Mut, Kotarba 2007 : 151 ; Pagès 2008 : III, 38 ; Munteanu 2010 : 106). Dans les Alpes, la zone de production de fer identifiée dans le Mercantour compte à ce jour une trentaine de sites relativement réduits (< 1,50 m d'épaisseur) dont la chronologie couvre une large fourchette (II^{ème} s. av. n. è. - VII^{ème} s. de n. è.)⁴³³. Plusieurs autres petites zones sidérurgiques ont été identifiées dans les Alpes du Sud (Fontaine-de-Vaucluse, 3 ferriers ; plateau de Canjuers, 17 ferriers ; plateau d'Albion, 16 ferriers)⁴³⁴, sur les contreforts des Cévennes (Bois des Lens, 10 ferriers) et sur le Causse de Sauveterre (21 ferriers). Toutefois, la chronologie de l'activité est généralement très floue (Pagès 2008 : III : 25-33). Ainsi, les ferriers de Fontaine-de-Vaucluse n'ont pas livré d'éléments de datation. Sur le plateau de Canjuers, un seul site de réduction a été daté (datation ¹⁴C ; V^{ème} s.). Sur le plateau d'Albion, quelques tessons de céramique sigillée (La Graufesenque et Lezoux) ont été découverts anciennement (1915) sur deux ferriers. Ils inciteraient à dater du Haut-Empire une partie de l'activité sidérurgique développée dans ce secteur (Tallah 2004 : 177, 350-357 ; Pagès 2008 : III, 31). Au Bois des Lens, la période d'activité paraît circonscrite au I^{er} s. av. n. è. (Bessac, Bonnaud 1998 ; Pagès 2008 : III, 27) mais la fouille du site du Gravas a montré que la zone a pu connaître une activité plus récente (IV^{ème} s. ; Pagès 2008 : III, 27). Enfin, sur le Causse de Sauveterre, des tuiles (*tegulae* ?) ont été découvertes sur la majorité des ferriers identifiés, qui incitent G. Pagès à inclure cette production dans une large fourchette chronologique couvrant toute l'Antiquité (Pagès 2008 : III, 32).

A ces zones où sont connues à ce jour une vingtaine d'unités tout au plus s'ajoutent une série de sites de réduction paraissant actuellement isolés⁴³⁵, généralement de petites dimensions, tous localisés dans les Alpes du Sud. La chronologie de ces sites est assez vague, mais couvre dans la plupart des cas la période antique. L'établissement le mieux connu (atelier des Esperelles à Martigues, daté des III^{ème}-IV^{ème} s.) n'a fonctionné qu'une seule fois (Pagès 2008 : III, 15-23).

Enfin, à l'ouest du Languedoc, dans les Pyrénées, aucune zone de production importante n'est active à la fin du Haut-Empire et au Bas-Empire. Dans les Pyrénées centrales, le site de Lercoul, daté du III^{ème} s., est pour l'heure totalement isolé. Etant donné le volume de scories produites sur ce site (estimé à 300 m³), sa production n'est en aucun cas comparable à celle des grands complexes de la Montagne Noire (Dubois 2000 : 61). De fait, contrairement à une récente proposition (Pagès 2008 : I, 49), on ne peut pas mettre sur un même plan l'atelier de Lercoul et le centre du domaine des Forges. Les deux sites renvoient à nos yeux à deux schémas de production et deux modèles économiques distincts⁴³⁶. Plus à l'est, la chronologie de la zone

⁴³³ Morin, Rosenthal 2002 ; communication orale D. Morin, 2009.

⁴³⁴ Chiffres de 2008. Il est à noter que le développement de la sidérurgie au haut-fourneau dans le Sud des Alpes aux époques moderne et contemporaine a entraîné l'exploitation d'anciens ferriers, engendrant la destruction d'un nombre indéterminé de sites de réduction (Pagès 2008 : III, 31 et 40).

⁴³⁵ Cet isolement pourrait être lié en grande partie à des facteurs taphonomiques et/ou à un retard de la recherche archéologique.

⁴³⁶ Pour G. Pagès, le site de Lercoul (production estimée à 140 t de fer ; Dubois 2000) serait une *exploitation concentrée*, au même titre que le vaste complexe sidérurgique du domaine des Forges. Rappelons que le volume

de production sidérurgique identifiée dans le Pays d'Aspet (31) reste encore très mal caractérisée (Mantenant 2006 : 174-191) et les trente-trois sites de réduction identifiés dans les Baronnie ne peuvent être rapprochés du mode de production identifié dans la Montagne Noire en raison de leurs dimensions très limitées⁴³⁷. De plus, la principale phase d'activité semble couvrir les deux premiers siècles de notre ère (Beyrie *et al.* 2000 : 47-48). Enfin, la production de fer antique identifiée dans les massifs de l'Ursuya, d'Errola et de Larla, importante à l'échelle des Pyrénées occidentales, ne paraît pas dépasser le III^{ème} s. De plus, il n'existe pas dans ces secteurs de sites comparables aux centres de la Montagne Noire (Beyrie, Kammenthaler 2008 : 28-31).

En l'état actuel des recherches, on ne peut donc pas identifier dans le Sud de la Gaule des sites de production fondés sur le même modèle économique que les complexes sidérurgiques de la Montagne Noire et susceptibles d'avoir concurrencé ces derniers au III^{ème} s.

4.2.2. Un contexte économique défavorable

L'arrêt de l'activité alors même que celle-ci paraît avoir atteint un niveau important sur le domaine des Forges semble montrer dans ce cas précis que ce processus n'est pas lié à une longue phase de déshérence de l'ensemble de la branche. Ce phénomène ne paraît pas non plus être la conséquence d'une décision subite ou d'un événement brutal : les données chronologiques actuellement disponibles paraissent indiquer un décalage de plusieurs décennies entre la fin des productions du Co d'Espérou et du domaine des Forges.

Il est fort probable que les caractéristiques de la production concentrée aient impliqué d'autres facteurs d'arrêt propres à ce type de production et s'insérant dans un processus socio-économique complexe.

On pense tout d'abord au contexte micro-régional, peut-être défavorable à la poursuite de cette activité. Dans ce domaine, nous nous heurtons à la très large méconnaissance du peuplement du massif au III^{ème} s. Néanmoins, un point doit être considéré ici : les problèmes que peut poser une surexploitation du milieu naturel dans la longue durée, susceptible d'engendrer notamment des difficultés d'approvisionnement en charbon de bois à terme. Il n'est pas exclu qu'une phase de rupture ait été atteinte au III^{ème} s., se traduisant par une dégradation des sols et une évolution défavorable de la couverture végétale, à l'image des phénomènes observés dans la basse vallée du Rhône dans des conditions similaires (Berger 2003 : 140 ; Neboit-Guilhot, Lespez 2006 : 341). Nous ne disposons pas dans ce domaine de données paléoenvironnementales susceptibles d'apporter un éclairage bienvenu. Cette hypothèse reste donc une perspective de travail.

total de scories présentes au domaine des Forges atteindrait plus de 110 000 m³ (production de près de 37 000 t de fer, Decombeix *et al.* 1998 : 85) pour environ trois siècles d'activité. Cette remarque illustre à notre avis les problèmes que pose la typologie des entreprises de réduction directe proposée par G. Pagès (Pagès 2008 : I, 27-31 ; pour une définition des moyens de production *concentrés*, voir p. 30-31).

⁴³⁷ Dix-neuf sites ont une superficie inférieure ou égale à 50 m², quatre autres sont compris entre 50 et 200 m² et cinq seulement dépassent 200 m², les plus grands mesurant 450 m² et 600 m². Dans ce dernier cas, l'épaisseur du ferrier dépasse 3 m (Beyrie *et al.* 2000 : 48).

En vérité, ce phénomène doit être replacé dans son contexte économique. Considérons dans un premier temps Narbonne, qui, nous l'avons dit, bénéficie d'un essor exceptionnel au I^{er} s. de n. è. et constitue l'un des pôles de redistribution et certainement de consommation du fer de la Montagne Noire au Haut-Empire. Or, à partir du II^{ème} s. et peut-être dès la fin du I^{er} s., le port de Narbonne semble perdre sa prépondérance (cf. p. 47) en raison notamment d'une réorientation des réseaux d'échanges en direction du nord de la Gaule et de la Germanie (Christol 1996 : 16-17). La vallée du Rhône devient un axe de circulation prépondérant au détriment de l'Isthme gaulois, dont l'importance décline. Pour autant, la ville garde un rôle majeur, non seulement économique – elle reste l'un des principaux ports de la Méditerranée nord-occidentale – mais aussi politique, en tant que capitale de la Narbonnaise. En revanche, le III^{ème} s. marque une césure dans le développement de la ville, avec le recul de son emprise, conjugué à un net retrait de cette dernière dans les sources écrites (Gayraud 1981 : 1 ; Ginouvez 2002 : 92 ; Sanchez *et al.* 2011 : 215). Notons que la plupart des villes de Narbonnaise connaissent sinon des restructurations, du moins, une sorte de « dépérissement » à la fin du II^{ème} et au III^{ème} s., caractérisé notamment par la destruction ou l'abandon de certains quartiers⁴³⁸.

Cette évolution s'accompagne en Languedoc occidental d'une rétractation de plusieurs agglomérations, tels que *Sostomagus* ou *Eburomagus*, qui ne fournissent guère d'indices d'occupation pour le III^{ème} s. Les causes d'une telle rétraction sont plurielles. Elles peuvent s'expliquer tant par une diminution du trafic le long de l'axe Aude-Garonne que par la réforme administrative qui, entre 282 et 333, entraîne la disparition de la cité de Carcassonne, dont le territoire est partagé entre les cités de Toulouse et Narbonne (Passelac 2003 : 105-106). Par ailleurs, la diminution du nombre d'établissements ruraux, entamée dès le début du II^{ème} s., se poursuit au III^{ème} s. dans une grande partie des campagnes languedociennes (Mauné 1998a : 106-117 ; Raynaud 2001 : 252-253 ; Passelac 2009 : 101-103)⁴³⁹. Ce phénomène paraît toutefois toucher essentiellement les unités de taille moyenne ou modeste⁴⁴⁰, les très grands établissements, de type *villae*, étant en revanche largement épargnés (Raynaud 2001 : 250-251 ; Buffat 2011 : 162-164).

Cette évolution des formes de peuplement est concomitante d'une série de transformations des productions du monde rural. La viticulture, importante dans les plaines languedociennes, semble ainsi se rétracter à partir de la fin du II^{ème} s. et au III^{ème} s. (Brun, Laubenheimer 2001 : 214-216) parallèlement à la large réduction du nombre d'officines de potiers fabriquant des amphores vinaires. Les changements intervenus sont vraisemblablement liés avant tout à des rééquilibrages géographiques et socio-économiques, touchant une production intensive et spéculative, étendue à des terroirs peu favorables et en surcapacité, mal armée pour faire face à la concurrence de régions viticoles extérieures à la Narbonnaise dans une conjoncture économique moins favorable après l'essor du I^{er} s. (Mauné 1998a : 113 ; Brun,

⁴³⁸ Voir notamment les différents schémas d'évolution proposés pour les villes d'Arles, Aix-en-Provence et Nîmes dans Fiches 1996a.

⁴³⁹ C. Raynaud dresse un tableau synthétique du phénomène à partir des données recueillies dans la Basse Ardèche, le Biterrois, le Lodévois, le Lunellois et la Vaunage par F. Favory, J. Goury, S. Mauné, L. Schneider et lui-même (Raynaud 2001 : 252-253).

⁴⁴⁰ Le statut de ces établissements est toutefois problématique. S'agit-il de petites exploitations familiales libres ou au contraire ces sites ruraux correspondent-ils à des dépendances d'établissements plus importants de type *villae* voire des agglomérations ? (Raynaud 2001 : 251).

Laubenheimer 2001 : 213-214 ; Buffat *et al.* 2001 : 105-110)⁴⁴¹. Encore une fois, cette évolution n'atteint pas de manière uniforme l'ensemble de la Gaule narbonnaise, dans la mesure où certaines régions de production viticole semblent échapper au phénomène (Buffat 2011 : 162).

Dès lors, comment se positionne la production de fer dans cette conjoncture ? Le piège serait de tomber dans des rapprochements trop faciles. Néanmoins, on ne peut plus déconnecter les grands complexes sidérurgiques de l'ensemble des phénomènes qui touchent le Languedoc occidental. Ceux-ci témoignent d'une large restructuration de certains pans de l'économie régionale. Dans ces conditions, un désengagement progressif pour des raisons économiques de l'entité ou des entités qui contrôlai(en)t l'activité doit être envisagé en priorité. Celui-ci pourrait être induit par des difficultés d'approvisionnement en matières premières, un éventuel manque de main d'œuvre, une surproduction (?), un étiolement, un rétrécissement ou un effondrement des solides réseaux commerciaux qu'impliquent l'écoulement du fer produit dans ces centres, conjugué à la concurrence d'autres régions de production⁴⁴². Par ailleurs, ces entités ont pu rencontrer des problèmes dans les autres activités économiques dans lesquelles elles avaient investi, ou tout simplement chercher à réorienter leurs capitaux vers des régions de production ou des activités plus rentables, plus sûres d'un point de vue économique, ou mieux situées par rapport aux marchés visés. Faut-il voir là le fruit d'une réflexion politique et économique émanant de l'État romain ? Cette question en appelle d'autres, nombreuses. Mais notre totale méconnaissance des modalités de contrôle de ces centres de production invite à rester prudent. Concernant le contrôle des sites de production métallique, R. Sablayrolles et C. Domergue ont ainsi montré que ni l'initiative privée, ni l'initiative impériale, ni les organes locaux ou régionaux (Cité, Conseil des Gaules) ne pouvaient être écartés à l'époque impériale (Sablayrolles 1989b ; Domergue 2008 : 196-204).

Notons toutefois que les lentes recompositions observées à la fin du Haut-Empire en Languedoc occidental, et plus largement en Gaule Narbonnaise, dans les modes d'exploitation des campagnes, dans les modalités de peuplement, et dans les circuits d'échanges régionaux ou plus lointains, interviennent après une période d'essor important. Elles ont peut-être eu raison d'un mode de production concentré inadapté au nouveau contexte économique et peut-être lui-même soumis à des difficultés intrinsèques croissantes, notamment en ce qui concerne les sources d'approvisionnement en combustible.

Des parallèles existent ailleurs en Gaule. Ainsi, toutes proportions gardées, sur l'atelier des Clérimois (Yonne) se développe entre la fin du II^{ème} s. av. n. è. et la fin du II^{ème} s. de n. è. une activité importante, inscrite dans la durée, dont la gestion est rationalisée et à laquelle M. Leroy attribue le qualificatif de « *semi-industriel* » (Dunikowski, Cabboï 1995 ; Leroy 2001 : 89 Cabboï *et al.* 2007 : 53-61). Or, le III^{ème} s. correspond là encore à une étape importante. Elle se traduit non pas par la fin de l'activité, mais par la mise en place d'un nouveau type d'organisation et

⁴⁴¹ Parmi les facteurs pouvant expliquer la baisse du nombre de sites ruraux, S. Mauné cite par ailleurs une pression fiscale plus forte, l'augmentation des dettes, la surproduction agricole et la chute des prix. Ces facteurs pourraient avoir été aggravés par la peste intervenue dans les années 166-167 et le poids des événements militaires au III^{ème} s., siècle mouvementé, impliquant notamment l'enrôlement d'une partie de la paysannerie (Mauné 1998a : 114 et notes 199 et 201 ; Christol 2006 : 249-254).

⁴⁴² On pense notamment à des régions de production proches de la frontière nord de l'Empire, actives au III^{ème} s. (Eifel, Pannonie, Norique, Midlands orientales ; Domergue 2008 : 91-92).

L'adoption de nouvelles techniques. Sur ce dernier point, l'abandon de la production en batterie induit une diminution du nombre de fourneaux et l'utilisation de structures de plus petit module. Cette évolution pourrait traduire une fluctuation des besoins en fer et peut-être une baisse de la demande ou un retrécissement des réseaux de distribution (Leroy 2001 : 90) voire de nouvelles pratiques de récupération des métaux usagés. Une situation similaire a été perçue sur le site des Ferrys, à La Bussière (Rebiscoul 2003 : 138). C'est peut-être le même phénomène qui touche les centres de la Montagne Noire, mais de manière plus extrême, à l'image de la production de fer de ces sites au Haut-Empire.

4.2.3. La poursuite d'une production sidérurgique dispersée

L'hypothèse a été émise récemment qu'à cette production concentrée succéderait à partir du milieu du III^{ème} s. un phénomène de dispersion des sites de réduction dans l'ensemble de la Gaule méditerranéenne, en particulier à l'est du Rhône (Pagès 2008 : I, 47-48 et 252). Ce phénomène renverrait à une situation perçue à la fin de l'Antiquité dans l'Est de la France, dans des contextes historiques somme toute bien différents de celui de la Gaule méditerranéenne et selon des modalités assez mal connues. Il témoignerait d'une diminution des approvisionnements à longue distance (Leroy *et al.* 2000b : 20-21 ; Leroy 2001 : 92-93).

Certes, l'hypothèse en elle-même est séduisante, mais elle doit sans doute être reformulée. La césure que représente le III^{ème} s. met fin avant tout à un mode de production spécifique (de niveau proto-industriel), propre à une région de production (la Montagne Noire), qui est en définitive un cas singulier dans le paysage sidérurgique du Sud de la Gaule. En revanche, le III^{ème} s. ne paraît pas constituer le moment où apparaît un nouveau type de production caractérisé par une dispersion d'initiatives sidérurgiques modestes, qui aurait été absentes au Haut-Empire. En définitive, ce modèle économique n'a sans doute pas disparu avec l'avènement des grands complexes de la Montagne Noire. Dans le Languedoc occidental, situé dans le premier cercle des débouchés des centres sidérurgiques de la Montagne Noire, il semble bien en effet que des sites de production bien plus réduits aient continué à exister, nonobstant la présence de ces grands centres. La période d'activité des sites de Lizadou 1 et Vicence 4 tend à le démontrer. Il n'est pas exclu que d'autres découvertes, parmi les très nombreux sites de réduction non datés, témoignent de la persistance en Languedoc occidental durant toute la période impériale d'une petite sidérurgie obéissant à un schéma de production distinct de celui des grands centres. Sans nier l'importance de la production de fer de ces derniers, sans commune mesure avec celle de ces petits ateliers, cette évolution incite à écarter la notion de dispersion de l'activité sidérurgique. Elle renvoie à un marché du fer languedocien plus complexe que ce qui a pu être proposé jusqu'à présent. Dès lors, il s'agit de remettre les centres de la Montagne Noire à leur juste place : des sites exceptionnels dans le paysage sidérurgique du Sud de la Gaule, qui n'ont pas forcément annihilé la production artisanale.

Bilan intermédiaire

Les sites d'extraction et de production de fer datés des derniers siècles de l'Antiquité demeurent très mal connus en Languedoc occidental, et plus largement en Gaule méditerranéenne. Par ailleurs, excepté quatre datations ¹⁴C permettant d'envisager des interventions à la même époque sur le gisement de Bouco-Payrol (Léchelon 2011 : 254), la production des métaux non-ferreux languedocienne est encore plus mal lotie.

Dans ces conditions, le Bas-Empire apparaît encore aujourd'hui comme le parent pauvre de l'archéologie du métal. La rareté des données actuellement disponibles ne permet de proposer qu'une série d'hypothèses quant à l'évolution de la production des métaux après le tournant que paraît représenter le III^{ème} s. Au cours de ce siècle, le modèle d'une production concentrée illustré par les grands complexes sidérurgiques de la Montagne Noire semble disparaître. Ce phénomène s'inscrit pleinement dans la conjoncture socio-économique du III^{ème} s. Les changements intervenant à cette époque, perçus à des échelles, des rythmes et selon des modalités variables suivant les régions et les secteurs économiques, paraissent traduire non pas une véritable crise propre au III^{ème} s., mais plutôt un phénomène « *d'étiollement* », « *d'assoupissement* » ou « *d'atonie* » qui plonge ses racines dans le II^{ème} s. Cette évolution ne préfigure pas la situation de la région au cours des siècles suivants, qui ne se caractérise pas par un effondrement continu. Au contraire, les événements politiques, militaires et économiques semblent donner à nouveau une certaine importance à la Narbonnaise à partir de la fin du III^{ème} s., suite à la réorganisation de l'Empire après l'effondrement des provinces frontalières du Nord-Est (Fiches 1996b : 12 ; Christol 1996 : 23-29 ; Christol 2010 : 626). Dans ces conditions, on ne peut exclure à l'avenir de nouvelles découvertes contredisant l'impression laissée actuellement par l'état actuel de la recherche dans le domaine de l'archéologie du métal, pour la période considérée dans ce chapitre.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Ce travail visait à mieux caractériser l'évolution de la production des métaux entre le début du second âge du Fer et la fin de la période romaine dans le Languedoc occidental, à travers une analyse des informations archéologiques et historiques inscrite dans la longue durée. Dotée d'un riche potentiel minier, placée à la croisée d'axes d'échanges importants reliant le monde méditerranéen au monde atlantique et nord-européen, touchée par des dynamiques économiques et socio-culturelles singulières, conséquences de son intégration précoce aux grands courants d'échanges méditerranéens, cette région constitue un espace privilégié pour aborder l'économie minière. Il s'agissait en particulier de s'interroger sur la validité du schéma d'évolution traditionnellement proposé. S'appuyant sur un certain nombre de données témoignant de la vitalité de l'économie minière aux époques tardo-républicain et augustéenne, ce schéma faisait de la fin du II^{ème} s. av. n. è., marquant le début d'un processus d'intégration politique et socio-culturel du Languedoc occidental au monde romain, le point de départ d'une phase d'essor important de l'exploitation des gisements miniers languedociens. Il passait largement sous silence une éventuelle tradition minière indigène, guère renseignée il est vrai par les données archéologiques disponibles jusque-là.

Nous souhaitons réfléchir au contraire sur l'intégration du mouvement exploratoire perçu après la conquête romaine, dont l'existence ne peut être niée, dans un phénomène économique plus ancien. L'origine de ce dernier devait être recherchée dans les événements politiques et le processus économique touchant la Méditerranée nord-occidentale à partir de la fin du III^{ème} s. av. n. è. Ce moment voit en effet la puissance romaine s'accroître dans cet espace méditerranéen à l'issue de la seconde Guerre Punique, parallèlement à la probable structuration de la puissante entité tectosage. Établie sur l'Isthme gaulois, cette dernière pourrait s'être assurée le contrôle des courants d'échanges empruntant l'axe Aude-Garonne. D'un point de vue économique, la seconde moitié du III^{ème} s. av. n. è. est marquée notamment par l'apparition et le développement du fait monétaire indigène, incluant en particulier des monnayages d'argent. En outre, elle correspond à une nette reprise des échanges commerciaux en Méditerranée nord-occidentale, à laquelle les communautés du Languedoc occidental sont intégrées à des degrés divers. Succédant à une période de tassement, ce phénomène se caractérise en particulier par l'essor du commerce italique.

Ces phénomènes, concomitants d'une nouvelle dynamique de peuplement dans les plaines et les massifs languedociens, incitaient à envisager un renforcement dès cette époque de l'intérêt économique et politique représenté par les ressources minières du Languedoc occidental. Dès lors, il convenait de s'interroger sur la réalité d'une activité minière antérieure à la fin du II^{ème} s. et son évolution après la fin du II^{ème} s. av. n. è. Ces questions nécessitaient un élargissement du cadre chronologique de notre étude. Il semblait important d'analyser la postérité du mouvement

perçu à l'époque tardo-républicaine afin d'en préciser les rythmes économiques, d'en comprendre les mécanismes et d'évaluer plus précisément la portée des changements intervenus avec la Conquête. À terme, ce travail tendait vers une meilleure caractérisation de l'histoire de l'économie minière en Languedoc occidental au second âge du Fer et à l'époque romaine. Par cet objectif, nous espérons en retour apporter de nouveaux éléments de compréhension à certains des processus économiques, socio-culturels et politiques touchant cet espace durant la période considérée, au premier rang desquels la Conquête et les mutations qui s'en sont suivies.

Cet objectif impliquait de réaliser au préalable le bilan de plus de quarante ans de recherche sur les mines et métallurgies antiques du Languedoc occidental. La lecture critique des données disponibles a rappelé l'existence de thématiques fortes, au premier rang desquelles la sidérurgie de la Montagne Noire à l'époque romaine. Mais elle a aussi montré la persistance de nombreuses zones d'ombre, voire d'écueils, dans le tableau de la production métallique languedocienne. Dans ce domaine, si de nouveaux efforts semblaient nécessaires pour préciser les conditions de production du fer dans cet espace durant la période considérée, c'est surtout l'exploitation des gisements non-ferreux régionaux – gisements de cuivre, plomb et argent – qui est apparue comme le parent pauvre de la recherche. Tout d'abord, la chronologie de l'activité, qui accordait une place exclusive à la période comprise entre la fin du II^{ème} s. et le tournant des I^{er} s. av. n. è. et I^{er} s. de n. è., devait être précisée. De plus, l'ampleur économique et la distribution spatiale du phénomène n'était pas clairement définies. Seuls quelques secteurs de la bordure sud-occidentale du Massif central avaient fait l'objet de programmes d'études spécifiques (bassin supérieur du Dourdou, haute vallée de l'Orb, monts de Cabrières, Lodévois). Par ailleurs, les techniques d'extraction et de traitement des minerais étaient pour ainsi dire inconnues, faute d'étude détaillée de sites miniers et d'aires de traitement. Enfin, la nature exacte des minerais traités et des productions n'avait été que très ponctuellement abordée, généralement de manière superficielle. Ainsi, hormis les fameuses tessères de Lascours, il n'existait aucune preuve directe d'une production d'argent en Languedoc occidental au second âge du Fer et à l'époque romaine.

Il était évident que nous ne pouvions aborder l'ensemble des points faibles relevés dans ce bilan. Sur la base de celui-ci, nous avons fait le choix de recentrer notre intervention sur deux zones de productions spécifiques, le versant sud de la Montagne Noire et les Corbières. Cette orientation répondait au souci de caractériser en priorité les modalités d'exploitation des gisements de cuivre, plomb et argent de ces deux massifs durant l'âge du Fer et la période romaine. Étant donné notre démarche, tendant vers une lecture globale de l'économie minière languedocienne durant la période considérée, et estimant qu'une zone de production ne pouvait être abordée qu'en tenant compte de l'ensemble des ressources en minerai présentes dans celle-ci, nous avons fait le choix d'élargir notre enquête à la production de fer des Corbières. Certes, cela représentait une charge de travail supplémentaire. Mais cette approche polymétallique est la seule à même de permettre une bonne compréhension des mécanismes socio-économiques et des rythmes de la mise en valeur des gisements de ces deux massifs.

Cette enquête s'est articulée autour d'un important travail de terrain. Le programme d'étude engagé entre 2009 et 2012 sur la mine des Barrencs, sur le versant sud de la Montagne Noire, en a constitué le pivot. Il a permis d'ouvrir une fenêtre d'observation détaillée sur une mine parfaitement conservée, au fort potentiel archéologique, susceptible de devenir à terme un

complexe minier de référence à l'échelon national, voire européen. Cette étude devait être prolongée par une approche extensive, globale, destinée à mieux caractériser l'ampleur et l'organisation de l'activité dans les deux massifs considérés. Un ample travail prospectif a donc été réalisé (prospections de surface, explorations d'ouvrages miniers), s'appuyant sur un travail préalable de recherche documentaire, notamment dans les fonds d'archives du Service des Mines. Toutefois, la problématique de notre thèse ne pouvait se satisfaire des seules données recueillies au cours des prospections thématiques ou de l'étude d'un seul site, même d'importance. Il était nécessaire de multiplier les interventions destinées à préciser la chronologie ou l'ampleur des activités de production en atténuant les biais méthodologiques inhérents aux prospections thématiques. Cette approche a impliqué la réalisation d'une série de sondages archéologiques sur des sites miniers et des sites de traitement des minerais des Corbières. Enfin, l'exploitation des gisements de cuivre, plomb et argent languedocien étant au cœur de notre travail, nous avons étudié plus précisément le site du Camp del Oliu (Corbières), daté des II^{ème}-I^{er} s. av. n. è., l'un des rares sites de traitement des minerais non-ferreux correctement caractérisés en France pour la période considérée dans cette thèse. Cette approche s'est fondée en particulier sur un programme d'analyses par MEB-EDS et microsonde électronique d'échantillons de déchets. La mise en perspective des résultats obtenus avec les données archéologiques et archéométriques recueillies dans les zones d'extraction des minerais non-ferreux proches du site (Sarrat de Germa, Auriac-Massac, partie méridionale du secteur de Lacamp), notamment par le biais d'une série d'analyses chimiques d'échantillons de minerai, a fourni un premier éclairage sur les techniques de traitement de ce type de minerai et la nature des productions.

Ce travail a permis l'identification et la caractérisation de plusieurs zones d'exploitation des gisements non-ferreux dans les Corbières et la Montagne Noire, actives pour certaines dès le second âge du Fer.

L'étude d'une partie de la mine des Barrencs, facilitée par le très bon état de conservation des travaux, a conduit à la détermination de la dynamique de l'exploitation et des techniques mises en œuvre par les mineurs dans ce secteur. Les travaux, particulièrement vastes, présentent une grande homogénéité architecturale. Les stratégies d'intervention mises en œuvre témoignent d'une mine exploitée de manière très rationnelle, suite à une réflexion poussée sur les modalités de prospection et d'exploitation du gisement. Elles impliquent une anticipation des besoins et des problèmes rencontrés au cours de l'activité. La mine a nécessairement atteint un haut niveau d'organisation et une bonne coordination dans la progression des équipes de mineurs, afin, par exemple, de faciliter l'usage généralisé de l'abattage par le feu. La nature exacte des productions n'est pas encore connue, faute d'avoir pu clairement identifier les sites de traitement des minerais extraits de la mine. Néanmoins, le cortège sulfuré du gisement est constitué en grande partie de minéraux argentifères (freibergite, argentotennantite, galène). Dès lors, l'hypothèse d'une production d'argent à partir de ces minerais peut être posée, qui attend confirmation. Cette organisation fut efficace. En témoignent les dimensions exceptionnelles du réseau du Mourral de la Grave, dont l'homogénéité témoigne d'une seule grande phase d'activité, et l'intensité de l'exploitation, qui a laissé peu de marges de manœuvre aux mineurs intervenus sur le gisement au siècle dernier.

Les datations ¹⁴C réalisées entre 2009-2012 devront être complétées par de nouvelles analyses lors du redémarrage des opérations sur le site. Elles montrent d'ores et déjà que cette importante activité s'est certainement développée avant la fin du II^{ème} s. av. n. è., entre les IV^{ème} et II^{ème} s. av. n. è. Pour autant, on ne peut nier l'existence d'une intervention sur le site au tournant des II^{ème} s. et I^{er} s. av. n. è. Cependant, dans le schéma chronologique restitué à ce jour, celle-ci correspondrait soit aux derniers temps d'une activité plus ancienne, soit à une reprise de l'exploitation du gisement, ayant probablement engendré la formation d'un habitat à proximité du site (Lacombe). Paradoxalement, la mine des Barrencs est à ce jour très isolée sur le versant sud de la Montagne Noire. En effet, aucun autre site d'exploitation des gisements non-ferreux daté du second âge du Fer ou de la période romaine n'a été clairement identifié dans le massif.

En revanche, deux zones d'exploitation des gisements de cuivre, plomb et argent et quelques sites plus isolés datés de ces périodes sont désormais connus dans les Corbières. Dans le massif du Sarrat de Germa, l'organisation des travaux et la distribution des éléments de datation illustrent l'intensité de l'activité minière qui s'y est développée au tournant des II^{ème} s. et I^{er} s. av. n. è. Les interventions ont concerné une grande partie des gisements miniers présents dans la zone. Là encore, il semble que les mineurs aient recherché en priorité, et avec ardeur au regard de l'intérêt porté à la moindre minéralisation, les minéraux de cuivre-argent, représentés ici essentiellement par les cuivres (sulfosels de la série tétraédrite-tennantite), et peut-être les minéraux d'altération des précédents enrichis en argent. Il est encore trop tôt pour caractériser précisément le niveau d'organisation de cette activité. Néanmoins, on retrouve régulièrement les mêmes stratégies dans les travaux explorés, trahissant une certaine unicité technique des interventions, portant la marque de spécialistes du monde de la mine. C'est là certainement le signe d'une rationalisation de l'exploitation, d'une réflexion générale sur la conduite des travaux, traduisant peut-être d'une gestion de l'activité à l'échelle de l'ensemble du Sarrat de Germa. Une activité de haut niveau s'est donc vraisemblablement développée sur le massif aux II^{ème}-I^{er} s. av. n. è., sans doute au tournant de ces deux siècles. Elle s'inscrit dans un mouvement plus large d'exploration des potentialités du massif à la même époque, dont témoignent l'existence de zones d'exploitation des gisements de cuivre, plomb et argent à quelques kilomètres au nord du Sarrat de Germa, dans la partie méridionale du secteur de Lacamp (Abeilla, Cauna en Lairou, Pech Cauncille), la haute vallée du Torgan et la haute vallée de l'Orbieu, toutes contemporaines.

La nature des productions métalliques a bénéficié des recherches engagées sur le site du Camp del Oliu, établi à moins de 5 km des mines du Sarrat de Germa et très vraisemblablement contemporain de ces dernières. Chose rare à l'échelle de l'Hexagone pour la période qui nous occupe ici, l'étude exploratoire réalisée sur ce site permet de restituer une activité de traitement des minerais sulfurés de cuivre-argent, semblables au minerai extrait des gisements du Sarrat de Germa, dont la ou l'une des finalités était la production d'argent.

Cette avancée ouvre de nombreuses perspectives, sur lesquelles nous reviendrons plus bas. Elle pose aussi la question d'une éventuelle production d'argent avant la fin du II^{ème} s. En effet, deux datations ¹⁴C réalisées à la suite d'un sondage ouvert dans l'une des mines du Sarrat de Germa (La Caunetta) permettent d'envisager une exploitation de ce gisement au second âge du Fer, peut-être au début du II^{ème} s. Cette découverte doit être mise en parallèle avec le phénomène identifié aux Barrencs. L'argent a-t-il été, comme au tournant des II^{ème}-I^{er} s., la ou l'une des substances recherchées ? Comme aux Barrencs, on peut le supposer. Il faut cependant

garder à l'esprit que nous ne connaissons pas l'origine des métallurgistes œuvrant au Camp del Oliu. Peut-être venaient-ils d'autres horizons ? Rien ne prouve, dès lors, que les technologies utilisées sur ce site étaient mises en œuvre auparavant.

La caractérisation d'une véritable région de production antique de fer dans les Corbières constitue l'autre apport de notre travail. Son organisation spatiale et sa chronologie sont désormais mieux connues. Une soixantaine de sites de réduction ont été identifiés, auxquels s'ajoute une série d'indices d'activité permettant d'envisager l'existence d'une centaine d'établissements sidérurgiques au minimum. Plus d'une trentaine de sites ont fourni des éléments de datation. Centrée sur l'exploitation des nombreux amas de fer du plateau de Lacamp, dans les Corbières centrales, cette activité paraît avoir connu son plein essor aux I^{er} s. av. n. è. et I^{er} s. de n. è. Mais ne nous leurrions pas. Celle-ci a été essentiellement le fait de petits sites de réduction, implantés préférentiellement dans les vallons proches des zones d'extraction, sans doute près des aires d'approvisionnement en combustible. En effet, 65 % de l'ensemble des concentrations de scories ne dépasse pas 1000 m², pour 1 à 2 mètres de hauteur estimée au maximum, seuls quelques gros ferriers (Saint-Jean, Caraillet-Adoux, Caraillet 1 de Palairac) dépassant 3000 m² et plusieurs mètres d'épaisseurs. Ces chiffres devront être affinés par l'ouverture de sondages d'évaluation. Une chose est cependant certaine : à l'exception peut-être de l'établissement de Saint-Jean, aucun site n'est comparable aux complexes sidérurgiques de la Montagne Noire en terme de dimensions.

La nature du mobilier céramique découvert à la surface de certaines concentrations de scories permet d'envisager l'existence d'une production de fer au cours du second âge du Fer, sans aucune certitude néanmoins. Notons toutefois que le faciès des déchets identifiés à la surface de ces sites se distingue quelque peu du faciès général des concentrations de scories des Corbières, dominé par les scories écoulées. Est-ce là le signe de l'utilisation de structures de réduction différentes, et donc d'une période d'activité distincte ? La question est posée, qui attend confirmation. En revanche, grâce aux sondages ouverts dans les ferriers des sites Vicence 4 et Lizadou 1, nous avons atteint l'un de nos objectifs, en recueillant des éléments de chronologie jusqu'alors absents du massif. Ceux-ci apportent la preuve d'un prolongement de l'activité sidérurgique entre la fin du I^{er} s. et le III^{ème} s. Paradoxalement, ce résultat encourageant incite à rester prudent quant à la caractérisation de la chronologie de la production de fer des Corbières. Le grand nombre de sites miniers et de site de réduction non datés (plus de la moitié des concentrations de scories) démontre qu'un long chemin reste à parcourir avant de proposer en toute certitude un schéma d'évolution de cette activité.

Ces données ont été mises en perspective avec d'une part le bilan d'une quarantaine d'années de recherche en archéologie du métal dressé dans la première partie de cette thèse, d'autre part l'évolution économique et politique de l'espace considéré dans ce travail. Ceci a permis d'élaborer une première lecture générale des rythmes de la mise en valeur des ressources minières régionales au second âge du Fer et à l'époque romaine.

À nos yeux, l'activité minière perçue à l'époque tardo-républicaine, traditionnellement considérée comme une phase d'essor de la mise en valeur des gisements languedociens intrinsèquement liée à la prise de contrôle par Rome de ce territoire à la fin du II^{ème} s. av. n. è., s'inscrit dans un processus économique plus ancien. Les données recueillies sur le versant sud

de la Montagne Noire et dans les Corbières apportent un témoignage crucial sur la mise en valeur des gisements de cuivre, plomb et argent languedociens entre le IV^{ème} et le II^{ème} s.

La méthode de datation mise en œuvre – datations ¹⁴C – ne permet pas de proposer une chronologie plus fine. Néanmoins, l'évolution économique de la Méditerranée nord-occidentale durant cette période, incitent à placer aux III^{ème} et II^{ème} s., peut-être au tournant de ces deux siècles, un palier important correspondant sans doute à une phase de croissance de la demande en métaux précieux, plus particulièrement en argent. Dès lors, nous serions tenté de faire de ce moment une étape majeure dans la mise en valeur des ressources régionales, stimulée en particulier par la reprise des échanges et le développement des frappes monétaires en argent et bronze non seulement en Languedoc mais dans aussi l'ensemble de la Méditerranée nord-occidentale. Rien ne permet de placer assurément au tournant de ces deux siècles l'activité développée aux Barrency. Néanmoins, l'ampleur des travaux étudiés à ce jour sur ce site incite à conclure qu'il a engendré une production métallique de grande ampleur, impliquant l'existence d'importants débouchés. Ces débouchés restent inconnus, mais il y a tout lieu de croire qu'ils aient un rapport avec le marché des métaux non-ferreux qui paraît se développer en Méditerranée nord-occidentale à partir du III^{ème} s. av. n. è.

Ce que l'on connaît – ou suppose – de l'évolution politique de la Méditerranée nord-occidentale irait dans le sens d'une telle proposition. Le niveau d'organisation de la mine des Barrency suppose l'existence d'une entité capable d'assurer la gestion de l'exploitation. Rien ne nous permet de voir là la marque de l'entité tectosage ou d'une de ses composantes. Néanmoins, l'hypothèse d'une intervention d'un tel pouvoir sur cette activité, d'une manière ou d'une autre, n'est pas écartée, *a fortiori* si ce pouvoir trouve là un moyen d'alimenter ces frappes monétaires et s'il exerce un contrôle des échanges sur le territoire où se trouve la mine.

Ces propositions nous renvoient indirectement aux thèses de C. Ebel (cf. p. 41). Dans le schéma restitué dans les lignes précédentes, plus particulièrement dans l'hypothèse de l'essor d'un marché des non-ferreux en Méditerranée nord-occidentale, ne peut-on pas voir l'impact de la conquête romaine du Nord-Est de la péninsule Ibérique à partir du tournant des III^{ème} et II^{ème} s. av. n. è. Cette présence paraît avoir constitué à partir de cette époque un profond stimulant dans l'essor des frappes monétaires des peuples soumis à Rome. Elle a nécessairement entraîné un accroissement des besoins en métal. On peut penser que l'activité minière languedocienne a bénéficié de ce phénomène.

Il est donc vraisemblable que le mouvement d'exploration perçu à partir de la fin du II^{ème} s., du moins en ce qui concerne les principales zones minéralisées en cuivre, plomb et argent du Languedoc occidental, s'inscrivent dans un phénomène plus ancien. Il constituerait même dans certaines zones, le terme d'une dynamique initiée bien avant la fin du II^{ème} s. Pour autant, la conquête romaine paraît tout de même marquer une intensification de l'activité, doublée d'une systématisation de l'exploitation, qui n'était peut-être pas la règle auparavant. Rappelons qu'une mine comme celle des Barrency est pour l'heure particulièrement un cas isolé dans le Sud de la Gaule. En outre, à partir de la fin II^{ème} s. av. n. è. interviennent de nouveaux acteurs économiques évoluant dans des cadres socio-politiques progressivement transformés. Enfin, un nouveau pôle est appelé à jouer un rôle de premier plan dans l'économie du métal, Narbonne.

Pour autant, l'évolution de l'activité sidérurgique perçue dans la Montagne Noire et les Corbières, et celle de l'activité minière identifiée dans les monts d'Orb et les monts de Cabrières, incitent à faire de la période augustéenne une autre étape tout aussi importante dans

la production des métaux du Languedoc occidental. Dans certaines de ces régions, la production paraît alors atteindre son sommet, à l'image de la sidérurgie des Corbières, et de l'exploitation des gisements Cu-Ag des monts de Cabrières. Enfin, cette période est aussi le moment d'une transformation des modalités d'exploitation des gisements miniers régionaux, si l'on en croit l'évolution de l'organisation spatiale de la production restituée dans la Montagne Noire et dans les Corbières. La mise en perspective de ces données avec l'évolution générale de l'économie du Languedoc occidental corrobore l'hypothèse d'un moment important, proprement augustéen, dans l'économie minière de cet espace.

L'examen de la situation de cette activité à l'époque impériale apporte indirectement des éléments de compréhension sur le processus observé aux périodes tardo-républicaine et augustéenne. L'essentiel des informations à notre disposition provient des deux zones de production de fer de la Montagne Noire et des Corbières. Les découvertes réalisées dans cette dernière région invitent à reconsidérer le schéma évolutif envisagé jusque-là. Celui-ci restitue l'existence exclusive de quelques grands centres de production dans la Montagne Noire durant le Haut-Empire, auxquels aurait succédé à partir de la fin du Haut-Empire, dans d'autres zones ferrifères de la Gaule du Sud, une sidérurgie plus dispersée, fondée sur des établissements nettement plus petits. La production de fer semble au contraire avoir obéi à des modalités complexes, permettant la coexistence dans le Languedoc occidental de grands centres sidérurgiques et de petits sites de réduction relevant de systèmes de production radicalement différents, héritiers probables des modèles en vigueur avant le Haut-Empire. Dès lors, c'est l'ensemble de l'économie du fer languedocienne qu'il faut sans doute reconsidérer. Malgré le rôle majeur, en terme de production, tenu par les quelques grands centres de la Montagne Noire dans la sidérurgie de la Gaule méridionale au cours du Haut-Empire, ces sites n'en constituent pas moins des expériences exceptionnelles qu'il faut considérer comme telles.

Pour prolonger cette réflexion, il nous semble important d'approfondir en priorité la question d'une mise en valeur des gisements de cuivre, plomb et argent du Languedoc occidental entre le III^{ème} s. et le I^{er} s. av. n. è. Un tel travail s'inscrirait dans une approche plus générale destinée à mieux caractériser le marché des métaux non-ferreux (Cu-Ag-Pb) qui paraît se dessiner à partir du III^{ème} s. en Méditerranée nord-occidentale, plus particulièrement le rôle tenu par l'argent durant ces trois siècles. Concrètement, il comprendrait trois axes principaux.

Le premier viserait à poursuivre les efforts réalisés pour préciser la chronologie de l'activité. L'élaboration d'une chronologie fine et fiable permettant de saisir les rythmes de la production métallique durant les trois derniers siècles avant notre ère est le préalable indispensable à une réflexion d'ordre historique et économique sur l'économie minière. Cela implique de dépasser l'enquête prospective en multipliant les interventions destinées à recueillir des éléments de datation correctement positionnés en stratigraphie et dans la dynamique de l'exploitation. Les résultats obtenus aux Barrencs et à la Caunetta démontrent l'intérêt d'une telle approche. Ils rendent plus que jamais nécessaire la vérification des datations similaires obtenues dans les mines et sur les sites métallurgiques de Bouco-Payrol, du Faulat, du Pélissou et de Bournac, dans la haute vallée de l'Orb, parallèlement à une poursuite des interventions de ce type dans les zones de production des Corbières et de la Montagne Noire. Etant donné les difficultés posées par la datation des sites miniers et métallurgiques, cette approche

chronologique serait à n'en pas douter un travail de longue haleine.

Le second axe de recherche à développer concerne les modalités techniques de l'activité. Il s'agirait d'une part de réfléchir sur l'évolution des techniques minières mises en œuvre en Languedoc occidental durant cette période à partir de plusieurs études de cas. Cette analyse conduirait peut-être à identifier des processus de transferts de technologies pour l'heure difficiles à caractériser. Elle apporterait ainsi de nouveaux éléments de compréhension des processus d'échanges touchant cet espace durant les trois derniers siècles avant notre ère. En outre, la caractérisation des minerais extraits et des techniques de traitement mises en œuvre permettrait de préciser la nature des productions métalliques. Elle s'appuyerait sur une démarche interdisciplinaire combinant l'étude géologique des gisements miniers, l'étude archéologique des sites de traitement des minerais et l'analyse archéométrique des minerais et des déchets de traitement. Pour progresser sur ces questions, la fouille d'un atelier métallurgique est maintenant la priorité. D'un point de vue technique, elle est susceptible d'apporter un éclairage nouveau sur la métallurgie de non-ferreux, plus particulièrement sur les modalités de traitement des minerais de cuivre-argent, pratiques particulièrement méconnues à l'heure actuelle sur le pourtour du bassin méditerranéen. Enfin, les minerais sulfurés de cuivre-argent, généralement plus riches en argent que la galène, constituent une importante source potentielle de métal blanc. L'étude des traitements de cette ressource particulièrement abondante en Languedoc occidental contribuerait sans doute à une réévaluation de la place de cet espace parmi les régions minières de la Méditerranée occidentale durant l'Antiquité.

Une meilleure caractérisation des productions métalliques est le préalable indispensable pour engager une réflexion sur les débouchés de l'activité. C'est là le troisième axe de recherche qu'il faudrait développer. Il impliquerait en particulier la réalisation d'un programme d'analyses isotopiques destiné en particulier à identifier les sources possibles du métal des monnaies d'argent frappées en Languedoc occidental ou dans le Nord-Est de la péninsule Ibérique durant la période considérée.

Ces axes de recherche doivent être abordés en tenant compte de l'ensemble des composantes de l'économie de la Méditerranée nord-occidentale au trois derniers siècles avant notre ère. Une concertation avec les historiens et archéologues intervenant sur la question de l'économie des métaux non-ferreux au sud des Pyrénées s'impose désormais comme une évidence.

SOURCES

SOURCES NON PUBLIÉES

A.D. Aude : Archives départementales de l'Aude (Carcassonne, 11)

A.D. Aude, 73 C 361, f° 40 r° A6, *compoix de Palairac*, 1590.

A.D. Aude, 4^E 271 1G1, f° 63 v°, *compoix de Palairac*, 1692.

A.D. Aude, H393

A.D. Aude, H404

A.D. Aude, S742, Brochin, *État des mines du département de l'Aude*, 16 décembre 1816.

A.D. Aude, S742, Service des Mines, *rapport annuel*, juin 1831.

A.D. Aude, S 752, (mines de Lacamp, An V-1834), *réclamations des maîtres de forges sur les mines de Villerouge, Palairac et Félines, procès-verbal de visite*, 17 juillet 1832.

A.D. Aude, S758, (recherches, Albas, 1867-1899), AGUILLON, *Travaux de recherche pour mines de fer. Rapport de l'ingénieur des mines*, 29 octobre 1872.

A.D. Aude, S759, (recherches, Albas, 1900-1907), RAYNAUD, *Demande de permis de vente de minerai de fer par le Sieur Fort. Rapport du contrôleur des mines*, 19 avril 1904.

A.D. Aude, S759, (recherches, Albas, 1900-1907), Service des Mines, *Demande en permis de fouille par M. Natanson*, 16 juin 1904.

A.D. Aude, S764, (recherches, Fournes et Limousis), AUILLOY, *Autorisation de disposer du produit des recherches de mine*, 13 février 1895.

A.D. Aude, S764, (recherches, Fournes et Limousis), VERLAND E., *Recherches de M. Esparseil, rapport de visite*, 2 mai 1895.

A.D. Aude, S764, (recherches, Fournes et Limousis), GAYET H., *Déclaration de travaux de*

recherche au plateau des Barrencs, 13 juin 1898.

A.D. Aude, S764, (recherches, Fournes et Limousis), Anonyme, *Délibération du conseil municipal de Fournes accordant un permis de recherche à M. Diederichs. Rapport de l'ingénieur des mines*, 5 octobre 1898.

A.D. Aude, S764, (recherches, Fournes et Limousis), CAGAREL T., *Notes sur les mines*, 1898-1900.

A.D. Aude, S765, (recherches, Maisons) WICKERSHEIM, *Demande du Sieur Van de Vinke. Rapport de l'ingénieur des mines*, 13 mars 1875.

A.D. Aude, S765, (recherches, Maisons), WICKERSHEIM, *Procès-verbal de visite de l'ingénieur des mines*, 5 avril 1876.

A.D. Aude, S765, (concession de Padern-Montgaillard, 1902-1911), RAYNAUD, *Procès-verbal de visite des mines de Padern-Montgaillard*, 19 novembre 1909

A.D. Aude, S766, (recherches Montgaillard, 1835-1873) Anonyme, *Extrait du registre de délibération de la mairie de Montgaillard*, 25 mai 1835.

A.D. Aude, S766, (recherches Montgaillard, 1835-1873), Anonyme, *Demande en concession de Baptiste Fabre. Rapport de l'ingénieur des mines*, 8 août 1835.

A.D. Aude, S766, (recherches Montgaillard, 1835-1873), VÈNES, *Demande en concession des frères Souillard*, 26 octobre 1836.

A.D. Aude, S770, (recherches, Albas, 1909-1913), RAYNAUD, *Recherches de mines. Commune de Cascastel. Rapport du contrôleur des mines*, 31 décembre 1909.

A.D. Aude, S770, (recherches, Albas, 1909-1913), RAYNAUD, *Recherches de mines. Communes d'Albas et Palairac, Pétition de M. Bérard. Rapport du contrôleur des mines*, 28 février 1913.

A.D. Aude, S776, *Plan de 1839 de la concession de la Caune des Causse et de Monthaut* ; annexé à une ordonnance royale, 25 novembre 1843.

A.D. Aude, S776, Anonyme, *Procès-verbal de visite de l'ingénieur des mines*, 10 juillet 1844.

A.D. Aude, S779, (concession de Lastours), Anonyme, *Affiche annonçant la demande de mise en concession de Lastours*, 1900.

A.D. Aude, S779, (concession de Lastours), Anonyme, *Concession de mines de cuivre, plomb argent et métaux connexes de Lastours (Aude). Décret et Cahier des Charges*, 1902.

A.D. Aude, S780, (concession de Padern-Montgaillard), AVY J.-P., *Demande en concession de*

mines. Rapport de l'ingénieur des mines, 10 avril 1823.

A.D. Aude, S780, (concession de Padern-Montgaillard, 1823-1902), BROCHIN, *Recherches sur les gisements de cuivre et de plomb de Maisons et Montgaillard. Procès-verbal de visite*, 1^{er} août 1823.

A.D. Aude, S780, (concession de Padern et Montgaillard, 1823-1902), BROCHIN, *Procès-verbal de visite*, 8 août 1823.

A.D. Aude, S780, (concession de Padern-Montgaillard, 1823-1902), Anonyme, *Demande en concession de mines de plomb, cuivre et antimoine argentifères situées dans les communes de Padern et Mongtaillard*, affiche, 1840

A.D. Aude, S780, (concession de Padern-Montgaillard, 1823-1902), Ministère de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux Publics, *Demande en concession de mines de cuivre de Padern et Montgaillard formulée par S. Bonayrat et C^{ie}*, 3 décembre 1859.

A.D. Aude, S780, (Padern-Montgaillard, mine Cu-Pb-Ag, 1870-1872), VÈNES, *Recherches de mines. Avis de l'ingénieur ordinaire*, 3 mai 1868.

A.D. Aude, S780, (Padern-Montgaillard, mine Cu-Pb-Ag, 1870-1872), Préfecture de l'Aude, *Autorisation de recherches de minerais accordée à H. Petit*, 12 mai 1868.

A.D. Aude, S780, (Padern-Montgaillard, mine Cu-Pb-Ag, 1870-1872), Préfecture de l'Aude, *Renouvellement de l'autorisation de recherches de minerais accordée à H. Petit*, 14 septembre 1869.

A.D. Aude, S780, (Padern-Montgaillard, mine Cu-Pb-Ag, 1870-1872), AGUILLON, *Procès-verbal de visite de l'ingénieur des mines*, 1871.

A.D. Aude, S780, (Padern-Montgaillard, mine Cu-Pb-Ag, 1870-1872), AGUILLON, *Procès-verbal de visite de l'ingénieur des mines*, 1872.

A.D. Aude, S780, (Padern-Montgaillard, mine Cu-Pb-Ag, 1874-1902), Service des Mines, *Rapport de l'ingénieur des mines*, 24 juin 1901

A.D. Aude, S780, (Padern-Montgaillard, mine Cu-Pb-Ag, 1874-1902), CHAVANETTE, *Lettre au conseiller général Malaviolle*, 24 novembre 1901.

A.D. Aude, S780, (Padern-Montgaillard, mine Cu-Pb-Ag, 1874-1902), Ministère des Travaux publics, *Aude. Mines inexploitées. Concession de Padern-Montgaillard*, 29 mars 1902.

A.D. Aude, S784, (concession de Serremijane et Las Coupes, 1811-1906), Service des Mines, *Procès-Verbal de visite de l'ingénieur des mines*, 2 août 1832.

A.D. Aude, S787, (recherches Albas, 1909-1919), RAYNAUD, *Procès-verbal de visite du contrôleur des*

mines, 21 septembre 1909.

A.D. Aude, S787, (concession de Padern-Montgaillard, 1902-1911), RAYNAUD, *Mine de Padern et Montgaillard. Déclaration de l'exploitant*, 31 décembre 1909.

A.D. Aude, S787, (concession de Padern-Montgaillard, 1902-1911) Préfecture de l'Aude, 30 mai 1910.

A.D. Aude, S787, (concession de Padern-Montgaillard, 1902-1911) BALDY, *Procès-verbal de visite de l'ingénieur des mines*, 3 juillet 1911.

A.D. Aude, SW544, (Albas, 1924), Préfecture de l'Aude, *Autorisation d'exploitation du gisement de fer de La Mayré (Albas, Cascastel)*, 19 août 1924.

A.D. Hérault : Archives départementales de l'Hérault (Montpellier, 34)

A.D. Hérault, C270, *Mémoire concernant les deux mines d'argent dont on a fait la découverte dans les terres de la Caunette et Limousis terres limitrophes*, vers 1590.

A.N. : Archives Nationales (Pierrefitte-sur-Seine, 75)

A.N., F14 8060/14, DUBOSC, *mine de La Canal (période révolutionnaire), mémoire du Sieur Dubosc*, vers 1780.

Archives DREAL : Archives de la DREAL, Languedoc-Roussillon (Alès, 30)

Archives DREAL L-Ro, Anonyme, *Note sur la mine de La Caunette*, 30 septembre 1894.

Archives DREAL L-Ro, (S-G-3-1 Salsigne, SMPCS), CROUZET J., *25 années de recherches à la mine de Salsigne (1^{er} janvier 1962-31 décembre 1986)*, 1989.

Archives DREAL L-Ro, (S-G-3-5, Salsigne, SMPCS), CROUZET J., *Région de Fournes-Lastours. Exposé sur les travaux anciens et récents de la région de Fournes-Lastours*, février 1972.

Archives DREAL L-Ro, (2-3-6, Aude, concession de Padern-Montgaillard), Ministère des Travaux Publics, *décret d'instauration de la concession de Padern-Montgaillard*, 17 juin 1872.

Archives DREAL L-Ro, (2-3-6, Aude, concession de Padern-Montgaillard), MEURGEY, *Rapport sur la concession de cuivre, plomb et argent de Padern et Montgaillard*, 6 décembre 1891.

Archives DREAL, (2-3-6, Aude, concession de Padern-Montgaillard), PANIS O., *PV de visite de*

la mine de Padern et Montgaillard (cuivre, plomb et argent), 29 février 1932.

Archives DREAL, (2-3-6, Aude, concession de Padern-Montgaillard), VITRY B., *Demande en autorisation de mutation au bénéfice de la Société SOLUMEX. Rapport de l'Ingénieur des Mines*, 13 janvier 1961.

Archives DREAL, (2-3-6, Aude, concession de Padern-Montgaillard), AYGON, *Concession de Padern-Montgaillard. Abandon des travaux et renonciation de la concession par la société CHENI*, 10 septembre 1991.

Archives DREAL L-Ro, (3-2-2 PER Aude), RAYNAUD, *Recherches de cuivre et autres métaux à Fournes et Limousis. Examen de la demande de permis de vente des minerais*, 23 novembre 1894.

Archives DREAL L-Ro, (3-2-2 PER Aude), RAYNAUD C., *Recherches de cuivre et autres métaux ouvertes par M. Esparseil dans les communes de Limousis et de Fournes, procès-verbal de visite*, 30 octobre 1894.

Archives DREAL L-Ro, (3-2-2 PER Aude), Anonyme (Service des Mines), *Procès-verbal de visite de l'ingénieur des mines*, juin 1900.

Archives DREAL L-Ro, (3-2-2 PER Aude), Préfecture de l'Aude, *Permis de fouille accordé à l'Ingénieur Rédier*, 17 mai 1907.

Archives DREAL L-Ro, (3-1-3, Aude, concession de Villanière), PANIS O., *Société des Mines de l'Aude. Mines de Lastours. Procès-verbal de visite*, 8 novembre 1930.

Archives DREAL L-Ro, (3-1-3, Aude, concession de Villanière), PANIS O., *Société des Mines de l'Aude. Mines de Lastours. Procès-verbal de visite*, 9 novembre 1931.

Archives DREAL L-Ro, (3-1-3, Aude, concession de Villanière), PANIS O., *Société des Mines de l'Aude. Mines de Lastours. Procès-verbal de visite*, 13 novembre 1934.

Archives DREAL L-Ro, (3-1-4, Aude, concession de Villanière, Salsigne, Lastours), COTTE M., *Rapport sur la demande de mutation des concessions*, 26 février 1993.

Archives du Bureau de Recherches Géologiques et Minières : Archives BRGM (Montpellier, 34)

Archives BRGM, gisement de La Caunette, *action concertée « Dimensions Gisements »*, 1975.

Archives BRGM, gisement de la Caunette, *dossier Minier 11-III, s.d.*

Archives BRGM, LAVILLE P., *Les bauxites de l'Aude. Reconnaissance des indices de Boutenac. Rapport*

de fin de sondages. Rapport 80 RDM 013 FE, BRGM, Orléans, 1980.

Archives BRGM, JAEGER J.J., *Rapport de mission dans les Corbières*, rapport BRGM A 720², 1954.

Archives BRGM, ALABOUVETTE B., *Concession de Serre Mijane et Las Coupes, Aude (Fer). Avant-projet sommaire pour travaux sécuritaires*, Rapport BRGM R39498, mai 1997a, 82 p.

Archives BRGM, ALABOUVETTE B., *Concession de Fourques et la Bouchède des Clausels, Aude (Fer). Avant-projet sommaire pour travaux sécuritaires*, Rapport BRGM R39499, mai 1997b, 34 p.

Archives de la Direction Régionale des Affaires Culturelles, Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon : Archives DRAC L-Ro (Montpellier, 34)

Archives DRAC-SRA L-Ro, SOLIER Y., *compte-rendu de visite*, 20 novembre 1966.

SOURCES PUBLIÉES

Clément 1887 : CLÉMENT P., *Lettres, instructions et mémoires de Colbert. Tome IV, Administration provinciale, agriculture, forêts, baras, Canal du Languedoc, routes, canaux et mines*, Imprimerie Impériale, Paris, 1887, 674 p.

Guiraud 1907 : GUIRAUD J., *Cartulaire de Notre Dame de Prouille, précédé d'une étude sur l'albigéisme languedocien aux XII^{ème} et XIII^{ème} siècles*, Picard, Paris, 1907, 2 vol., 286 et 355 p.

Pailhès 2000 : PAILHÈS C., *Recueil des chartes de l'abbaye de Lagrasse. Tome II (1117-1279)*, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, 2000, 447 p.

SOURCES LITTÉRAIRES GRÉCO-ROMAINES

Cicéron, *Pour Font.* : CICÉRON, *Discours. Plaidoyer pour M. Fonteius*, texte établi et traduit par A., Boulangier, Les Belles Lettres, Paris, 1961. (CUF) [3^{ème} édition]

Cicéron, *Pour Quinct.* : CICÉRON, *Discours. Plaidoyer pour P. Quinctius*, texte établi et traduit par H. de la Ville de Mirmont, revue et corrigé par J. Hubert, Les Belles Lettres, 1960. (CUF) [3^{ème} édition]

Jules César, *Guer. Gaul.* : JULES CESAR, *Guerre des Gaules*, texte établi et traduit par L.-A. Constans, Les Belles Lettres, Paris, 1967. (CUF) [9^{ème} édition]

Démosthène, *Plaid. Civ.* : DEMOSTHENE, *Plaidoyers Civils. Tome I, discours XXXVII : Contre Panténètos*, texte établi et traduit par L. Gernet, Les Belles Lettres, Paris, 1954. (CUF)

Pline l'Ancien, *Hist. Nat.* : PLINE L'ANCIEN, *Histoire Naturelle*, livre XXXIII : texte établi, traduit et commenté par H. Zehnacker, Les Belles Lettres, Paris, 1983. (CUF)

Strabon, *Géogr.* : STRABON, *Géographie*,

Livres III-IV : texte établi et traduit par F. Lasserre, Les Belles Lettres, Paris, 1966. (CUF)

Livres V-VI : texte établi et traduit par F. Lasserre, Les Belles Lettres, Paris, 1967. (CUF)

Tite-Live, *Hist. Rom.* : TITE-LIVE, *Histoire Romaine*,

Livre XXI, texte traduit par A. Flobert, Flammarion, Paris, 1993.

Libre XXXIV, texte traduit par A. Flobert, Flammarion, Paris, 1997.

Livre XL, texte établi et traduit par C. Gouillart, Les Belles Lettres, 1986. (CUF)

SOURCES ÉPIGRAPHIQUES – CORPUS D'INSCRIPTIONS LATINES

AE 1986 : *L'Année Épigraphique 1986*, Presses Universitaires de France, Paris, 1989, 321 p.

CIL III : *Corpus Inscriptionum Latinarum, III, Inscriptionum Orientis et Illyrici latinarum* (O. Hirschfeld, éd.), G. Reimer, Berlin, 1902.

CIL X : *Corpus Inscriptionum Latinarum, X, Inscriptiones Bruttiorum Lucaniae Campaniae Siciliae Sardiniae latinae* (I. Mommsen éd.), G. Reimer, Berlin, 1883.

CIL XII : *Corpus Inscriptionum Latinarum, XII, Inscriptiones Galliae Narbonensis Latinae* (O. Hirschfeld, éd.), G. Reimer, Berlin 1888.

CIL XIII : *Corpus Inscriptionum Latinarum, XIII, Inscriptiones Aquitaniae et Lugdunensis* (O. Hirschfeld, éd.), G. Reimer, Berlin, 1899.

CIL XV : *Corpus Inscriptionum Latinarum, XV, Inscriptiones Urbi Romae latinae* (H. Dressel, éd.), G. Reimer, Berlin, 1891.

BIBLIOGRAPHIE

A

Abraham et al. 2001 : ABRAHAM P., LÉCHELON B., MORASZ J.-G., « Mines et métallurgies en Rouergue », dans GRUAT P. (éd.), *Du silex au métal. Mines et métallurgie en Rouergue, Musée du Rouergue*, Montrozier, 2001, p. 393-438.

Ackx 2008 : ACKX G., *Parc International Résidentiel « La Royale », diagnostic archéologique. Rapport final d'opération*, Institut National de la Recherche Archéologique Préventive, Nîmes, 2008, 63 p. (Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier)

Agricole 1556 : AGRICOLA G., *De re metallica*, Bâle, 1556, traduit du latin par FRANCE-LANORD A., 1987, édition Gérard Klopp, Thionville, 1987, 508 p.

Albenque 1948 : ALBENQUE A., *Les Rutènes. Etudes d'histoire, d'archéologie et de toponymie gallo-romaines*, Imprimerie Carrère, Rodez, 1948, 339 p.

Aldring, Bourgoin 1781 : ALDRING C., BOURGOIN N., *Carte du diocèse de Narbonne*, 1/88000^{ème}, 1781.

Allée et al. 2010 : ALLÉE P., PARADIS S., BOUMEDIÈNE F., ROUAUD R., « L'exploitation médiévale du plomb argentifère sur le mont Lozère. Archéologie spatiale d'un territoire proto-industriel montagnard », *Archéosciences, revue d'archéométrie*, 34, 2010, 177-186.

Allée et al. 2011 : ALLÉE P. et collaborateurs, « Projet collectif de recherche : Pratiques et mobilités territoriales sur le Mont Lozère depuis le Néolithique », dans *Bilan Scientifique de la Région Languedoc-Roussillon 2011*, Service Régional de l'Archéologie, Montpellier, 2011, p. 185-187.

Amado 1977 : AMADO C., « La seigneurie des mines en pays de Béziers et en Razès. Analyse de trois documents de la seconde moitié du XII^{ème} siècle », dans *Mines et mineurs en Languedoc-Roussillon et régions voisines de l'Antiquité à nos jours. Actes du 49^{ème} congrès de la Fédération Historique du Languedoc Méditerranéen et du Roussillon (Alès, 22-23 mai 1976)*, Montpellier, 1977, p. 125-144.

Ambert 1990 : AMBERT P. (dir.), « Cabrières-Hérault, le plus vieux centre minier métallurgique de France. État des connaissances », *Archéologie en Languedoc*, 3, 1990, p. 1-32.

Ambert 1995 : AMBERT P., « Les mines préhistoriques de Cabrières (Hérault) : quinze ans de recherches. État de la question », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 92 (4), 1995, p. 499-506.

Ambert 1996 : AMBERT P., « Liste des travaux consacrés au site minier de Cabrières et à la diffusion des cuivres à antimoine-argent », *Archéologie en Languedoc*, 20 (1), 1996, p. 21-26.

Ambert 1998 : AMBERT P., « Métallurgie préhistorique, métallurgie expérimentale : les fours, état de la question, perspectives de recherche », dans FRERE-SAUTOT M.-C. (dir.), *Paléoméallurgie des cuivres. Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune (17-18 octobre 1997)*, Monique Mergoïl, Montagnac 1998, p. 1-16.

Ambert 1999a : AMBERT P., « Grandeurs et décadences des exploitations de cuivre de Cabrières (Hérault) entre Néolithique et Moyen Âge », dans PAILLER J.-M., MORET P. (éd.), *Mélanges Claude Domergue 2. Pallas*, 50, 1999, p. 391-404.

Ambert 1999b : AMBERT P., « Les minerais de cuivre et les objets métalliques en cuivre à antimoine-argent du Sud de la France. Preuves d'une exploitation minière et métallurgique du début du III^{ème} millénaire B.C », dans HAUPTMANN A., PERNICKA E., REHREN T., YALCIN Ü (éd.), *The beginnings of metallurgy. Proceedings of the International Symposium of Heilberg-Bochum (26-28 april 1995)*, Deutschen-Bergbau Museum, Bochum, 1999, p. 193-210. (*Der Anschnitt*, Beiheft 9)

Ambert 2002 : AMBERT P., « Utilisation préhistorique de la technique minière d'abattage par le feu dans le district cuprifère de Cabrières (Hérault), *Compte-Rendu Palevol*, 1, 2002, p. 711-716.

Ambert et al. 1984 : AMBERT P., BARGE H., ESPEROU J.-L., BOURHIS J.-R., « Mines de cuivre préhistoriques de Cabrières : premiers résultats », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 81 (3), 1984, p.83-89.

Ambert et al. 1985 : AMBERT P., BARGE H., ESPEROU J.-L., « Les mines de cuivre de Pioch-Farrus (Cabrières, Hérault), Préhistoire et Antiquité », dans *Etudes Languedociennes. Actes du 110^{ème} congrès national des sociétés savantes (Montpellier, 1985)*, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, 1985, p. 97-113.

Ambert et al. 2001 : AMBERT P., BEAUMES B., HOULÈS N., « Le patrimoine minier du district de Cabrières (Hérault) confronté au traitement des mines orphelines par la DRIRE L.R.. Solutions conservatoires réalisées », *Archéologie en Languedoc*, 25, 2001, p. 51-71.

Ambert et al. 2009 : AMBERT P., LAROCHE M., FIGUEROA-LARRE V., KLEMM V., ROVIRA S., GUENDON J.-L., PRANGE M., « Cabrières et la métallurgie de la transition de l'âge du Bronze et du premier âge du Fer (Launacien *pro parte*). État de la question », *Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco*, 49, 2009, p. 99-114.

Ancel 1992 : ANCEL B., « Le percement des galeries au XVI^{ème} siècle : l'exemple des mines d'argent du Neuenberg », dans BENOÎT P., FLUCK P. (dir.), *Les techniques minières de l'Antiquité au XVIII^{ème} siècle. Actes du colloque international sur les ressources minières et l'histoire de leur exploitation de l'Antiquité à la fin du XVIII^{ème} s., 113^{ème} Congrès national des Sociétés Savantes de Strasbourg (Strasbourg, 5-9 avril 1988)*, Comité des Travaux historiques et Scientifiques, Paris, 1992, p. 379-394.

Ancel 2004 : ANCEL B., *Mine de manganèse de La Ferronnière, Aude. Etudes avant mise en sécurité, Document Final de Synthèse*, CCSTI, L'Argentière-La Bessée, 2004, 55 p.

Ancel 2008 : ANCEL B., « Le paysage minier en zone de montagne », dans BAILLY-MAÎTRE M.-C. JOURDAIN-ANNEQUIN C., CLERMONT-JOLY M., *Archéologie et paysages des mines anciennes, de la fouille au musée*, Picard, Paris, 2008, p. 233-247.

Ancel et al. 2001 : ANCEL B., DARDIGNAC C., PARENT G., BEYRIE A., « La mine de cuivre antique des Trois Rois à Banca, vallée de Baïgorry (Pyrénées-Atlantiques) », dans SABLAYROLLES R. (éd.), *Les ressources naturelles des Pyrénées. Leur exploitation durant l'Antiquité. Actes de la table ronde de Toulouse (15-16 novembre 1999)*, Musée archéologique départemental, St-Bertrand-de-Comminges, 2001, p. 179-194. (Entretiens d'archéologie et d'histoire, 6)

Ancel et al. 1998 : ANCEL B., MORIN D., TIZZONI M., KAMMENTHALER E., COTTET M., « La mine de cuivre de Campolungo, une exploitation révolutionnaire de l'Âge du Fer », *Notizie Archeologiche Bergomensi*, 6, 1998, p. 163-184

Ancel et al. 2012 : ANCEL B., PARENT G., BEYRIE A., KAMMENTHALER E., DARDIGNAC C., « Stratégie d'exploitation et galeries d'exhaure dans la mine de cuivre antique de Banca (St Etienne de Baïgorry, Pyrénées-Atlantiques) », dans BOST J.-P. (dir.), *L'eau : usages, risques et représentations, dans le Sud-Ouest de la Gaule et le Nord de la péninsule Ibérique, de la fin de l'âge du Fer à l'Antiquité tardive (II^{ème} siècle avant J.-C. - VI^{ème} siècle après J.-C.)*. Actes du colloque de Dax (2009), Fédération Aquitania, Bordeaux, 2012, p. 169-193. (Aquitania, supplément 21)

Ancel, Py 2008 : ANCEL B., PY V., « L'abattage par le feu : une technique minière ancestrale », *Archéopages*, 22, 2008, p. 34-41.

Andreau 1990 : ANDREAU J., « Recherches récentes sur les mines à l'époque romaine. II, Nature de la main d'œuvre, histoire des techniques et de la production », *Revue numismatique*, 6^{ème} série, 32, 1990, p. 85-108.

Andreau 2004 : ANDREAU J., « Sur les choix économiques des notables romains », dans ANDREAU J., FRANCE J., PITTIA S. (dir.), *Mentalités et choix économiques des Romains*, Institut Ausonius, Bordeaux, 2004, p. 71-85.

Andreau 2010 : ANDREAU J., *L'économie du monde romain*, Ellipses, Paris, 2010, 281 p.

Andrieux 2004 : ANDRIEUX P., « Les traces thermiques sur les parois de four », dans MANGIN M. (dir.), *Le fer*, Errance, Paris, 2004, p. 70-71. (Archéologiques)

Anguilano et al. 2010 : ANGUILANO L., REHREN T., MÜLLER W., ROTHENBERG B., « The importance of lead in the silver production at Riotinto (Spain) », *Archéosciences, revue d'archéométrie*, 34, 2010, p. 269-276.

Antolinos Marín, Diaz Arriño 2012 : ANTOLINOS MARÍN J.-A., DIAZ ARRIÑO B., « La *societas argentifodinarum Ilucronensium* y la explotación de las minas romanas de Carthago Noua », *Chiron*, 42, 2012, p. 25-43.

Antolinos Marín, Rico 2012 : ANTOLINOS MARÍN J.-A., RICO C., « El complejo mineralúrgico de época tardorrepública del Cabezo del Pino (Sierra de Cartagena, Murcia) », dans ZARZALEJOS PRIETO M., HEVIA GÓMEZ P., MANSILLA PLAZA L. (éd.), *Paisajes mineros antiguos en la Península Ibérica. Investigaciones recientes y nuevas líneas de trabajo. Homenaje a Claude Domergue*, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, 2012, p. 69-90.

Antolinos Marín et al. 2010 : ANTOLINOS MARÍN J.-A., FABRE J.-M., RICO C., « Las minas romanas de Carthago Noua. Avance de las investigaciones en la rambla del Abenque (Sierra de Cartagena) », *Mastia*, 9, 2010, p. 151-177.

Anwar 2010 : ANWAR N., « Etude préliminaire du petit mobilier », dans GAILLEDROT E. (dir.), *Pech-Maho (Sigean, Aude). Rapport final d'opération 2008-2010*, UMR 5130 Archéologie des Sociétés Méditerranéennes, Lattes, 2010, p. 319-341. (Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier)

Arboledas Martínez 2010 : ARBOLEDAS MARTÍNEZ L., *Minería y metalurgia romana en el sur de la Península Ibérica (Sierra Morena oriental)*, Archaeopress, 2010, 203 p. (BAR International Series 2121).

Arboledas Martínez et al. 2011 : ARBOLEDAS MARTÍNEZ L., FABRE J.-M., MANTENANT J., « Primera exploración arqueológica de las minas romanas de Sierra Morena oriental : El Centenillo (Baños de la Encina, Jaén) », *Zephyrus*, 68 (2), 2011, p. 211-228.

Arçons 1779 [1667] : ARÇONS C. (de), *Advis sur les mines métalliques dont il a eu la direction pour le service du Roi*, 1667, dans GOBET N., *Les anciens minéralogistes du Royaume de France*, Ruault, Paris, 1779, vol. 2, p. 461-505.

Arnaud 2005 : ARNAUD P., *Les routes de la navigation antique. Itinéraires en Méditerranée*, Errance, Paris, 2005, 248 p.

Arthaud et al. 1976 : ARTHAUD F., BURG J.-P., MATTE P., « L'évolution structurale hercynienne du massif de Mouthoumet (Sud de la France) », *Bulletin de la Société Géologique de France*, 18 (7), 1976, p. 967-972.

Astre 1947 : ASTRE G., « Les celto-ligures exploitaient l'or de Fournès », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 48, 1947, p. 7-17.

Astre 1948 : ASTRE G., « Les Liguro-celtiques exploitaient l'or de Lastours », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 49, 1948, p. 33-36

Attanasio et al. 2001 : ATTANASIO D., BULTRINI G., INGO G.-M., « The possibility of provenancing a series of bronze Punic coins found at Tharros (western Sardinia) using the literatura lead isotope database », *Archaeometry*, 43 (4), 2001, p. 529-547.

Aubague et al. 1977 : AUBAGUE M., ORGEVAL J.-J., SOULIE M., *Les gîtes minéraux de la terminaison méridionale du Massif central et de sa bordure languedocienne (Essai de synthèse)*, .RGM, Centre d'Etudes et de Recherches de la Géologie et de ses Applications, Montpellier, 1977, 181 p.

Autran et al. 1980 : AUTRAN A., BOULADON J., LAFITTE P., ZISERMAN A., « Les gîtes minéraux (substances non énergétiques) » dans AUTRAN A., DERCOURT J. (dir.), *ÉVOLUTIONS géologiques de la France*, BRGM, Orléans, 1980, p. 295-317.

B

Bachmann 1982 : BACHMANN H.-G., *The identification of slags from archeological sites*, Institute of Archeology, Londres, 1982, 68 p. (Occasional Publication, 6) (supprimer ?)

Bachmann 1993 : BACHMANN H. G., « The archaeometallurgy of silver », dans FRANCOVICH R. (dir.), *Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche. Atti del V ciclo de Lezioni sulla Ricerca Applicata in Archeologia (Certosa di Pontignano-Campiglia Marittima, 9-21 septembre 1991)*, Edizioni All'Insegna del Giglio, Firenze, 1993, p. 487-495.

Bachmann, Rothenberg 1980 : BACHMANN H.-G., ROTHENBERG B., « Die Verhüttungsverfahren von Site 30 », dans CONRAD H. G., ROTHENBERG B. (dir.), *Antikes Kupfer im Timna-Tal. 4000 Jahre Bergbau und Verhüttung in der Arabah (Israel)*, Deutsches Bergbau-Museum, Bochum, 1980, p. 215-236. (Der Anschnitt, Beiheft 1)

Bailly-Maître 1997 : BAILLY-MAÎTRE M.-C., « La circulation dans les mines médiévales cévénoles » dans AMBERT P. (éd.), *Mines et métallurgies de la Préhistoire au Moyen Âge en Languedoc-Roussillon et régions périphériques. Actes du colloque de Cabrières (16-19 mai 1997)*, *Archéologie en Languedoc*, 21, 1997, p. 225-233.

Bailly-Maître 2002 : BAILLY-MAÎTRE M.-C., *L'argent. Du minerai au pouvoir dans la France médiévale*, Picard, Paris, 2002, 211 p.

Bailly-Maître 2005 : BAILLY-MAÎTRE M.-C., « L'eau et les mines au Moyen-Âge : ennemies et alliées », dans *Ruralia V. Actes du colloque de Villard-Sallet (27 septembre - 2 octobre 2003)*, *Pamatky Archeologicke*, 17, 2005, p. 34-42.

Bailly-Maître 2007 : BAILLY-MAÎTRE M.-C. (coord.) « Les minerais », dans BAILLY-MAÎTRE M.-C., GARDEL M.-E. (dir.), *La pierre, le métal, l'eau et le bois : économie castrale en territoire audois (XI^{ème} s.-XIV^{ème} s.)*, Société des Etudes Scientifiques de l'Aude, Carcassonne, 2007, p. 60-71.

Bailly-Maître 2008 : BAILLY-MAÎTRE M.-C., « Mines et métallurgie au Moyen Âge. Dialogue entre paysage et archéologue pour restituer une activité passé », dans BAILLY-MAÎTRE M.-C. JOURDAIN-ANNEQUIN C., CLERMONT-JOLY M., *Archéologie et paysages des mines anciennes, de la fouille au musée*, Picard, Paris, 2008, p. 261-271.

Bailly-Maître 2010a : BAILLY-MAÎTRE M.-C., « Mines et monnaies : les sources du pouvoir dans le Languedoc occidental », dans BOURIN M. (dir.), *En Languedoc au XIII^{ème} siècle. Le temps du sac de Béziers. Actes des XX^{ème} rencontres de Béziers organisées par URBI (4-5 juin 2009, Béziers)*, Presses Universitaires de Perpignan, Perpignan, 2010, p. 125-142.

Bailly-Maître 2010b : BAILLY-MAÎTRE M.-C., « Extraction et traitement d'un minerai d'argent au Moyen Âge (XII^{ème}-XIV^{ème} s.) », *Archéosciences, revue d'archéométrie*, 2010, 34, p. 221-233.

Bailly-Maître, Benoît 1998 : BAILLY-MAÎTRE M.-C., BENOÎT P., « Les mines d'argent de la France médiévale », dans *L'argent au Moyen Âge. Actes du 28^{ème} congrès de la Société des Historiens Médiévistes de l'Enseignement Supérieur Public (Clermont-Ferrand, 30 mai - 1^{er} juin 1997)*, Publications de la Sorbonne, Paris, 1998, p. 17-45. (Histoire ancienne et médiévale, 51)

Bailly-Maître et al. 1997 : BAILLY-MAÎTRE M.-C., BENOÎT P., DUBOIS C., « Meules rotatives pour le broyage des minerais », dans GARCIA D., MEEKS D. (éd.), *Techniques et économie antiques et médiévales. Le temps de l'innovation*, Errance, Paris, 1997, p. 62-69

Bailly-Maître, Gardel 2007 : BAILLY-MAÎTRE M.-C., GARDEL M.-E. (dir.), *La pierre, le métal, l'eau et le bois : économie castrale en territoire audois (XI^e s.-XIV^e s.)*, Société des Etudes Scientifiques de l'Aude, Carcassonne, 2007, 262 p.

Bailly-Maître et al. 1984 : BAILLY-MAÎTRE M.-C., HOULES N., LANDES C., « Le site minier antique de Pioch-Farrus (commune de Cabrières, Hérault). Recherches préliminaires », *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 17, 1984, p. 327-337.

Ballery 1975 : BALLERY J.-L., *Le manganèse du versant sud de la Montagne Noire, deux exemples : Mont Peyroux, gîte lié aux strates, Villerembert, gîte karstique*, thèse de doctorat, Université Paris IV, 1975, 193 p.

Balsan 1932 : BALSAN L., « Les mines de Bouche-Payrol », *Procès-Verbaux de la Société des Lettres, Sciences et Arts de l'Aveyron*, 32, 1932, p. 248-252.

Barante 1802 : BARANTE (de) C., *Essai sur le département de l'Aude*, 1802, 236 p.

Barge et al. 1983 : BARGE H., AMBERT P., LOPEZ M., *Les indices de minerai de cuivre et les traces des anciennes exploitations minières (Aveyron). Rapport de prospection thématique*, Service Régional de l'Archéologie Midi-Pyrénées, Toulouse, 1983, 14 p.

Barge, Saligny 2011 : BARGE O., SALIGNY L., « Acquérir, gérer et archiver les données », dans RODIER X. (dir.), *Information spatiale et archéologie*, Errance, Paris, 2011, p. 73-103. (*Archéologiques*)

Baron et al. 2006 : BARON S., CARIGNAN J., LAURENT S., PLOQUIN A., « Medieval lead making on Mont-Lozère Massif (Cévennes-France) : Tracing ore sources using Pb isotopes », *Applied Geochemistry*, 21, 2006, p. 241-252.

Barrouillet, Lamy 1986 : BARROUILLET V., LAMY A., *Mines et fonderies antiques et médiévales du Canigou (inventaire des régions nord-ouest, sud et sud-est)*, mémoire de maîtrise, sous la direction de C. Domergue, Université de Toulouse II-Le Mirail, 1986, 2 vol.

Barrouillet et al. 1989 : BARROUILLET V., LAMY A., MUT G., PINÉDA J., SIRET A., « Mines et fonderies antiques et médiévales du Canigou (Pyrénées-Orientales) », dans *Mines et métallurgies antiques et médiévales de la France méridionale, recherches récentes. Actes des Journées de Perpignan (21-22 février 1987)*, Université Toulouse II - Le Mirail, Ville de Perpignan, Toulouse & Perpignan, 1989, p. 13-30.

Barruol 1969 : BARRUOL G., « Informations archéologiques. Languedoc-Roussillon », *Gallia*, 27 (2), 1969, p. 381-417.

Barruol 2000 : BARRUOL G., « Les peuples préromaines du sud du Massif central d'après les sources écrites », dans DEDET B., GRUAT P., MARCHAND G., PY M., SCHWALLER M. (dir.), *Aspects de l'âge du Fer dans le sud du Massif central. Actes du 21^{ème} colloque de l'AFEAF (Conques-Montrozier, 8-11 mai 1997)*, Association pour la Recherche Archéologique en Languedoc Oriental, Lattes, 2000, p. 7-18. (Monographie d'Archéologie Méditerranéenne, 6)

Barruol, Gourdiolle 1982 : BARRUOL G., GOURDIOLE R., « Les mines antiques de la haute vallée de l'Orb (Hérault) », dans DOMERGUE C. (éd), *Mines et fonderies antiques de la Gaule. Actes de la Table ronde du CNRS (Toulouse, 21-22 novembre 1980)*, CNRS, Paris, 1982, p. 79-93.

Bats 1986 : BATS M., « Le vin italien en Gaule aux II^{ème}-I^{er} s. av. n. è. Problèmes de chronologie et de redistribution », *Dialogues d'Histoire Ancienne*, 12, 1986, p. 391-430.

Bats 1992 : BATS M., « Marseille, les colonies massaliètes et les relais indigènes dans le trafic le long du littoral gaulois (VI^{ème}-I^{er} siècle av. J.-C.) », dans BATS M., BERTUCCHI G., CONGÈS G., TRÉZINY H. (éd.), *Marseille grecque et la Gaule. Actes du colloque international d'histoire et d'archéologie et du 5^{ème} congrès archéologique de Gaule méridionale (Marseille, 18-23 novembre 1990)*. Association pour la Diffusion de l'Archéologie Méridionale, Lattes, 1992, p. 263-278 (Etudes Massaliètes, 3).

Bats 2001 : BATS M., « Les amphores massaliètes », dans PY M., ADROHER AUROUX A. M., SANCHEZ C. (dir.), *Corpus des céramiques de l'Âge du Fer de Lattes (fouilles 1963-1999)*, Association pour la Recherche Archéologique en Languedoc Oriental, Lattes, 2001, p. 130-239 (Lattara, 14)

Bavoux 1997 : BAVOUX J.-J., *Les littoraux français*, Armand Colin, Paris, 1997, 268 p. (collection U)

Bayley, Eckstein 2006 : BAYLEY J., ECKSTEIN K., « Roman and medieval litharge cakes : structure and composition », dans *Proceedings of the 34th International Symposium on Archaeometry (Zaragoza, 3-7 may 2004)*, Institucion Fernando el Catolico, Zaragoza, 2006, p. 145-153.

Bellan, Christol 1986 : BELLAN G., CHRISTOL M., « Une inscription romaine à Villemagne-l'Argentière. Le site de Saint-Martin-le-Vieux », *Bulletin de la Société Archéologique et Historique des Hauts Cantons de l'Hérault*, 9, 1986, p. 36-45.

Ben Ayad 1989 : BEN AYAD M. A., *Etude géologique des Monts du Minervois : conséquence sur les minéralisations polymétalliques (fer, zinc, plomb, arsenic, or, bismuth...) du district aurifère de Salsigne (Montagne Noire, France)*, thèse de doctorat, université de Toulouse III - Paul Sabatier, Toulouse 1989.

Benoît et al. 1992 : BENOÎT P., DEROIN J.-P., LORENZ C., LORENZ J., « Environnement géologique du minerai de fer de Fontenay (Côte-d'Or) : son exploitation au Moyen Âge », dans BENOÎT P., FLUCK P. (dir.), *Les techniques minières de l'Antiquité au XVIII^{ème} siècle. Actes du colloque international sur les ressources minières et l'histoire de leur exploitation de l'Antiquité à la fin du XVIII^{ème} s., 113^e Congrès national des Sociétés Savantes de Strasbourg (Strasbourg, 5-9 avril 1988)*, Comité des Travaux historiques et Scientifiques, Paris, 1992, p. 133-148.

Benquet 2002 : BENQUET L., *Les amphores des II^{ème}-I^{er} s. av. J.-C. découvertes dans le Toulousain : production et commercialisation*, thèse de doctorat, Université Toulouse 2 - Le Mirail, 2002, 4 vol., 260, 76, 333 et 305 p.

Benquet 2007 : BENQUET L., « Les importations de vin italique dans le Toulousain au cours du II^{ème} s. av. J.-C. », dans VAGINAY M., IZAC-IMBERT L. (dir.), *Les âges du Fer dans le Sud-Ouest de la France. Actes du 28^{ème} colloque de l'AFEAF (Toulouse, 20-23 mai 2004)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2007, p. 435-448. (Aquitania, supplément 14/1)

Berbain et al. 2005 : BERBAIN C., FAVREAU G., AYMAR J., *Mines et minéraux des Pyrénées-Orientales et des Corbières*, Association Française de Microminéralogie, Castelnault-le-Lez, 2005, 248 p.

Berdeaux-Le Brazidec, Feugère 2006 : BERDEAUX-LE BRAZIDEC M.-L., FEUGÈRE M., « Deux dépôts monétaires d'époque républicaine découverts dans l'Aude », *Cahiers Numismatiques*, 167, 2006, p. 25-43.

Berg 1992 : BERG B. I., « Les techniques d'abattage à Kongsberg (Norvège) du XVII^{ème} au XIX^{ème} siècle : pointerolle, travail au feu et tir à la poudre », dans BENOÎT P., FLUCK P. (dir.), *Les techniques minières de l'Antiquité au XVIII^{ème} siècle. Actes du colloque international sur les ressources minières et l'histoire de leur exploitation de l'Antiquité à la fin du XVIII^{ème} s., 113^e Congrès national des Sociétés Savantes de Strasbourg (Strasbourg, 5-9 avril 1988)*, Comité des Travaux historiques et Scientifiques, Paris, 1992, p. 55-76.

Berger 2003 : BERGER J.-F., « Les étapes de la morphogenèse holocène dans le Sud de la France » dans VAN DER LEEUW S., FAVORY F., FICHES J.-L., *Archéologie et systèmes socio-environnementaux. Etudes multiscalaires sur la vallée du Rhône dans le programme Archaeomedes*, CNRS, Paris, 2003, p. 87-168. (Monographies CRA, 27)

Bernard 1897 : BERNARD M., « Etude sur le gisement de la Caunette et sur le traitement de ses minerais », *Annales des Mines*, 9^{ème} série, 11, 1897, p. 597-636.

Berranger, Fluzin 2007 : BERRANGER M., FLUZIN P., « Organisation de la chaîne opératoire du fer aux II^{ème}-I^{er} s. av. J.-C. sur l'oppidum d'Entremont (Aix-en-Provence, Bouches-du-Rhône) : la circulation du métal », *Archéosciences, revue d'archéométrie*, 31, 2007, p. 7-22.

Bertrand 1975 : BERTRAND G., « Pour une histoire écologique de la France rurale », dans DUBY G., WALLON A. (dir.), *Histoire de la France rurale. 1 : La formation des campagnes françaises, des origines à 1340*, Seuil, Paris, 1975, p. 39-118.

Bès 2010 : BÈS C., « Les karsts du versant sud de la Montagne Noire », dans AUDRA P. (dir.), *Grottes et karsts de France*, Fédération Française de Spéléologie, Association Française de Karstologie, Paris, 2010, p. 320-321 (Karstologia Mémoires, 19)

Bessac, Bonnaud 1998 : BESSAC J.-C., BONNAUD R., « Sidérurgie antique dans le Bois des Lens (Gard) », dans FEUGÈRE M., SERNEELS V. (dir.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Monique Mergoïl, Montagnac, 1998, p. 142-149. (Monographies *Instrumentum* 4)

Bethemont 2000 : BETHEMONT J., *Géographie de la Méditerranée. Du mythe unitaire à l'espace fragmenté*, Armand Colin, 2000, 351 p. (collection U)

Beyrie 2003 : BEYRIE A., *Mines et métallurgies antiques au Pays Basque. Un vecteur de romanisation ?*, thèse de doctorat, Université de Toulouse II - le Mirail, 2003, 3 volumes, 247, 130 et 67 p.

Beyrie 2008 : BEYRIE A., « Extraction et exploitation de fer sur le site antique de Larla », *Archéopages*, 22, 2008, p. 32-33.

Beyrie et al. 2010 : BEYRIE A., FABRE J.-M., KAMMENTHALER E., LLUBES M., MANTENANT J., MUNTEANU G., RICO C., *La mine de cuivre antique des Barrencs (Lastours et Fournes-Cabardès, Aude). Rapport intermédiaire*, TRACES UMR 5608, Toulouse, 2010, 2 vol., 68 et 50 p. (Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier)

Beyrie et al. 2011a : BEYRIE A., FABRE J.-M., KAMMENTHALER E., MANTENANT J., MORELL I CORTES N., MUNTEANU G., RICO C., *La mine de cuivre antique des Barrencs (Lastours et Fournes-Cabardès, Aude). Rapport intermédiaire*, TRACES UMR 5608, Toulouse, 2011, 67 p. (Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier)

Beyrie et al. 2011b : BEYRIE A., FABRE J.-M., KAMMENTHALER E., MANTENANT J., MUNTEANU G., RICO C., « Une vaste exploitation minière du second âge du Fer. La mine de cuivre des Barrencs (Lastours, Fournes-Cabardès, Aude) », *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 43 2011, p. 29-46.

Beyrie et al. 2012 : BEYRIE A., FABRE J.-M., KAMMENTHALER E., MANTENANT J., MUNTEANU G., RICO C., *La mine de cuivre antique des Barrencs (Lastours et Fournes-Cabardès, Aude). Rapport final d'opération 2010-2012*, TRACES UMR 5608, Toulouse, 2012, à paraître. (Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier)

Beyrie et al. 2000 : BEYRIE A., FABRE J.-M., SABLAYROLLES R., « Les hommes du fer du dieu *Ageio*. Exploitation antique du fer dans les Hautes Baronnies (Hautes-Pyrénées) », *Gallia*, 57, 2000, p. 37-52.

Beyrie et al. 2003 : BEYRIE A., GALOP D., MONNA F., MOUGIN F., « La métallurgie du fer au Pays Basque durant l'Antiquité. État des connaissances dans la vallée de Baigorri (Pyrénées-Atlantiques) », *Aquitania*, 19, 2003, p. 49-65.

Beyrie, Kammenthaler 2008 : BEYRIE A., KAMMENTHALER E., « Aux origines de l'activité minière dans les Pyrénées occidentales. L'exploitation du cuivre, du fer, de l'or et de l'argent », *Archéopages*, 22, 2008, p. 28-33.

Biringuccio 1572 : BIRINGUCCIO V., *La pyrotechnie ou art du feu*, chez Claude Fremy, Paris, 1572, 168 f°.

Blázquez Martínez et al. 2002 : BLÁZQUEZ MARTÍNEZ J. M., DOMERGUE C., SILLIÈRES P., *La Loba (Fuenteobejuna, Cordoue, Espagne). La mine et le village minier antiques*, Institut Ausonius, Bordeaux, 2002, 424 p. (Mémoires, 7)

Bode et al. 2009 : BODE M., HAUPTMANN A., MEZGER K., « Tracing Roman lead sources using lead isotope analyses in conjunction with archaeological and epigraphic evidence. A case study from Augustan/Tiberian Germania », *Archaeological Anthropological Sciences*, 1 (3), 2009, p. 177-194.

Boisse 1858 : BOISSE A., *Recherches sur les gisements de minerais métalliques dans l'Aveyron*, Raterly, Rodez, 1858, 347 p.

Boissinot 2005 : BOISSINOT P., « Sur la plage emmêlés : Celtes, Ligures, Grecs et Ibères dans la confrontation des textes et de l'archéologie », *Mélanges de la Casa de Velazquez*, 35 (2), 2005, p. 13-43.

Bonhôte 1998 : BONHÔTE J., *Forges et forêts dans les Pyrénées ariégeoises. Pour une histoire de l'environnement*, PyréGraph, Aspet, 1998, 337 p.

Bonhôte, Fruhauf 1990 : BONHÔTE J., FRUHAUF C., « La métallurgie au bois et les espaces forestiers dans les Pyrénées de l'Aude et de l'Ariège », dans WORONOFF D. (dir.), *Forges et forêts. Recherches sur la consommation proto-industrielle de bois*, EHESS, Paris, 1990, p. 151-211.

Bonhôte et al. 2000 : BONHÔTE J., CANTELAUBE J., VERNA C., « De la mouline à la forge à la catalane. Six siècles de sidérurgie directe dans les Pyrénées ariégeoises (XIII^{ème}-XVIII^{ème} siècles) », dans *Les hommes et leur patrimoine en Comminges. Identités, espaces, cultures, aménagement du territoire. Actes du 52^{ème} congrès de la Fédération des Sociétés Savantes Languedoc, Pyrénées, Gascogne (St-Gaudens, 25-27 juin 1999)*, Société des Etudes du Comminges, St-Gaudens, 2000, p. 749-792.

Boni et al. 2000 : BONI M., DI MAIO G., FREI R., VILLA I. M., « Lead isotopic evidence for a mixed provenance for Roman water pipes from *pompeii* », *Archaeometry*, 42, 2000, p. 201-208.

Bonnemaison 1980 : BONNEMAISON M., *Etude géologique et minéralogique des minéralisations sulfoarséniées aurifères des Schistes X de la mine de Salsigne (Aude)*, thèse de 3^{ème} cycle, Université Toulouse III - Paul Sabatier, 1980, 121 p.

Bonnet, Blanchet 1946 : BONNET E., BLANCHET A., *Carte archéologique de la Gaule romaine. Fascicule X, l'Hérault*, Presses Universitaires de France, Paris, 1946, 63 p.

Bonsangue 2002 : BONSANGUE M.-L., « Aspects économiques et sociaux du monde du travail à Narbonne d'après la documentation épigraphique (I^{er} s. av. J.-C. - I^{er} s. ap. J.-C.) », *Cahiers du Centre Gustave Glotz*, 12, 2002, p. 201-232.

Bonsangue 2006 : BONSANGUE M.-L., « Des affaires et des hommes : entre l'emporion de Narbonne et la péninsule Ibérique (I^{er} siècle a.C. - I^{er} siècle p.C) », dans CABALLOS RUFINO A., DEMOUGIN S. (éd.), *Migrare. La formation des élites dans l'Hispanie romaine*, Institut Ausonius, Bordeaux, 2006, p. 15-68. (Etudes, 11)

Bonsangue 2010 : BONSANGUE M.-L., « L'apport de la documentation épigraphique à la connaissance de l'artisanat à Narbonne (Fin I^{er} s. av. J.-C. – I^{er} s. ap. J.-C.) », dans CHARDRON-PICAULT P. (dir.), *Aspects de l'artisanat en milieu urbain : Gaule et Occident romaine. Actes du colloque international d'Autun (20-22 septembre 2007)*, Société Archéologique de l'Est, Dijon, 2010, p. 183-194. (Revue Archéologique de l'Est, supplément 28)

Bonsangue 2011 : BONSANGUE M.-L., « Administrer et exploiter les mines en Gaule Méridionale : le rôle de Narbonne (I^{er} s. av. J.-C. – II^{ème} s. ap. J.-C.) », dans BENOIST S., DAGUET-GAGEY A., HOËT-VAN CAUWENBERGHE C. (éd.), *Figures d'empire, fragments de mémoire. Pouvoirs et identités dans le monde romain impérial (II^{ème} s. av. n. è. – VI^{ème} s. de n. è.)*, Presses Universitaires du Septentrion, Villeneuve-d'Ascq, 2011, p. 363-384.

Boudartchouk et al. 2006 : BOUDARTCHOUK J.-L., CABAU P., GARDES P., MOLET H., QUANTIN F., « Les lacs sacrés et l'or de Toulouse à travers les sources littéraires de l'Antiquité tardive, du haut Moyen Âge et de l'époque moderne », *Mémoires de la Société Archéologique du Midi de la France*, 66, 2006, p. 15-40.

Bouquet 1989 : BOUQUET R., « La circulation des monnaies d'or pré-augustéennes dans le Sud-Ouest de la Gaule », *Etudes Celtiques*, 26, 1989, p. 23-59.

Bouquet et al. 1999 : BOUQUET R., GRUEL K., GUICHARD V., MALACHER F., « L'or monnayé en Gaule à l'âge du Fer. Essai de cartographie quantitative », dans CAUQUET B. (dir.), *L'Or dans l'Antiquité. De la mine à l'objet. Actes du colloque international de Limoges (1994)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 1999 p. 417-425. (Aquitania, supplément 9)

Bouloumié 1989 : BOULOUMIÉ B., « L'Étrurie et les ressources de la Gaule », dans *Atti del secondo congresso internazionale etrusco (Firenze, 26 maggio - 2 Giugno 1985)*, G. Bretschneider, Roma, 1989, p. 813-892 (Studi Etruschi, supplément 2)

Bousquet 1997 : BOUSQUET J.-C., *Géologie du Languedoc-Roussillon*, BRGM, Orléans, 1997, 142 p.

Bouquet et al. 2006 : BOUQUET L., FIGUROA-LARRE V., LAROCHE M., GUENDON J.-L., AMBERT P., « Les Neuf-Bouches (district minier de Cabrières-Péret), la plus ancienne exploitation minière de cuivre de France : travaux récents, conséquences », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 103 (1), 2006, p. 143-159.

Bourgart 2009 : BOURGARIT D., *Métallurgie extractive du cuivre, alliages et impuretés : procédés et pratiques anciennes*, Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paris-Sud 11, 2009, 175 p.

Bourgart *et al.* 2003 : BOURGART D., MILLE B., PRANGE M., AMBERT P., HAUPTMANN A., « Chalcolithic falhore smelting at Cabrières : reconstruction of smelting process by archaeometallurgical finds », dans *Proceedings of international conference on archaeometallurgy in Europe (Milan, 24-26 septembre 2003)*, Associazione italiana di Metallurgia, Milan, 2003, vol. 1, p. 431-440.

Boyer, Routhier 1958 : BOYER F., ROUTHIER P., « Observation sur deux niveaux minéralisés dans le Paléozoïque inférieur des Monts du Minervoïs », *Bulletin de la Société Géologique de France*, 6^{ème} série, 8 (3), 1958, p. 257-266.

Braemer 1986 : BRAEMER F., « Problèmes concernant l'exploitation du fer », dans BRAEMER F. (éd.), *Les ressources minérales et l'histoire de leur exploitation. Actes du colloque international du 108^{ème} Congrès des Sociétés Savantes (Grenoble, 5-9 avril 1983)*, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, 1986, p. 117-118.

Bresson 2001 : BRESSON A., « Monnayage et société dans les mondes antiques », *Revue Numismatique*, 6^{ème} série, 157, 2001, p. 51-68.

BRGM 1979a : BRGM, *Carte géologique de la France. Feuille de Marseille*, 1/500 000^{ème}, BRGM, Orléans, 1979, 1 carte, 1 livret.

BRGM 1979b : BRGM, *Atlas des ressources du sous-sol du département de l'Aude*, BRGM, Service Géologique Régional Languedoc Roussillon, novembre 1979, 22 p.

BRGM 1982 : BRGM, *Carte géologique de la France à 1/50 000^{ème}. Leucate*, 1079 BRGM, Orléans, 1982, 1 carte, 1 livret.

BRGM 1989 : BRGM, *Carte géologique de la France à l'échelle 1/50 000^{ème}. Quillan*, 1077, BRGM, Orléans, 1989, 1 carte, 1 livret.

BRGM 1993 : BRGM, *Carte géologique de la France à l'échelle 1/50 000^{ème}. Carcassonne*, 1037, BRGM, Orléans, 1993, 1 carte, 1 livret.

BRGM 1997 : BRGM, *Carte géologique de la France à l'échelle 1/50 000^{ème}. Tuchan*, 1078, BRGM, Orléans, 1997, 1 carte, 1 livret.

Brun 1993 : BRUN P., « La complexification sociale en Europe moyenne pendant l'âge du Fer : essai de modélisation », dans DAUBIGNEY A. (dir.), *Fonctionnement social de l'âge du Fer. Opérateurs et hypothèses pour la France. Actes de la table ronde internationale de Lons-le-Saunier (24-26 octobre 1990)*, Centre Jurassien du Patrimoine, Lons-le-Saunier, 1993, p. 275-289.

Brun, Laubenheimer 2001 : BRUN J.-P., LAUBENHEIMER F., « La viticulture en Gaule. Conclusion », *Gallia*, 58, 2001, p. 203-219.

Buffat 2011 : BUFFAT L., *L'économie domaniale en Gaule Narbonnaise*, Association pour le Développement de l'Archéologie en Languedoc-Roussillon, Lattes, 2011, 296 p. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, 29)

Buffat et al. 2001 : BUFFAT L., PELLECUER C., MAUNE S., POMARÉDES H., « La viticulture antique en Languedoc-Roussillon », *Gallia*, 58, 2011, p. 91-111.

Burger 2008 : BURGER E., *Métallurgie extractive protohistorique du cuivre. Étude thermodynamique et cinétique des réactions chimiques de transformation des minerais de cuivre sulfurés en métal et caractérisation des procédés*, thèse de doctorat, Université Paris 6 - Pierre et Marie Curie, 2008, 358 p.

Burillo Mozota 2005 : BURILLO MOZOTA F., « La roue de l'Histoire : frontières et territoires monétaires dans le Nord-Est de la péninsule Ibérique et la vallée de l'Èbre avant 153 av. J.-C. », *Mélanges de la Casa de Velázquez*, 35 (2), 2005, p. 75-106.

C

Cabboï et al. 2004 : CABBOÏ S., DUBOIS C., DUNIKOWSKI C., LEROY M., « La fabrication du charbon de bois », dans MANGIN M. (dir.), *Le fer*, Errance, Paris, 2004, p. 52-53. (Archéologiques)

Cabboï et al. 2007 : CABBOÏ S., DUNIKOWSKI C., LEROY M., MERLUZZO P., « Les systèmes de production sidérurgique chez les Celtes du Nord de la France », dans MILCENT P.-Y. (dir.), *L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal. Actes du 38^{ème} colloque de l'AFEAF (Toulouse, 20-23 mai 2004)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2007, p. 35-62. (Aquitania, supplément 14/2)

Cabié 1903 : CABIÉ E., « Forges ou moulin à fer de la Montagne Noire du XIII^{ème} au XVIII^{ème} siècles », *Revue du Tarn*, 1903, p. 237-248.

Cadiou, Moret à paraître : CADIOU F., MORET P., « Rome et la frontière hispanique à l'époque républicaine (II^{ème}-I^{er} s. av. n. è.) », dans *Empires et États nationaux en Méditerranée : la frontière entre risque et protection (Le Caire, IEAO, 6 juin 2004)*, à paraître.

Caillaux 1875 : CAILLAUX A., *Tableau général et description des mines métalliques et des combustibles minéraux de la France*, Librairie Polytechnique, Paris, 1875, 632 p.

Callegarin et al. 2013 : CALLEGARIN L., GENEVIEVE V., HIRIART H., « Production et circulation monétaire dans le Sud-Ouest de la Gaule à l'âge du Fer (III^{ème}-I^{er} s. a.C.) », dans COLIN A., VERDIN F. (dir.), *L'âge du Fer en Aquitaine et sur ses marges. Mobilité des hommes, diffusion des idées, circulation des biens dans l'espace européen à l'âge du Fer. Actes du 35^{ème} colloque de l'AFEAF (Bordeaux, 2-5 juin 2011)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2013, p. 185-217. (Aquitania, supplément 30)

Caliste et al. 2007 : CALISTE L., GARDEL M.-E., JEANJEAN C., « L'exploitation du bois dans la Montagne Noire et les Corbières (IX^{ème} s.-XIV^{ème} s.) », dans BAILLY-MAÎTRE M.-C., GARDEL M.-E. (dir.), *La pierre, le métal, l'eau et le bois : économie castrale en territoire audois (XI^{ème} s.-XIV^{ème} s.)*, Société des Etudes Scientifiques de l'Aude, Carcassonne, 2007, p. 77-86.

Cambon s.d. : CAMBON C., *Les Corbières (Aude). Rapport intermédiaire*, inédit, sans date, 6 p., 1 catalogue de sites.

Cambon 1982 : CAMBON C., *Inventaire et étude des mines antiques des Pyrénées, Cévennes et Limousin. Volume V, Archivage des données archéologiques*, Centre de Recherche Archéologique (R.C.P. 496 C.N.R.S.), Université de Toulouse II - Le Mirail, 1982.

Cambon 1989 : CAMBON C., « Mines et sites métallurgiques antiques des Corbières (Aude) » dans DOMERGUE C. (éd.), *Mines et métallurgies antiques et médiévales de la France méridionale, recherches récentes. Actes des Journées de Perpignan (21-22 février 1987)*, Université Toulouse II - Le Mirail & Ville de Perpignan, Toulouse & Perpignan, 1989, p. 31-36.

Campo 2000 : CAMPO M., « Les producciones púnicas y la monetización en le nordeste y levante peninsulares », dans GARCÍA BELLIDO M.-P., CALLEGARIN L. (éd.), *Los cartagineses y la monetización del Mediterráneo occidental*, CSIC, Casa de Velázquez, Madrid, 2000, p. 89-100. (*Anejos de AEspA*, 22)

Canérot 2008 : CANÉROT J., *Les Pyrénées. Histoire géologique et itinéraires de découverte*, Atlantica & BRGM Editions, 2008, 526 p.

Cantelaube 2001 : CANTELAUBE J., « De la forge à bras à la forge à la catalane : évolution du bas-fourneau de réduction directe du minerai de fer dans les Pyrénées ariégeoises », dans VILA A., CODINA O., BOSCH J. M. (dir.), *L'obtenció del ferro pel procediment directe entre els segles IV et XIX. Actes del 6^{ème} curs d'Arqueologia d'Andorra 2000 (Andorra la Vella, 2 d'octubre- 5 d'octubre de 2000)*, Àrea de Recerca Històrica, Andorra la Vella, 2001, p. 9-34.

Cantelaube 2008 : CANTELAUBE J., « Les espaces de l'industrie », *Les Cahiers de Framespa* [En ligne], 4 | 2008, mis en ligne le 01 octobre 2008. URL : <http://framespa.revues.org/338>.

Canut 2010 : CANUT V., « Ferrals-les-Corbières. Pé de la Gleizo », *Bilan Scientifique de la Région Languedoc-Rousillon 2010*, Service Régional de l'Archéologie, Montpellier, 2010, p. 27.

Capéra 1986 : CAPÉRA J.-C., « Recherches minières en Cabardès à la fin du XIX^{ème} siècle », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 86, 1986, p. 117-126.

Carozza 2009 : CAROZZA J.-M., « Cadre géographique et données géomorphologiques du département de l'Aude », dans OURNAC P., PASSELAC M., RANCOULE G., *Carte archéologique de la Gaule. L'Aude (11/2)*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres & Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 2009, p. 48-53.

Catel 1633 : CATEL (de) G., *Mémoires de l'histoire de Languedoc*, Arnaud Colomiez, Toulouse, 1633, 1038 p.

Cauuet 1999 : CAUUNET B., « L'exploitation de l'or en Gaule à l'âge du Fer », dans CAUUNET B. (dir.), *L'Or dans l'Antiquité. De la mine à l'objet. Actes du colloque international de Limoges (1994)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 1999 p. 31-70. (Aquitania, supplément 9)

Cauuet 2004 : CAUUNET B., *L'or des Celtes du Limousin*, Culture et Patrimoine en Limousin, Limoges 2004, 123 p.

Cauuet 2005 : CAUUNET B., « Les mines d'or antiques d'Europe hors péninsule Ibérique. État des connaissances et travaux récents », *Pallas*, 67, 2005, p. 241-291.

Cauuet, Didierjean 1992 : CAUUNET B., DIDIERJEAN F., « Mines d'or gauloises et habitats associés du sud-Limousin : méthodes de prospection archéologique », *Aquitania*, 10, 1992, p. 31-47.

Cauuet et al. 1999 : CAUUNET B., DOMERGUE C., DUBOIS C., PULOU R., TOLLON F., « La production de cuivre dans la province romaine de Lusitanie. Un atelier de traitement de minerai à *Vipasca* (Aljustrel, Portugal) », dans GORGES J.-G., RODRÍGUEZ MARTÍN F.J. (éd.), *Économie et territoire en Lusitanie romaine*, Casa de Velázquez, Madrid, 1999, p. 279-306. (Collection de la Casa de Velázquez, 65)

Cauuet et al. 2005 : CAUUNET B., DOMERGUE C., URTEAGA M., « Mines et métallurgies en Aquitaine et en Hispanie septentrionale sous les Julio-Claudiens », dans *L'Aquitaine et l'Hispanie septentrionale à l'époque julio-claudienne. Organisation et exploitation des espaces provinciaux. Actes du colloque Aquitania (Saintes, 11-13 septembre 2003)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2005, p. 423-460. (Aquitania, supplément 13)

Cauuet, Tămaş 2012 : CAUUNET B., TĂMAŞ G. C., « Les travaux miniers antiques de Roşia Montană (Roumanie). Apports croisés entre archéologie et géologie », dans OREJAS A., RICO C. (éd.), *Minería y metalurgia antiguas, visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue*, Casa de Velázquez, Madrid, 2012, p. 219-241 (Collection de la Casa de Velázquez, 128).

Chabal 1997 : CHABAL L., *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive) : l'anthracologie, méthode et paléoécologie*, Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 1997, 189 p. (Documents d'Archéologie Française, 63).

Chambolle 1980 : CHAMBOLLE P., « Le district à barytine des Corbières (Aude) », dans POUIT G., FORTUNE J.-P. (dir.), *Métallogénie du Massif central et des Pyrénées. Actes du 26^{ème} congrès géologique international (Paris, 7-17 juillet 1980)*, Elf Aquitaine & BRGM, Paris, 1980, p. 46-51.

Chaussier, Morer 1981 : CHAUSSIER J.-B., MORER J., *Manuel du prospecteur minier*, BRGM, Orléans, 1981, 273 p. (Coll. Manuels & Méthodes, 2)

Chaussin, Hilly 1974 : CHAUSSIN C., HILLY G., *Métallurgie. Tome 2 : élaboration des métaux*, Dunod, Paris, 1974, 272 p. (Technologie et Université)

Chaves Tristán, Otero Morán 2002 : CHAVES TRISTÁN E., OTERO MORÁN P., « Los hallazgos monetales », dans BLÁZQUEZ MARTÍNEZ J. M., DOMERGUE C., SILLIÈRES P., *La Loba (Fuenteovejuna, Cordoue, Espagne). La mine et le village minier antiques*, Institut Ausonius, Bordeaux, 2002, p. 163-230. (Mémoires, 7)

Chazelles 1993 : CHAZELLES C.-A. (de), « Les habitats du bassin de l'Aude et des Corbières orientales », *Documents d'Archéologie Méridionale*, 16, 1993, p. 57-60.

Chazelles 2002 : CHAZELLES C.-A. (de), « Montlaurès », dans DELLONG E., *Carte Archéologique de la Gaule. Narbonne et le Narbonnais (11/1)*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres & Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 2002, p. 466-484.

Chazelles et al. 2002 : CHAZELLES C.-A. (de), MAUNÉ S., ROPIOT V., SANCHEZ C., « Le territoire vivrier de Montlaurès (Narbonne, Aude) à l'âge du Fer », dans GARCIA D., VERDIN F. (dir.), *Territoires celtiques. Espaces ethniques et territoires des agglomérations protohistoriques d'Europe occidentale. Actes du 24^{ème} colloque international de l'AFEAF (Martigues, 1-4 juin 2000)*, Errance, Paris, 2002, p. 104-107.

Chikhaoui 1981 : CHIKHAOUI S., *Contribution à la minéralogie et à la géochimie de la série tennantite-tétraèdrite (« cuivres gris »)*, thèse de doctorat, Université Paris VI, 1981, 157 p.

Chouquer 1993 : CHOUQUER G., « Répertoire topo-bibliographique des centuriations de Narbonnaise », *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 26, 1993, p. 87-98.

Christol 1996 : CHRISTOL M., « La Narbonnaise dans l'Empire romain », dans FICHES J.-L. (dir.), *Le III^{ème} s. en Gaule Narbonnaise. Actes de la table ronde du GDR 954 « Archéologie de l'espace rural méditerranéen dans l'Antiquité et le haut Moyen Âge » (Aix-en-Provence, 15-16 septembre 1995)*, APDCA, Antibes, 1996, p. 15-32.

Christol 2006 : CHRISTOL M., *L'Empire romain du III^{ème} s. (192-325 apr. J.-C.)*, Errance, Paris, 2006, 288 p. [1^{ère} édition : 1997]

Christol 2010 [1982] : CHRISTOL M., « Les naviculaires d'Arles et les structures du grand commerce maritime sous l'Empire romain », dans CHRISTOL M., *Une histoire provinciale. La Gaule narbonnaise de la fin du II^{ème} s. av. J.-C. au III^{ème} s. ap. J.-C. Scripta varia*, Publications de la Sorbonne, Paris, 2010 (2^{nde} édition revue), p. 595-603. [1^{ère} édition : 1982]

Christol 2010 [1998] : CHRISTOL M., « Cités et territoires autour de Béziers à l'époque romaine », dans CHRISTOL M., *Une histoire provinciale. La Gaule narbonnaise de la fin du II^{ème} s. av. J.-C. au III^{ème} s. ap. J.-C. Scripta varia*, Publications de la Sorbonne, Paris, 2010 (2^{nde} édition revue), p. 157-174. [1^{ère} édition : 1998]

Christol 2010 [2000] : CHRISTOL M., « Un pagus dans l'arrière-pays de Narbonne (CIL XII, 5370) », dans CHRISTOL M., *Une histoire provinciale. La Gaule narbonnaise de la fin du II^{ème} s. av. J.-C. au III^{ème} s. ap. J.-C.. Scripta varia*, Publications de la Sorbonne, Paris, 2010 (2nde édition revue), p. 445-465. [1^{ère} édition : 2000]

Christol 2010 [2002] : CHRISTOL M., « Narbonne : un autre emporion à la fin de l'époque républicaine et à l'époque augustéenne », dans CHRISTOL M., *Une histoire provinciale. La Gaule narbonnaise de la fin du II^{ème} s. av. J.-C. au III^{ème} s. ap. J.-C.. Scripta varia*, Publications de la Sorbonne, Paris, 2010 (2nde édition revue), p. 41-56. [1^{ère} édition : 2002]

Christol 2010 [2003] : CHRISTOL M., « Activité économique, appartenance à l'élite et notabilité : les collègues dans la Gaule méridionale et la vallée du Rhône », dans CHRISTOL M., *Une histoire provinciale. La Gaule narbonnaise de la fin du II^{ème} s. av. J.-C. au III^{ème} s. ap. J.-C.. Scripta varia*, Publications de la Sorbonne, Paris, 2010 (2nde édition revue), p. 519-532. [1^{ère} édition : 2003]

Christol 2010 [2004] : CHRISTOL M., « Une étape de l'aménagement et du peuplement des campagnes en Gaule méridionale : les établissements italiens antérieurs à la colonisation césarienne », dans CHRISTOL M., *Une histoire provinciale. La Gaule narbonnaise de la fin du II^{ème} s. av. J.-C. au III^{ème} s. ap. J.-C.. Scripta varia*, Publications de la Sorbonne, Paris, 2010 (2nde édition revue), p. 57-66 [1^{ère} édition : 2004]

Christol 2010 : CHRISTOL M., « Conclusion : la Narbonnaise dans l'Empire au III^{ème} s. », dans CHRISTOL M., *Une histoire provinciale. La Gaule narbonnaise de la fin du II^{ème} s. av. J.-C. au III^{ème} s. ap. J.-C.. Scripta varia*, Publications de la Sorbonne, Paris, 2010, p. 623-626.

Christol 2011 : CHRISTOL M., « Les Rutènes et la Provincia », dans GRUAT P., PAILLER J.-M., SCHAAD D. (dir.), *Les Rutènes. Du peuple à la cité. De l'Indépendance à l'installation dans le cadre romain (150 a.C. - 100 p.C.). Actes du colloque de Rodez et Millau (Aveyron, 15-17 novembre 2007)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2011, p. 179-194. (*Aquitania*, supplément 25)

Christol, Fédière 1999 : CHRISTOL M., FÉDIÈRE G., « La présence italienne dans l'arrière-pays de Narbonne : le dossier des *Usuleni* », *Dialogues d'Histoire Ancienne*, 25 (1), 1999, p. 81-99.

Christol, Plana Mallart 2010 [1998] : CHRISTOL M., PLANA MALLART R., « De la Catalogne à Narbonne : épigraphie amphorique et épigraphie lapidaire. Les affaires de *Veiento* », dans CHRISTOL M., *Une histoire provinciale. La Gaule narbonnaise de la fin du II^{ème} s. av. J.-C. au III^{ème} s. ap. J.-C.. Scripta varia*, Publications de la Sorbonne, Paris, 2010 (réédition), p. 555-575. [1^{ère} édition : 1998]

Clavel 1970 : CLAVEL M., *Béziers et son territoire dans l'Antiquité*, Les Belles Lettres, Paris-Besançon, 1970, 664 p. (Annales Littéraires de l'Université de Besançon)

Cleere 1983 : CLEERE H., « The organisation of the iron industry in Western Provinces in the Early Empire, with special reference to Britain », *Offa*, 40, 1983, p. 103-114.

Cleere, Crossley 1985 : CLEERE H., CROSSLEY D., *The iron industry of the Weald*, Leicester University Press, Leicester, 1985, 395 p.

Cochet 2000 : COCHET A., *Le plomb en Gaule romaine. Techniques de fabrication et produits*, Monique Mergoïl, Montagnac, 2000, 223 p.

Collin-Bouffier 2009 : COLLIN-BOUFFIER S., « Marseille et la Gaule méditerranéenne avant la conquête romaine », dans CABOURET-LAURIoux B., GUILHEMBET J.-P., ROMAN Y. (dir.), *Rome et l'Occident du II^{ème} s. av. J.-C. au II^{ème} s. apr. J.-C. Actes du colloque de la SOPHAU (Lyon, 15-16 mai 2009)*, *Pallas*, 8, 2009, p. 35-60.

Combes 1962 : COMBES A., « Aperçu géologique sur les collines de Boutenac (Aude) », *Bulletin de la Société Géologique de France*, 7^{ème} série, 4 (3), 1962, p. 362-379.

Coumoul 1975 : COUMOUL A., *Étude des minéralisations barytiques de la région de Cabrières (Hérault)*, thèse de 3^{ème} cycle, Université Toulouse III - Paul Sabatier, 1975, 84 p.

Conophagos 1980 : CONOPHAGOS C., *Le Laurium antique et la technique grecque de la production de l'argent*, Ekdotike Hellados, Athènes, 1980, 458 p.

Conophagos 1989 : CONOPHAGOS C., « Quelques considérations générales sur les procédés de concentrations pendant l'Antiquité et sur leur évolution », dans DOMERGUE C. (éd.), *Minería et metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas. Actos del coloquio internacional asociado (Madrid, 24-28 octubre 1985)*, Ministerio de Educacion, Cultura y Deporte Cultura, Madrid, 1989, vol. 2, p. 96-116.

Courent 1901 : COURRENT P., « Padern, ses forges et ses mines », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 12, 1901, p. 51-85.

Courent 1935 : COURRENT P., « séance du 18 avril 1934 », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 39, 1935, p. LXX-LXXIII.

Courent 1944 : COURRENT P., « Padern et ses mines », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 47, 1944, p. 1-20.

Courent, Hélène 1935 : COURRENT P., HELENA P., *Répertoire archéologique du département de l'Aude, période gallo-romaine*, Fédération Historique du Languedoc Méditerranéen et du Roussillon, Montpellier, 1935, 104 p.

Coustures 2012 : COUSTURES M.-P., « Archéologie qui trouve, archéométrie qui prouve ? Quarante années de recherches sur la sidérurgie ancienne de la Montagne Noire », *Pallas*, 90,

2012, p. 279-297.

Coustures et al. 2004 : COUSTURES M.-P., BÉZIAT D., TOLLON F., « Caractérisation des déchets paléoméallurgiques de la phase ancienne du site de Pech-Maho », dans GAILLEDRAT E., SOLIER Y., *L'établissement côtier de Pech-Maho (Sigean, Aude) aux VI^{ème}-V^{ème} s. av. J.-C. (Fouilles 1959-1979)*, Association pour le Développement de l'Archéologie en Languedoc-Roussillon, Lattes, 2004, p. 449-455. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, 19)

Coustures et al. 2006 : COUSTURES M.-P., RICO C., DJAOUI D., LONG L., DOMERGUE C., TOLLON F., « La provenance des barres de fer romaines des Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône). Étude archéologique et archéométrique », *Gallia*, 63, 2006, p. 243-261.

Craddock 1995 : CRADDOCK P. T., *Early Metal Mining and Production*, Edinburgh University Press, Édimbourg, 1995, 363 p.

Crouzet, Tollon 1980 : CROUZET J., TOLLON F., *Le gisement stratiforme et filonien de Salsigne, Aude*, BRGM, Orléans, 1980, 54 p. (Mémoires du BRGM, 112)

D

Dabosi 2004 : DABOSI F., « La forge à la catalane », dans MANGIN M. (dir.), *Le fer*, Errance, Paris, 2004, p. 75-76 (Archéologiques)

Dark 2001 : DARK K., « Proto-industrialization and the Economy of the Roman Empire », dans POLFER M. (dir.), POLFER M. (dir.): *L'artisanat romain : évolutions, continuité et ruptures (Italie et provinces occidentales)*, Monique Mergoïl, Montagnac, 2001, p. 19-29 (Monographies *Instrumentum*, 20).

Daubigny 1993 : DAUBIGNEY A., « Moteurs et rythme de la différenciation sociale en Gaule du VI^{ème} au I^{er} s. av. n. è. », dans DAUBIGNEY A. (dir.), *Fonctionnement social de l'âge du Fer. Opérateurs et hypothèses pour la France. Actes de la table ronde international de Lons-le-Saunier (Jura, 24-26 octobre 1990)*, Centre Jurassien du Patrimoine, Lons-le-Saunier, 1993, p. 291-300.

Daubrée 1868 : DAUBREE A., « Aperçu historique sur l'exploitation des mines métalliques dans la Gaule », *Revue Archéologique*, 17, 1868, p. 298-313.

Daubrée 1881 : DAUBREE A., « Aperçu historique sur l'exploitation des mines métalliques dans la Gaule. Notices supplémentaires », *Revue Archéologique*, 41, 1881, p. 201-221, 261-284 et 327-353.

Davasse 2000 : DAVASSE B., *Forêts, charbonniers et paysans dans les Pyrénées de l'est du Moyen Âge à nos jours. Une approche géographique de l'histoire de l'environnement*, GEODE, Toulouse, 2000, 287 p.

David 1925 : DAVID A., *La Montagne Noire (Aude, Hérault, Tarn). Essai de monographie géographique*, Carcassonne, 1925.

Decombeix 2004 : DECOMBEIX P.-M., « Evaluer les quantités de scories que contient un ferrier : pourquoi et comment faire ? L'exemple de la haute vallée de la Dure (région des Martys, Aude) », dans MANGIN M. (dir.), *Le fer*, Errance, Paris, 2004, p. 192-198. (Archéologiques)

Decombeix 2005 : DECOMBEIX P.-M., « Dernières nouvelles des expérimentations de sidérurgie antique dans la Montagne Noire », *Pallas*, 67, 2005, p. 359-364.

Decombeix et al. 2000 : DECOMBEIX P.-M., DOMERGUE C., FABRE J.-M., GORGUES A., RICO C., TOLLON F., TOURNIER B., « Réflexions sur l'organisation de la production de fer à l'époque romaine dans le bassin supérieur de la Dure, au voisinage des Martys (Aude) », *Gallia*, 57, 2000, p. 23-36.

Decombeix, Fabre 1998 : DECOMBEIX P.-M., FABRE J.-M., *Inventaire des ferriers gallo-romains du bassin supérieur de la Dure (communes de Cuxac-Cabardès et Les Martys, Aude), rapport de prospection 1998*, UTAH UMR 5608, Toulouse, 1998, 18 p. (Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier)

Decombeix et al. 1998 ; DECOMBEIX P.-M., FABRE J.-M., TOLLON F., DOMERGUE C., « Evaluation du volume des ferriers romains du domaine des Forges (Les Martys, Aude), de la masse de scories qu'ils renferment et de la production de fer correspondante », *Revue d'Archéométrie*, 22, 1998, p. 77-90.

Decombeix et al. 2001a : DECOMBEIX P.-M., FABRE J.-M., RICO C., *Mines et sidérurgie antiques sur le versant méridional de la Montagne Noire. Prospection thématique 2000-2002, rapport intermédiaire 2001*, UTAH UMR 5608, Toulouse, 2001, 28 p. (Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier)

Decombeix et al. 2001b : DECOMBEIX P.-M., FABRE J.-M., RICO C., « La sidérurgie, datation et évaluation des sites métallurgiques : apports et limites de la prospection de surface », dans VILA A., CODINA O., BOSCH J. M. (dir.), *L'obtenció del ferro pel procediment directe entre els segles IV et XIX. Actes del 6^{ème} curs d'Arqueologia d'Andorra 2000 (Andorra la Vella, 2 d'octubre- 5 d'octubre de 2000)*, Àrea de Recerca Històrica, Andorra la Vella, 2001, p. 161-175.

Decombeix et al. 2004 : DECOMBEIX P.-M., FABRE J.-M., RICO C., *Mines et sidérurgie antiques sur le versant méridional de la Montagne Noire. Prospection thématique 2000-2002. Rapport final d'opération*, UTAH UMR 5608, Toulouse, 2004, 28 p. (Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier)

De Filippo et al. 1982 : DE FILIPPO R., GRACIA Y., PEIXOTO X., SAUVAGE C., *Inventaire des mines et fonderies antiques et médiévales de l'Est de la Montagne Noire (est du Tarn, sud de l'Aveyron, nord-ouest de l'Hérault)*, mémoire de maîtrise, sous la direction de C. Domergue, Université Toulouse II - Le Mirail, 1982, 3 vol., 47, 49 et 200 p.

Dejean et al. 1985 : DEJEAN L., GOURDIOLE R., LANDES C., « Les sites miniers et métallurgiques du Mont Faulat (haute vallée de l'Orb, Hérault) », dans *Etudes Languedociennes. Actes du 110^{ème} congrès national des sociétés savantes (Montpellier, 1985)*, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, 1985, p. 115-132.

Delamarre 2001 : DELAMARRE X., *Dictionnaire de la langue gauloise*, Errance, Paris, 2001, 352 p.

Deliens et al. 1993 : DELIENS, BERBAIN C., FAVREAU G., *Les anciennes mines de Padern-Montgaillard (Aude). Géologie, histoire et minéralogie*, Association Française de Microminéralogie, Paris, 1993, 80 p.

Deneele 2002 : DENELEE D., *Caractérisation, simulations expérimentales et thermodynamiques de l'altération de déchets vitreux. Les scories de première fusion de plomb et de zinc*, thèse de doctorat, Université Lille I, 2002, 192 p.

Depeyrot 2002 : DEPEYROT G., *Le numéraire celtique. II : La Gaule des monnaies à la croix*, Wetteren, 2002, 256 p. (Moneta, 28)

Dercourt 2002 : DER COURT J., *Géologie et géodynamique de la France outre-mer et européenne*, Dunod, Paris, 2002, 329 p. (Sciences Sup).

Desbat et al. 2000 : DESBAT A., MEILLE E., PICON M., « La préparation du laiton par cémentation à l'époque romaine », dans PÉTREQUIN P., FLUZIN P., THIRIOT J., BENOÎT P. (dir.), *Arts du feu et productions artisanales. Actes des 20^{ème} rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes (Antibes, 21-23 octobre 1999)*, APDCA, Antibes, 2000, p. 183-188.

Desjardins 1876 : DESJARDINS E., *Géographie historique et administrative de la Gaule romaine*, Paris, Hachette et C^{ie}, vol. 1, 1876, 475 p.

Dieudonné-Glad 1992 : DIEUDONNÉ-GLAD N., « La métallurgie du fer autour d'*Avaricum* (Bourges) durant l'Antiquité », *Revue Archéologique du Centre de la France*, 31, 1992, p. 57-74.

Dieudonné-Glad 1994 : DIEUDONNÉ -GLAD N., « Minerai de fer disponible et minerai de fer exploité. Exemple de choix à l'époque romaine chez les *Biturges Cubi* », dans MANGIN M. (dir.), *La sidérurgie ancienne de l'Est de la France dans son contexte européen : archéologie et archéométrie. Actes du colloque de Besançon (10-13 novembre 1993)*, Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon 1994, p. 323-329 (Annales Littéraires de l'Université de Besançon, 536).

Dieudonné-Glad 2010 : DIEUDONNÉ-GLAD N., « L'atelier de réduction du Latté à Oulches », dans DUMASY F., DIEUDONNÉ-GLAD N., LAÛT L., *Travail de la terre, travail du fer. L'espace rural autour d'Argentomagus (Saint-Marcel, Indre)*, Institut Ausonius, Bordeaux, 2010, p. 261-363. (Mémoires, 23)

Ditte 1891 : DITTE A., *Leçons sur les métaux, tome 2*, Dunod, Paris, 1891, 667 p.

Ditte 1902 : DITTE A., *Introduction à l'étude des métaux*, Société d'Éditions Scientifiques, Paris, 1902, 488 p.

Domergue 1965 : DOMERGUE C., « Les *Planii* et leur activité industrielle en Espagne sous la République », *Mélanges de la Casa de Velázquez*, 1, 1965, p. 9-25.

Domergue 1971 : DOMERGUE C., « El Cerro del Plomo. Mina El Centenillo », *Noticiario Arqueológico*, 16, 1971, Madrid, p. 267-363.

Domergue 1982 : DOMERGUE C. (éd), *Mines et fonderies antiques de la Gaule. Actes de la table ronde du CNRS (Toulouse, 21-22 novembre 1980)*, CNRS, Paris, 1982, 329 p.

Domergue 1989 : DOMERGUE C. (éd.), *Mines et métallurgies antiques et médiévales de la France méridionale, recherches récentes. Actes des Journées de Perpignan (21-22 février 1987)*, Université Toulouse II - Le Mirail & Ville de Perpignan, Toulouse & Perpignan, 1989, 134 p.

Domergue 1990 : DOMERGUE C., *Les mines de la péninsule Ibérique dans l'Antiquité Romaine*, Ecole Française de Rome, Rome, 1990, 625 p. (Collection de l'Ecole Française de Rome, 127)

Domergue 1991 : DOMERGUE C., « Les amphores dans les mines antiques du Sud de la Gaule et de la péninsule Ibérique », dans *Festschrift für Wilhelm Schüle zum 60. Geburtstag, Internationale Archäologie* 1, 1991, p. 99-125.

Domergue 1993 : DOMERGUE C. (dir.), *Un centre sidérurgique de la Montagne Noire, le Domaine des Forges (Les Martyrs, Aude)*, CNRS, Paris, 1993, 477 p. (*Revue Archéologique de Narbonnaise*, supplément 27)

Domergue 1994 : DOMERGUE C., « L'État romain et le commerce des métaux à la fin de la République et sous le Haut-Empire », dans ANDREAU J., BRIANT P., DESCAT R. (éd.), *Économie antique. Les échanges dans l'Antiquité : le rôle de l'État*, Musée archéologique départemental, St-Bertrand-de-Comminges, 1994, p. 99-113. (Entretiens d'archéologie et d'histoire, 1)

Domergue 2001 : DOMERGUE C., « Origine de l'or et de l'argent des Tectosages », dans *L'or de Tolosa*, Musée Saint-Raymond, Toulouse, 2001, p. 23-24.

Domergue 2004a : DOMERGUE C., « Les mines et la production des métaux dans le monde méditerranéen au I^{er} millénaire avant notre ère. Du producteur au consommateur », dans LEHOËRFF A. (dir.), *L'artisanat métallurgique dans les sociétés anciennes en Méditerranée occidentale : techniques, lieux et formes de production. Actes du colloque de Rovello (4-6 mai 2000)*, Ecole Française de Rome, Rome, 2004, p. 129-160. (Collection de l'École Française de Rome, 332)

Domergue 2004b : DOMERGUE C., « Le régime juridique des mines du domaine public à Rome. A propos d'un ouvrage récent », *Mélanges de la Casa de Velázquez*, 34 (2), 2004, p. 221-236.

Domergue 2004c : DOMERGUE C., « Fer et société », dans MANGIN M. (dir.), *Le fer*, Errance, Paris, 2004, p. 175-212. (Archéologiques)

Domergue 2007 : DOMERGUE C., « La sidérurgie extractive en Transalpine et dans la Gaule indépendante à la fin de l'âge du Fer. Essai de mise en parallèle », dans MILCENT P.-Y. (dir.), *L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal. Actes du 28^{ème} colloque de l'AFEAF (Toulouse, 20-23 mai 2004)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2007, p. 17-34. (Aquitania, supplément 14/2)

Domergue 2008 : DOMERGUE C., *Les mines antiques. La production des métaux aux époques grecque et romaine*, Picard, Paris, 2008, 240 p.

Domergue 2010 : DOMERGUE C., « *Aquitani stantes noctibus diebusque...* Pline le Naturaliste (*Hist. Nat.*, 33, 97) et l'épuisement de l'eau dans les mines d'Hispanie », *Pallas*, 82, 2010, p. 417-426.

Domergue et al. 2003a : DOMERGUE C., BEYRIE A., JACQUET C., TOLLON F., « Un bas-fourneau de petit module sur le site sidérurgique romain du domaine des Forges (Les Martyrs, Aude) », dans STÖLLNER T., KÖRLIN G., STEFFENS G., CIERNY J. (éd.), *Man and mining - Mensch und Bergbau. Studies in honour of Gerd Weisgerber, Deutschen Bergbau-Museum, Bochum*, 2003, p. 127-136. (Der Anschnitt, Beiheft 16)

Domergue et al. 2003b : DOMERGUE C., BENQUET L., DECOMBEIX P.-M., FABRE J.-M., GORGUES A., RICO C., TOLLON F., « La Guerre des Gaules et les débuts de la sidérurgie romaine en Montagne Noire », *Pallas*, 63, 2003, p. 241-247.

Domergue et al. 1997 : DOMERGUE C., BÉZIAT D., CAUJET B., JARRIER C., LANDES C., MORASZ J.-G., OLIVA P., PULOU R., TOLLON F., « Les moulins rotatifs dans les mines et centres métallurgiques antiques », dans GARCIA D., MEEKS D. (éd.), *Techniques et économie antiques et médiévales. Le temps de l'innovation*, Errance, Paris, 1997, p. 48-61.

Domergue et al. 2002 : DOMERGUE C., HESNARD A., PASSELAC M., « Les échanges commerciaux dans le Toulousain : l'exemple de Vieille-Toulouse », dans PAILLER J.-M. (dir.), *Tolosa. Nouvelles recherches sur Toulouse et son territoire dans l'Antiquité*, Ecole Française de Rome, 2002, p. 193-197 (Collection de l'École Française de Rome, 281)

Domergue et al. 1999 : DOMERGUE C., JARRIER C., TOLLON F., « La métallurgie extractive du fer dans la Montagne Noire à l'époque romaine. Nouveaux documents », *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 32, 1999, p. 147-156.

Domergue, Leroy 2000 : DOMERGUE C., LEROY M., « L'état de la recherche sur les mines et les métallurgies en Gaule, de l'époque gauloise au haut Moyen Age », *Gallia*, 57, 2000, p. 3-10.

Domergue et al. 1975 : DOMERGUE C., MARTIN T., SILLIÈRES P., « L'activité de la fonderie gallo-romaine des Martys (Aude). Recherches stratigraphiques et chronologiques », dans *Archéologie minière. Forez et Massif central. Actes du 98^{ème} Congrès National des Sociétés Savantes (Saint-Etienne, 1973)*, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, 1975, p. 115-142.

Domergue, Moret 2002 : DOMERGUE C., MORET P., « L'or des Volques Tectosages : mythe ou réalité ? » dans PAILLER J.-M. (dir.), *Tolosa. Nouvelles recherches sur Toulouse et son territoire dans l'Antiquité*, Ecole Française de Rome, Rome, 2002, p. 85-92. (Collection de l'Ecole Française de Rome, 281)

Domergue et al. 2012 : DOMERGUE C., QUARATI P., NESTA A., TRINCHERINI P. R., « Retour sur les lingots de plomb de Comacchio (Ferrara, Italie), en passant par l'archéométrie et l'épigraphie », dans OREJAS A., RICO C. (éd.), *Minería y metalurgia antiguas, visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue*, Casa de Velázquez, Madrid, 2012, p. 81-103 (Collection de la Casa de Velázquez, 128).

Domergue, Rico 2003 : DOMERGUE C., RICO C., « Questions sur l'origine des lingots de métal trouvés au large du Languedoc et du Roussillon », dans BATS M., DEDET B., GARMY P., JANIN T., RAYNAUD C., SCHWALLER M. (éd.), *Peuples et territoires en Gaule méditerranéenne. Hommage à Guy Barruol*, Association de la Revue Archéologique de Narbonnaise, Montpellier, 2003, p. 389-399. (Revue Archéologique de Narbonnaise, supplément 35)

Domergue et al. 2006 : DOMERGUE C., SERNEELS V., CAUJET B., PAILLER J.-M., ORZECOWSKI S., « Mines et métallurgies en Gaule à la fin de l'âge du Fer et à l'époque romaine », dans PAUNIER D. (dir.), *Celtes et Gaulois, l'Archéologie face à l'Histoire. La romanisation et la question de l'héritage celtique. Actes de la table ronde de Lausanne (17-18 juin 2005)*, Bibracte-Centre Archéologique Européen, Glux-en-Glenne, 2006, p. 131-162. (Bibracte, 12/5)

Domergue, Sillières 2002 : DOMERGUE C., SILLIÈRES P., « Un village minier de la Sierra Morena vers 100 a.C. », dans BLÁZQUEZ MARTÍNEZ J. M., DOMERGUE C., SILLIÈRES P., *La Loba (Fuenteovejuna, Cordoue, Espagne). La mine et le village minier antiques*, Institut Ausonius, Bordeaux, 2002, p. 383-398. (Mémoires, 7)

Domergue, Tollon 1975 : DOMERGUE C., TOLLON F., « Minerais et scories de la fonderie romaine du domaine des Forges, Les Martys (Aude) », dans *Archéologie minière. Forez et Massif central. Actes du 98^{ème} Congrès National des Sociétés Savantes (Saint-Etienne, 1973)*, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, 1975, p. 101-114.

Domergue, Tollon 2002 : DOMERGUE C., TOLLON F., « La mine, les minerais, les métaux (cuivre, argent, plomb) », dans BLÁZQUEZ MARTÍNEZ J. M., DOMERGUE C., SILLIÈRES P., *La Loba (Fuenteovejuna, Cordoue, Espagne). La mine et le village minier antiques*, Institut Ausonius, Bordeaux, 2002, p. 53-77. (Mémoires, 7)

Doswald 1994 : DOSWALD C., « Les lingots de fer protohistoriques en Europe occidentale : problématique générale », dans MANGIN M. (dir.), *La sidérurgie ancienne de l'Est de la France dans son contexte européen : archéologie et archéométrie. Actes du colloque de Besançon (10-13 novembre 1993)*, Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon 1994, p. 333-343. (Annales Littéraires de l'Université de Besançon, 536)

Dorion 1893 : DORION C.-J., *Exploitation des mines. Cours de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures*, Librairie Polytechnique Baudry et C^{ie}, Paris, 1893, 667 p.

Dubois 1996 : DUBOIS C., « L'ouverture par le feu dans les mines : histoire, archéologie et expérimentation », *Revue d'archéométrie*, 20, 1996, pp. 33-46.

Dubois 2000 : DUBOIS C. « Lercoul (Pyrénées ariégeoises), un site sidérurgique du III^{ème} s. de n. è. », *Gallia*, 57, 2000, 53-63.

Dubois 2001 : DUBOIS C., « L'impact métallurgique sur la forêt pyrénéenne : l'archéologie des charbonnières », dans VILA A., CODINA O., BOSCH J. M. (dir.), *L'obtenció del ferro pel procediment directe entre els segles IV et XIX. Actes del 6^{ème} curs d'Arqueologia d'Andorra 2000 (Andorra la Vella, 2 d'octubre- 5 d'octubre de 2000)*, Àrea de Recerca Històrica, Andorra la Vella, 2001, p. 257-267.

Dubois et al. 1997 : DUBOIS C., GUILBAUT J.-E., TOLLON F., « Les anciennes métallurgies du front montagnard ariégeois (fer et non-ferreux, I^{er} s. av. n. è. au XIII^{ème} s.) », *Archéologie en Languedoc*, 21, 1997, p. 203-215.

Dumasy 1994 : DUMASY F., « La métallurgie du fer dans la cité des *Bituriges Cubi* », dans MANGIN M. (dir.), *La sidérurgie ancienne de l'Est de la France dans son contexte européen : archéologie et archéométrie. Actes du colloque de Besançon (10-13 novembre 1993)*, Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon 1994, p. 213-222 (Annales Littéraires de l'Université de Besançon, 536).

Dumasy 2010 : DUMASY F., « La ville et ses campagnes : un bilan chronologique », dans DUMASY F., DIEUDONNÉ-GLAD N., LAÛT L., *Travail de la terre, travail du fer. L'espace rural autour d'Argentomagus (Saint-Marcel, Indre)*, Institut Ausonius, Bordeaux, 2010, p. 435-463 (Mémoires, 23)

Dumasy et al. 2010 : DUMASY F., DIEUDONNÉ-GLAD N., LAÛT L., *Travail de la terre, travail du fer. L'espace rural autour d'Argentomagus (Saint-Marcel, Indre)*, Institut Ausonius, Bordeaux, 2010, 525 p. (Mémoires, 23)

Dunikowski, Cabboï 1995 : DUNIKOWSKI C., CABBOÏ S., *La sidérurgie chez les Senons : les ateliers celtiques et gallo-romains des Clérimois (Yonne)*, Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 1995, 198 p. (Documents d'Archéologie Française, 51)

Dunikowski, Cabboï 2001 : DUNIKOWSKI C., CABBOÏ S., « L'extraction du minerai de fer, la production du charbon de bois et la réduction du minerai de l'âge du Fer, de la période romaine et du haut Moyen Âge dans le nord de la France (les exemples du site des Clérimois, département de l'Yonne et ensemble des sites de la Sarthe) », dans VILA A., CODINA O., BOSCH J. M. (dir.), *L'obtenció del ferro pel procediment directe entre els segles IV et XIX. Actes del 6^{ème} curs d'Arqueologia d'Andorra 2000 (Andorra la Vella, 2 d'octubre- 5 d'octubre de 2000)*, Àrea de Recerca Històrica, Andorra la Vella, 2001, p. 189-210.

Dunikowski et al. 2007 : DUNIKOWSKI C., SEGUIER J.-M., CABBOÏ S., « La production du fer protohistorique au sud-est du bassin parisien », dans MILCENT P.-Y. (dir.), *L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal. Actes du 28^{ème} colloque de l'AFEAF (Toulouse, 20-23 mai 2004)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2007, p. 279-289. (Aquitania, supplément 14/2)

Durand et al. 2004 : DURAND P., LIVET F., SALABERT J., *La flore du Haut-Languedoc*, Editions du Rouergue/Parc Naturel Régional du Haut-Languedoc, Rodez, 2004, 382 p.

E

Ebel 1976 : EBEL C., *Translpine Gaul. The emergence of a roman province*, Brill, Leiden, 1976, 113 p.

Eschenlohr 2001 : ESCHENLOHR L., *Recherches archéologiques sur le district sidérurgique du Jura central suisse*, Cahiers d'Archéologie Romande, Lausanne, 2001, 320 p. (Cahiers d'Archéologie Romande de la Bibliothèque Historique Vaudoise, 88)

Esparseil 1893 : ESPARSEIL M., « Régime minéral du département de l'Aude. 1^{ère} partie : minerais de fer », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 4, 1893, p. 177-239.

Esparseil 1894 : ESPARSEIL M., « Régime minéral du département de l'Aude. 2^{ème} partie : minerais de manganèse », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 5, 1894, p. 221-248.

Esparseil 1895 : ESPARSEIL M., « Régime minéral du département de l'Aude. 3^{ème} partie : minerais de cuivre », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 6, 1895, p. 71-134.

Esparseil 1896 : ESPARSEIL M., « Régime minéral du département de l'Aude. 4^{ème} partie : minerais de plomb et d'argent, d'antimoine, d'étain, cobalt et bismuth », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 7, 1896, p. 93-131.

Esparseil 1897 : ESPARSEIL M., « Régime minéral du département de l'Aude. 5^{ème} partie : étude des bassins houillers de la partie orientale de l'Aude », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 8, 1897, p. 143-162.

Esparseil 1903 : ESPARSEIL R., « Excursion du 31 mars 1902 aux mines de mispickel de Salsigne, à la Grotte de Villanière et aux châteaux de Lastours », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 14, 1903, p. 3-40.

Esparseil 1913 : ESPARSEIL R., « Matériaux pour servir à l'étude de l'origine du fer dans la Montagne Noire », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 24, 1913, p. 29-70.

Esparseil 1921 : ESPARSEIL R., « Considérations métallogéniques sur la minéralisation cuivreuse du Dévonien dans les Corbières », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 27, 1921, p. 70-101.

Esparseil 1926 : ESPARSEIL R., « Etude sur les gîtes ferrifères concédés des Corbières », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 30, 1926, p. 106-120.

Esparseil 1933 : ESPARSEIL R., « Les gisements aurifères du département de l'Aude comparés aux gîtes français à travers les âges », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 37, 1933, p. 111-125.

Esparseil 1940 : ESPARSEIL R., « Le district minier de Maisons », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 44, 1940, p. 12-40.

Esparseil 1957 : ESPARSEIL R., « Sur la métallogénie du fer et du manganèse dans l'assise dévonienne des Corbières », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 58, 1957, p. 77-91.

Esparseil 1959 : ESPARSEIL R., « Sur le zinc dans les Corbières ainsi que sur ses combinaisons avec les autres minerais », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 60, 1959, p. 179-187.

Esparseil 1963 : ESPARSEIL R., « Ressources minérales et hydrominérales du département de l'Aude », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 64, 1963, p. 105-135.

Euzet 1959 : EUZET J., « Vestiges industriels dans le Lézignanais... L'industrie du fer », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 60, 1959, p. 151-164.

Évin, Oberlin 2001 : ÉVIN J., OBERLIN C., « Les développements récents en datation par le radiocarbone pour l'archéologie », dans BARRANDON J.-N., GUIBERT P., MICHEL V., *Datation. Actes des 21^{ème} rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes (Antibes, 19-21 octobre 2000)*, APDCA, Antibes, 2001, p. 93-111.

Évin, Oberlin 2005 : ÉVIN J., OBERLIN C., « La méthode de datation par le radiocarbone », dans ÉVIN J., FERDIÈRE A., LAMBERT G.-N., LANGOUËT L., LANOS P., OBERLIN C., *Les méthodes de datation en laboratoire*, Errance, Paris, 2005, p. 77-119. (Archéologiques)

F

Fabre 2000 : FABRE G., « La dimension sociale du contrôle de l'espace dans les Pyrénées occidentales et centrales : quelques remarques », dans FABRE G. (éd.), *Organisation des espaces antiques : entre nature et histoire. Actes de la table ronde organisée par le Groupe de Recherche Archéologique de Pau JE 2245, Université de Pau et des Pays de l'Adour (21 et 22 mars 1997)*, Atlantica, Biarritz, 2000, p. 135-144.

Fabre 2004a : FABRE J.-M., « Les bas-fourneaux des Martyrs (Aude) », dans MANGIN M. (dir.), *Le fer*, Errance, Paris, 2004, p. 62-63. (Archéologiques)

Fabre 2004b : FABRE J.-M., « Les grands ateliers de réduction : le *domaine des Forges*, Les Martyrs (Aude) », dans MANGIN M. (dir.), *Le fer*, Errance, Paris, 2004, p. 182-184. (Archéologiques)

Fabre 2004c : FABRE J.-M., « La forge d'épuration des Martyrs », dans MANGIN M. (dir.), *Le fer*, Errance, Paris, 2004, p. 90-91. (Archéologiques)

Fabre, Coustures 2005 : FABRE J.-M., COUSTURES M.-P., « La recherche sur la sidérurgie antique en France. Chronique bibliographique 1985-2004 », *Pallas*, 67, 2005, p. 293-325.

Fabre et al. 2009 : FABRE J.-M., KAMMENTHALER E., MANTENANT J., MUNTEANU G., RICO C., *La mine de cuivre romaine des Barrencs (Lastours et Fournes-Cabardès, Aude). Rapport de fouille programmée*, TRACES UMR 5608, Toulouse, 2009, 55 p. (Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier)

Fabre et al. 2012 : FABRE J.-M., POLO CUTANDO C., RICO C., VILLARGORDO ROS C., COUSTURES M.-P., « Minería y siderurgia antigua en Sierra Menera (Teruel-Guadalajara). Nuevos avances de la explotación del hierro en época antigua (siglos II a.C. - II d.C.) », dans OREJAS A., RICO C. (éd.), *Minería y metalurgia antiguas, visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue*, Casa de Velázquez, Madrid, 2012, p. 43-62 (Collection de la Casa de Velázquez, 128).

Fabre, Rigal 2007 : FABRE J.-M., RIGAL D., « La sidérurgie extractive en Transalpine et dans la Gaule indépendante à la fin de l'âge du Fer. Essai de mise en parallèle », dans MILCENT P.-Y. (dir.), *L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal. Actes du 28^{ème} colloque de l'AFEAF (Toulouse, 20-23 mai 2004)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2007, p. 125-131. (Aquitania, supplément 14/2)

Fabre et al. 2001 : FABRE, J.-M., SABLAYROLLES, R., TOLLON, F., « L'exploitation antique du fer dans le haut bassin de l'Arros (Hautes-Pyrénées). Données techniques » dans SABLAYROLLES R. (éd.), *Les ressources naturelles des Pyrénées. Leur exploitation durant l'Antiquité. Actes de la table ronde de Toulouse (15-16 novembre 1999)*, Musée archéologique départemental, St-Bertrand-de-Comminges, 2001, p. 119-139 (Entretiens d'archéologie et d'histoire, 6)

Fasnacht 2005 : FASNACHT W., « Bergbau und Kupfergewinnung auf Zypern », dans YALÇIN U., PULAK C., SLOTTA R. (éd.), *Das Schiff von Uluburun. Weltbandel vor 3000 Jahren. Katalog der Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum (15. Juli 2005 bis 16. Juli 2006)*, Deutschen Bergbau-Museum, Bochum, 2005, p. 515-526.

Ferras et al. 1979 : FERRAS R., PICHERAL H., VIELZEUF B., *Atlas et géographie du Languedoc et du Roussillon*, Flammarion, Paris, 1979, 371 p.

Feugère 1993 : FEUGÈRE M., « Des parures et des hommes. Économie et société en Gaule méridionale à travers l'exemple des parures celtiques du Midi », dans DAUBIGNEY A. (dir.), *Fonctionnement social de l'âge du Fer. Opérateurs et hypothèses pour la France. Actes de la table ronde internationale de Lons-le-Saunier (Jura, 24-26 octobre 1990)*, Centre Jurassien du Patrimoine, Lons-le-Saunier, 1993, p. 43-55.

Feugère 2008 : FEUGÈRE M., « Le monnayage gaulois BNF 3571/72 et les origines préromaines de la cité de Béziers », *Revue Numismatique*, 164, 2008, p. 185-208.

Feugère et al. 1998 : FEUGÈRE M., PASSELAC M., PELLECUER C., GARMY P., MAUNÉ S., FICHES J.-L., MONTEIL M., BESSAC J.-C., ROTH-CONGÈS A., CHAZELLES C.-A. (de), SABRIÉ M., SABRIÉ R., BEL V., « Signes de romanisation », *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 31, 1998, p. 299-353.

Feugère, Py 2011a : FEUGÈRE M., PY M., *Dictionnaire des monnaies découvertes en Gaule méditerranéenne : 530-27 av. n. è.*, Monique Mergoïl & Bibliothèque Nationale de France, Montagnac & Paris, 2011, 719 p.

Feugère, Py 2011b : FEUGÈRE M., PY M., « Émissions et circulation monétaires chez les Rutènes avant Auguste », dans GRUAT P., PAILLER J.-M., SCHAAD D. (dir.), *Les Rutènes. Du peuple à la cité. De l'Indépendance à l'installation dans le cadre romain (150 a.C. - 100 p.C.)*. Actes du colloque de Rodez et Millau (Aveyron, 15-17 novembre 2007), Fédération Aquitania, Bordeaux, 2011, p. 297-311. (*Aquitania*, supplément 25)

Feugère, Serneels 1998a : FEUGÈRE M., SERNEELS V., *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Monique Mergoïl, Montagnac, 1998, 263 p. (Monographies *Instrumentum*, 4)

Feugère, Serneels 1998b : FEUGÈRE M., SERNEELS V., « Production, commerce et utilisation du fer entre l'Ebre et le Rhône : premiers éléments de réflexion », dans FEUGÈRE M., SERNEELS V., *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Monique Mergoil, Montagnac, 1998, p. 251-263. (Monographies *Instrumentum*, 4)

Fiches 1996a : FICHES J.-L. (dir.), *Le III^{ème} s. en Gaule Narbonnaise. Actes de la table ronde du GDR 954 « Archéologie de l'espace rural méditerranéen dans l'Antiquité et le haut Moyen Âge » (Aix-en-Provence, 15-16 septembre 1995)*, APDCA, Antibes, 1996, 404 p.

Fiches 1996b : FICHES J.-L., « Introduction », dans FICHES J.-L. (dir.), *Le III^{ème} s. en Gaule Narbonnaise. Actes de la table ronde du GDR 954 « Archéologie de l'espace rural méditerranéen dans l'Antiquité et le haut Moyen Âge » (Aix-en-Provence, 15-16 septembre 1995)*, APDCA, Antibes, 1996, p. 9-14.

Fiches 1998 : FICHES J.-L., « IV : Agglomérations secondaires » dans FEUGÈRE M., PASSELAC M., PELLECUER C., GARMY P., MAUNÉ S., FICHES J.-L., MONTEIL M., BESSAC J.-C., ROTH-CONGÈS A., CHAZELLES C.-A. (de), SABRIÉ M., SABRIÉ R., BEL V., « Signes de romanisation », *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 31, 1998, p. 317-321.

Fiches 2002 : FICHES J.-L. (dir.), *Les agglomérations gallo-romaines en Languedoc-Roussillon*, Association de Développement de l'Archéologie en Languedoc-Roussillon, Lattes, 2002, 2 vol., 994 p. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, 13 et 14).

Fichtl 2006 : FICHTL S., « L'émergence des *civitates* en Gaule et dans le monde celtique », dans HALSELGROVE C. (dir.), *Celtes et Gaulois, l'Archéologie face à l'Histoire. Les mutations de la fin de l'âge du Fer. Actes de la table ronde de Cambridge (7-8 juillet 2005)*, Bibracte-Centre Archéologique Européen, Glux-en-Glenne, 2006, p. 41-54 (Bibracte, 12/4).

Fluck 1992 : FLUCK P., « L'adaptation des travaux miniers aux structures géologiques. Exemples de gîtes en terrains cristallins », dans BENOÎT P., FLUCK P. (dir.), *Les techniques minières de l'Antiquité au XVIII^{ème} siècle. Actes du colloque international sur les ressources minières et l'histoire de leur exploitation de l'Antiquité à la fin du XVIII^{ème} s., 113^{ème} Congrès national des Sociétés Savantes de Strasbourg (Strasbourg, 5-9 avril 1988)*, Comité des Travaux historiques et Scientifiques, Paris, 1992, p. 35-53.

Fluzin 2001 : FLUZIN P., « Apports de l'archéométrie à la restitution de la chaîne opératoire en sidérurgie : matériaux archéologiques et procédés. Etudes métallographiques », dans VILA A., CODINA O., BOSCH J. M. (dir.), *L'obtenció del ferro pel procediment directe entre els segles IV et XIX. Actes del 6^{ème} curs d'Arqueologia d'Andorra 2000 (Andorra la Vella, 2 d'octubre- 5 d'octubre de 2000)*, Àrea de Recerca Històrica, Andorra la Vella, 2001, p. 335-365.

Fluck et al. 1994 : FLUCK P., FLORSCH N., GOLDENBERG G., « La métallurgie du cuivre et du plomb argentifère dans les Vosges centrales (X^{ème}-XVIII^{ème} s.). Approche archéologique et archéométrique », dans BENOÎT P., BIDEAU A. (dir.), *Mines et métallurgies*, Programme Rhône-Alpes recherches en sciences humaines, Villeurbanne, 1994, p. 135-171 (Les Chemins de la recherche, 21)

Fluzin et al. 2000 : FLUZIN P., PLOQUIN A., SERNEELS V., « Archéométrie des déchets de production sidérurgique. Moyens et méthodes d'identification des différents éléments de la chaîne opératoire directe », *Gallia*, 57, 2000, p. 101-121.

Fortuné, Tollon 1980 : FORTUNE J.-P., TOLLON F., « La Montagne Noire », dans POUIT G., FORTUNE J.-P. (dir.), *Métallogénie du Massif central et des Pyrénées. Actes du 26^{ème} congrès géologique international (Paris, 7-17 juillet 1980)*, Elf Aquitaine & BRGM, Paris, 1980, p. 121-124.

Foucault, Raoult 2001 : FOUCAULT A., RAOULT J.-P., *Dictionnaire de Géologie*, Dunod, Paris, 2001, 379 p. (5^{ème} édition)

Fournier, Milcent 2007 : FOURNIER L., MILCENT P.-Y., « Actualité des recherches sur l'économie du fer protohistorique dans la Région Centre », dans MILCENT P.-Y. (dir.), *L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal. Actes du 28^{ème} colloque de l'AFEAF (Toulouse, 20-23 mai 2004)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2007, p. 85-105. (Aquitania, supplément 14/2)

François 1849-1851 : FRANCOIS J., « De l'industrie du fer et de l'acier dans le département de l'Aude », *Mémoires de la Société des Arts et Sciences de Carcassonne*, 1, 1849-1851, p. 1-26.

G

Galant 2001 : GALANT P., *Concession minière de Lastours (Aude). Rapport concernant l'évaluation de l'intérêt patrimonial du site dit des Barrencs de Fournes*, Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier, 2001, 14 p.

Gailledrat 1997 : GAILLEDRAT E., *Les Ibères de l'Èbre à l'Hérault*, Association pour la Recherche Archéologique en Languedoc Oriental, Lattes, 1997, 336 p. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, 1)

Gailledrat 2008 : GAILLEDRAT E., « Faciès commerciaux et usages de la céramique à Lattes durant la Protohistoire », *Gallia*, 65, 2008, p. 151-169.

Gailledrat, Solier 2004 : GAILLEDRAT E., SOLIER Y., *L'établissement côtier de Pech-Maho (Sigean, Aude) aux VI^{ème}-V^{ème} s. av. J.-C. (Fouilles 1959-1979)*, Association pour le Développement de l'Archéologie en Languedoc-Roussillon, Lattes, 2004, 467 p. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, 19)

Gailledrat et al. 2002 : GAILLEDRAT E., TAFFANEL O., TAFFANEL J., *Le Cayla de Mailbac (Aude). Les niveaux du premier âge du Fer (VI^{ème}-V^{ème} s. av. J.-C.)*, Association pour le Développement de l'Archéologie en Languedoc-Roussillon, Lattes, 2002, 272 p. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, 12)

Gallet de Santerre 1964 : GALLET DE SANTERRE H., « Informations archéologiques. Circonscription de Montpellier », *Gallia*, 22 (2), 1964, p. 473-509.

Gallet de Santerre 1966 : GALLET DE SANTERRE H., « Informations archéologiques. Circonscription de Montpellier », *Gallia*, 24 (2), 1966, p. 449-484.

Garcia 1987 : GARCIA D., « Observations sur la production et le commerce des céréales en Languedoc méditerranéen durant l'âge du Fer : les formes de stockage des grains », *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 20, 1987, p. 43-98.

Garcia 1993 : GARCIA D., *Entre Ibères et Ligures : Lodévois et moyenne vallée de l'Hérault protohistoriques*, CNRS, Paris, 1993, 356 p. (Revue Archéologique de Narbonnaise, supplément 26).

Garcia 2000 : GARCIA D., « Formes d'habitat préromaines en Gaule méridionale : l'apport du piémont héraultais », dans DEDET B., GRUAT P., MARCHAND G., PY M., SCHWALLER M. (dir.), *Aspects de l'âge du Fer dans le sud du Massif central. Actes du 21^{ème} colloque de l'AFEAF (Conques-Montrozier, 8-11 mai 1997)*, Association pour la Recherche Archéologique en Languedoc Oriental, Lattes, 2000, p. 193-201. (Monographie d'Archéologie Méditerranéenne, 6)

Garcia 2002 : GARCIA D., « Dynamiques territoriales en Gaule méridionale durant l'âge du Fer », dans GARCIA D., VERDIN F. (dir.), *Territoires celtiques. Espaces ethniques et territoires des agglomérations protohistoriques d'Europe occidentale. Actes du 24^{ème} colloque de l'AFEAF (Martigues, 1-4 juin 2000)*, Errance, Paris, 2002, p. 88-103.

Garcia 2003 : GARCIA D., « Les produits étrusques en Gaule méridionale (625-500 avant J.-C.) : voies et limites des aires de diffusion », dans LANDES C. (dir.), *Les Étrusques en France. Archéologies et Collections*, Imago, Lattes, 2003 p. 31-34.

Garcia 2004 : GARCIA D., *La Celtique méditerranéenne. Habitats et sociétés en Languedoc et en Provence (VIII^{ème}-II^{ème} siècle av. J.-C.)*, Errance, Paris, 2004, 206 p.

García-Bellido 1986 : GARCÍA-BELLIDO M.-P., « Nuevos documentos sobre minería y agricultura romanas en Hispania », *Archivo Español de Arqueología*, 59, 1986, Madrid, p. 13-43.

García-Bellido 1993 : GARCÍA-BELLIDO M.-P., « El proceso de monetización en el Levante y Sur hispánico durante la Segunda Guerra Púnica », dans UNTERMANN J., VILLAR F. (éds.), *Lengua y cultura en la Hispania prerromana. Actas del V Coloquio sobre lenguas y culturas prerromanas de la península Iberica (Colonia, 25-28 de noviembre de 1989)*, Ediciones Universidad de Salamanca,

Salamanque, 1993, p. 317-348.

García-Bellido 1998 : GARCÍA-BELLIDO M.-P., « Los ámbitos de uso y la función de la moneda en la Hispania republicana », dans MANGAS J. (éd.), *Italia e Hispania en la crisis de la República. Actas del III Congreso histórico-arqueológico hispano-italiano (Tolède 1993)*, Universidad Complutense, Madrid, 1998, 177-208.

Garmy et al. 2004 : GARMY P., PANOULLÈRES T., SCHNEIDER L., avec une contribution de FABRE G., « Mais où est donc *Luteva* ? ou géopolitique d'une capitale improbable », *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 37, 2004, p. 7-33.

Gauthier 2007 : GAUTHIER J., « L'essai des minerais au XVI^{ème} siècle : l'exemple des minerais d'argent dans le livre VII du *De Re Metallica* de Georgius Agricola », dans ANDRIEUX P. (dir.), *Projet Agricola. Quand l'Europe inventait les machines. Actes du colloque d'Annaberg-Bucbolz (2007)*, Conseil Général du Val-de-Marne, Créteil, 2007, p. 369-387.

Gayraud 1981 : GAYRAUD M., *Narbonne Antique, des origines à la fin du III^{ème} siècle*, De Boccard, Paris, 1981, 592 p. (Revue Archéologique de Narbonnaise, supplément 8)

Genssane 1776-1779 : GENSSANE A. (de), *Histoire naturelle de la province de Languedoc. Partie minéralogique et géoponique*, Chez Rigaud, Pons et C^{ie}, Montpellier, 1776-1779, 5 vol.

Genssane 1776 : GENSSANE A. (de), *Histoire naturelle de la province de Languedoc. Partie minéralogique et géoponique, tome I*, Chez Rigaud, Pons et C^{ie}, Montpellier, 1776, 288 p.

Genssane 1778 : GENSSANE A. (de), *Histoire naturelle de la province de Languedoc. Partie minéralogique et géoponique, tome IV*, Chez Rigaud, Pons et C^{ie}, Montpellier, 1778, 304 p.

Gèze 1995 : GEZE B., *Languedoc méditerranéen, Montagne Noire*, Masson, Paris, 1995, 191 p. (Guides géologiques régionaux)

Giannoni 1990 : GIANNONI A., *Les gîtes à barytine et sulfosels associés des Corbières (Aude). Un exemple de concentrations épigénétiques à l'interface socle/couverture*, thèse de 3^{ème} cycle, Université Paris VI, Paris, 1990, 2 vol., 427 et 149 p.

Giard 1983 : GIARD J.-B., « La monnaie coloniale de Narbonne en 40 avant J.-C. », *Revue Numismatique*, 6^{ème} série, 25, 1983, p. 63-72.

Ginouvez 2002 : GINOUEZ O., « Narbonne paléochrétienne », dans DELLONG E., *Carte archéologique de la Gaule. Narbonne et le Narbonnais (11/1)*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres & Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 2002, p. 92-93.

Girard 2006 : GIRARD J., « Plomb et argent dans les Pyrénées centrales. Prospection thématique », *Bilan Scientifique de la Région Midi-Pyrénées 2003*, Service Régional de l'Archéologie Midi-Pyrénées, Toulouse, 2006, p. 183.

Girard 2009 : GIRARD J., « Plomb et argent dans les Pyrénées centrales. Prospection thématique », *Bilan Scientifique de la Région Midi-Pyrénées 2005*, Service Régional de l'Archéologie Midi-Pyrénées, Toulouse, 2009, p. 139-140.

Girard et al. 2010 : GIRARD J., MUÑOZ M., CAUJET B., POLVE M., ARIÈS S., CALLEGARIN L., « Mines d'argent du Montaigu (Hautes-Pyrénées, France). Une filière aquitaine de l'argent ? Etude isotopique du plomb », *Archéosciences, revue d'archéométrie*, 34, 2010, p. 235-241.

Godelier 2010 [1984] : GODELIER M., *L'idéal et le matériel. Pensée, économies, sociétés*, Flammarion, Paris, 2010 [réédition], 349 p. [1^{ère} édition : 1984]

Gonord 1966 : GONORD H., *Contribution à l'étude des gisements minéraux de la région orientale de la Montagne Noire*, thèse de 3^{ème} cycle, Université Montpellier II - Sciences et Techniques, 1966, 131 p.

Gorgues 1998 : GORGUES A., *Le mobilier céramique des Martyrs. Les fouilles récentes*, mémoire de maîtrise, sous la direction de R. Sablayrolles, Université Toulouse II - Le Mirail, 1998, 116 p.

Gorgues 2010 : GORGUES A., *Économie et société dans le Nord-Est du domaine ibérique (III^{ème} - I^{er} s. av. J.-C.)*, CSIC, Madrid, 2010, 494 p. (Anejos de AEspA, 52).

Goudineau, Thollard 2009 : GOUDINEAU C., THOLLARD P., « L'or de Toulouse », *Aquitania*, 25, 2009, p. 49-74.

Gourdiolle 1977 : GOURDIOLE R., « Exploitation métallurgique antique dans la haute vallée de l'Orb », dans *Mines et mineurs en Languedoc-Roussillon et régions voisines de l'Antiquité à nos jours. Actes du 49^{ème} congrès de la Fédération Historique du Languedoc Méditerranéen et du Roussillon (Alès, 22-23 mai 1976)*, Fédération Historique du Languedoc Méditerranéen et du Roussillon, Montpellier, 1977, p. 69-85.

Gourdiolle 1989 : GOURDIOLE R., « Les mines antiques de la haute vallée de l'Orb (Hérault) 1982-1986 », dans *Mines et métallurgies antiques et médiévales de la France méridionale, recherches récentes. Actes des Journées de Perpignan (21-22 février 1987)*, Université Toulouse II - Le Mirail, & Ville de Perpignan, Toulouse & Perpignan, 1989, p. 13-19.

Gourdiolle, Landes 1998a : GOURDIOLE R., LANDES C., « La Transalpine minière : des monts d'Orb au bassin de Lodève », dans SCHNEIDER L., GARCIA D., *Carte archéologique de la Gaule. Le Lodévois (34/1)*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres & Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 1998, p. 53-66.

Gourdiolle, Landes 1998b : GOURDIOLE R., LANDES C., « Le site gallo-romain de Bournac (Ceilhes) », *Société Archéologique et Historique des Hauts Cantons de l'Hérault*, 21, 1998, p. 19-32.

Gourdiolle, Landes 2000 : GOURDIOLE R., LANDES C., « Une société minière italienne en pays rutène », dans DEDET B., GRUAT P., MARCHAND G., PY M., SCHWALLER M. (dir.), *Aspects de l'âge du Fer dans le sud du Massif central. Actes du 21^{ème} colloque de l'AFEAF (Conques-Montrozier, 8-11 mai 1997)*, Association pour la Recherche Archéologique en Languedoc Oriental, Lattes, 2000, p. 61-64. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, 6)

Gourdiolle, Landes 2002 : GOURDIOLE R., LANDES C., « Lascours, Ceilhes-et-Rocozels (Hérault) », dans FICHES J.-L. (dir.) *Les agglomérations gallo-romaines en Languedoc-Roussillon*, Association de Développement de l'Archéologie en Languedoc-Roussillon, Lattes, 2002, vol. 1, p. 271-281 (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, 13).

Gourdiolle, Vabre 1999 : GOURDIOLE R., VABRE C., « Le site minier de Mange-Homme sud (Ceilhes, 34) », *Bulletin de la Société Archéologique et Historique des Hauts Cantons de l'Hérault*, 22, 1999, p. 19-35.

Grandemange 1992 : GRANDEMANGE J., « L'aérage dans les mines polymétalliques du massif Vosgien au XVI^{ème} s. », dans BENOÎT P., FLUCK P. (dir.), *Les techniques minières de l'Antiquité au XVIII^{ème} siècle. Actes du colloque international sur les ressources minières et l'histoire de leur exploitation de l'Antiquité à la fin du XVIII^{ème} s., 113^{ème} Congrès national des Sociétés Savantes de Strasbourg (Strasbourg, 5-9 avril 1988)*, Comité des Travaux historiques et Scientifiques, Paris, 1992, p. 407-420.

Gras 2004 : GRAS M., « Les Étrusques vus de la Gaule. Echanges maritimes et implantations », *Documents d'Archéologie Méridionale*, 27, 2004, p. 213-235.

Gruat et al. 2007 : GRUAT P., ABRAHAM P., MAHÉ-LE CARLIER C., PLOQUIN A., avec la collab. de GRIMA C., MARCHAND G., MARTY G., « L'artisanat du fer en milieu caussenard : l'exemple de l'enceinte du Puech de Mus à Sainte-Eulalie-de-Cernon (Aveyron) aux V^{ème} et IV^{ème} s. a.C. » dans MILCENT P.-Y. (dir.), *L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal. Actes du 28^{ème} colloque de l'AFEAF (Toulouse, 20-23 mai 2004)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2007, p. 177-212 (Aquitania, supplément 14/2)

Gruat et al. 2011 : GRUAT P., IZAC-IMBERT L., AVEC LA COLLABORATION DE CURE L., LOUGHTON M., PUJOL J., VERRIER G., « Les Rutènes de la fin de l'âge du Fer : études d'histoire et d'archéologie entre Celtique et Méditerranée », dans GRUAT P., PAILLER J.-M., SCHAAD D. (dir.), *Les Rutènes. Du peuple à la cité. De l'Indépendance à l'installation dans le cadre romain (150 a.C. - 100 p.C.)*. Actes du colloque de Rodez et Millau (Aveyron, 15-17 novembre 2007), Fédération Aquitania, Bordeaux, 2011, p. 123-177. (Aquitania, supplément 25)

Gruel 2002 : GRUEL K., « Monnaies et territoires », dans GARCIA D., VERDIN F. (dir.), *Territoires celtiques. Espaces ethniques et territoires des agglomérations protohistoriques d'Europe occidentale. Actes du 24^{ème} colloque international de l'AFEAF (Martigues, 1-4 juin 2000)*, Errance, Paris, 2002, p. 205-212.

Gruel, Gale 1982 : GRUEL K., GALE N. H., « Quelques constatations sur l'origine de l'argent des monnaies coriosolites », dans DOMERGUE C. (éd), *Mines et fonderies antiques de la Gaule. Actes de la Table ronde du CNRS (Toulouse, 21-22 novembre 1980)*, CNRS, Paris, 1982, p. 293-303.

Gruel, Haselgrove 2006 : GRUEL K., HASELGROVE C., « Le développement de l'usage monétaire à l'âge du Fer en Gaule et dans les régions voisines », dans HASELGROVE C. (dir.), *Celtes et Gaulois, l'Archéologie face à l'Histoire. Les mutations de la fin de l'âge du Fer. Actes de la table ronde de Cambridge (7-8 juillet 2005)*, Bibracte-Centre Archéologique Européen, Glux-en-Glenne, 2006, p. 117-138 (Bibracte, 12/4).

Gruner 1878 : GRUNER L., *Traité de métallurgie. Métallurgie Générale*, Dunod, Paris, 1878, vol. 2, 432 p.

Guideri, Francovich 1998 : GUIDERI S., FRANCOVICH R., « La produzione del rame dai solfuri misti nella Toscana medievale », dans FRÈRE-SAUTOT M.-C. (dir.), *Paléométallurgie des cuivres. Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune (17-18 octobre 1997)*, Monique Mergoïl, Montagnac 1998, p. 155-164.

Guilaine 2004 : GUILAINE J., « L'industrie de bronze launacienne et ses affinités périphériques », dans LEHOËRFF A. (dir.), *L'artisanat métallurgique dans les sociétés anciennes en Méditerranée occidentale : techniques, lieux et formes de production. Actes du colloque de Rovello (4-6 mai 2000)*, Ecole Française de Rome, Rome, 2004, p. 117-125. (Collection de l'Ecole Française de Rome, 332)

Guilbaut, Landes 1975 : GUILBAUT J.-E., LANDES C., *La Montagne Noire à l'époque gallo-romaine*, mémoire de maîtrise, sous la direction de C. Domergue, Université Toulouse II - Le Mirail, 1975, 198 p.

Guilbaut, Landes 1977a : GUILBAUT J.-E., LANDES C., « Recherches récentes sur les mines et la métallurgie romaines de la Montagne Noire », dans *Mines et mineurs en Languedoc-Roussillon et régions voisines, de l'Antiquité à nos jours. Actes du 49^{ème} Congrès de la Fédération Historique du Languedoc Méditerranéen et du Roussillon (Alès, 22-23 mai 1976)*, Fédération Historique du Languedoc Méditerranéen et du Roussillon, Montpellier, 1977, p. 41-53.

Guilbaut, Landes 1977b : GUILBAUT J.-E., LANDES C., « Les travaux miniers gallo-romains des Barrens, commune de Fournes-Cabardès (Aude) », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 77, 1977, p. 75-81.

Guillot, Fluzin 1987 : GUILLOT I., FLUZIN P., « Interprétation structurale de l'élaboration et de l'utilisation d'outils miniers », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 84 (8), 1987, p. 248-256.

Guitard, Pelissonnier 1956 : GUITARD G., PELISSONNIER H., « De la genèse des gîtes du massif de Mouthoumet », *Bulletin de la Société Géologique de France*, 6, 1956, p. 477-490.

Gutiérrez Soler 2012 : GUTIÉRREZ SOLER L. M., « Arqueología del paisaje minero en el sector oriental de Sierra Morena », dans OREJAS A., RICO C. (éd.), *Minería y metalurgia antiguas, visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue*, Casa de Velázquez, Madrid, 2012, p. 105-128 (Collection de la Casa de Velázquez, 128).

Guyot-Rougemont, Rougemont 1992 : GUYOT-ROUGEMONT C., ROUGEMONT G., « Marseille antique : les textes littéraires grecs et latin », dans BATS M., BERTUCCHI G., CONGÈS G., TRÉZINY H. (éd.), *Marseille grecque et la Gaule. Actes du colloque international d'histoire et d'archéologie et du 5^{ème} congrès archéologique de Gaule méridionale (Marseille, 18-23 novembre 1990)*. Association pour la Diffusion de l'Archéologie Méridionale, Lattes, 1992, p. 45-50 (Etudes Massaliètes, 3).

H

Halleux 1974 : HALLEUX R., *Le problème des métaux dans la science antique*, Les Belles Lettres, Paris, 1974, 236 p.

Hauptmann 2003 : HAUPTMANN A., « Developments in copper metallurgy during the fourth and third Millennia BC at Feinan, Jordan », dans CRADDOCK P., LANG J. (éds.), *Mining and metal production through the ages*, The British Museum Press, Londres, 2003, p. 90-100.

Hauptmann 2007 : HAUPTMANN A., *The Archaeometallurgy of Copper. Evidence from Faynan, Jordan*, Springer, Berlin, 2007, 388 p.

Healy 1978 : HEALY J. F., *Mining and Metallurgy in the Greek and Roman World*, Thames and Hudson, Londres, 1978, 316 p.

Hédan, Vernhet 1975 : HÉDAN E., VERNHET A., « Notes sur le cuivre et ses alliages au premier siècle avant J.-C. chez les Rutènes et les Gabales », dans *Archéologie minière, Forez et Massif central. Actes du 98^{ème} congrès national des sociétés savantes (Saint-Etienne, 1973)*, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, 1975, p. 71-78.

Heijmans 1996 : HEIJMANS M., « L'abandon des quartiers périphériques d'Arles », dans FICHES J.-L. (dir.), *Le III^{ème} s. en Gaule Narbonnaise. Actes de la table ronde du GDR 954 « Archéologie de l'espace rural méditerranéen dans l'Antiquité et le haut Moyen Âge » (Aix-en-Provence, 15-16 septembre 1995)*, APDCA, Antibes, 1996, p. 121-133.

Herdits 2003 : HERDITS H., « Bronze Age smelting site in the Mitterberg mining area in Austria », dans CRADDOCK P., LANG J. (éd.), *Mining and metal production through the ages*, The British Museum Press, Londres, 2003, p. 69-75.

Hermet 1912-1913 : HERMET, « Mines de Tauriac et de Cénomès », *Procès-Verbaux de la Société des Lettres, Sciences et Arts de l'Aveyron*, 24, 1912-1913, p. 56.

Hermon 2000 : HERMON E., « L'impérialisme romain et la formation de la province de Gaule Transalpine », *Archéologie en Languedoc*, 24, 2000, p. 99-109.

Horon 1977 : HORON O., « Les gisements de fer de la France », dans ZITZMANN A. (dir.), *The Iron Ore Deposits of Europe and adjacent Areas*, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hanovre, 1977, vol. 1, p. 143-159.

Houlès 1997 : HOULÈS N., « Le site métallurgique de la Tude à Cabrières (Hérault) », dans AMBERT P., *Mines et métallurgies de la Préhistoire au Moyen Âge en Languedoc-Roussillon et régions périphériques Actes du colloque de Cabrières (16-19 mai 1997)*, *Archéologie en Languedoc*, 21, 1997, p. 94-96.

Hyvert 1908 : HYVERT G., *Cartulaire et archives des mines aurifères et argentifères du district antimonieux de Maisons. Notice sur la concession de la Bousole*, Librairie Béranger, Carcassonne, 1908, 48 p.

Hyvert 1933a : HYVERT R., « Le district minier de la Bousole-Maisons », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 37, 1933, p. 126-163.

Hyvert 1933 : HYVERT R., « Découvertes archéologiques dans les mines de La Caunette et de La Combe », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifique de l'Aude*, 37, 1933, p. LXVI-LXVIII.

I

Issard 1984 : ISSARD H., *Comparaison lithostratigraphique, géochimique et structurale entre la zone axiale et les nappes du versant Sud de la Montagne Noire dans le district aurifère de Salsigne (Aude, France)*, thèse de 3^{ème} cycle, Université Saint-Etienne - Jean-Monnet, 1984, 303 p.

Izard 1999 : IZARD V., *Les montagnes du fer. Eco-Histoire de la Métallurgie et des Forêts dans les Pyrénées méditerranéennes de l'Antiquité à nos jours*, thèse de doctorat, Université Toulouse II - Le Mirail, 1999, 2 vol., 560 et 192 p.

J

Jaeger, Ovtracht 1955 : JAEGER J.-L., OVTRACHT A., « La minéralisation des Hautes-Corbières (Aude) », *Bulletin de la Société Géologique de France*, 6^{ème} série, 5 (6), 1955, p. 411-422.

Jaeger et al. 1956 : JAEGER J.-L., OVTRACHT A., ROUTHIER P., « Sur l'origine exogène des gîtes de fer et de manganèse du massif de Mouthoumet (Aude) », *Bulletin de la Société Géologique de France*, 6, 1956, 491-500.

Jaeggi 2005 : JAEGGI H., « Vajillas de plata iberohelenística », dans OLMOS ROMERA R., ROUILLARD P. (éd.), *La Vajilla ibérica en época helenística (siglos IV-II al cambio de era)*, Casa de Velázquez, Madrid, 2005, p. 49-62 (Collection de la Casa de Velázquez, 89).

Jaffrezo 1977 : JAFFREZO M. (dir.), *Pyénées orientales, Corbières*, Masson, Paris, 1977, 191 p. (Guides géologiques régionaux)

Janin et al. 2003 : JANIN T., MARCHAND G., NICKELS A., SCHWALLER M., TAFFANEL O. ET J., « Les Elysiques et le premier âge du Fer en Languedoc », dans BATS M., DEDET B., GARMY P., JANIN T., RAYNAUD C., SCHWALLER M. (éd.), *Peuples et territoires en Gaule méditerranéenne. Hommage à Guy Barruol*, Association de la Revue Archéologique de Narbonnaise, Montpellier, 2003, 247-254 (Revue Archéologique de Narbonnaise, supplément 35).

Jarrier 1993 : JARRIER C., *Minéralogie, pétrographie et géochimie des résidus sidérurgiques gallo-romains (Ariège et Montagne Noire) : comparaison avec les résultats des essais de réduction directe du fer*, thèse de doctorat, Université Toulouse III - Paul Sabatier, 1993, 2 vol., 225 et 170 p.

Jarrier et al. 1995 : JARRIER C., DOMERGUE Cl., PIERAGGI B., PLOQUIN A., TOLLON F., « Caractérisation minéralogique, géochimique et métallurgique des résidus de réduction directe, d'épuration et de forge du centre sidérurgique romain des Martys (Aude, France) », *Revue d'Archéométrie*, 19, 1995, p. 49-61.

Jarrier et al. 1996 : JARRIER C., DOMERGUE C., PIERAGGI B., PLOQUIN A., TOLLON F., « Archéologie et archéométrie de la sidérurgie romaine dans la Montagne Noire au I^{er} siècle avant J.-C. Le cas des Martys (Aude) », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 96, 1996, p. 11-22.

Jullian 1920 : JULLIAN C., *Histoire de la Gaule. II, La Gaule indépendante*, Hachette, Paris, 1920, 557 p.

Jullian 1927 : JULLIAN C., *Histoire de la Gaule. V, La civilisation gallo-romaine : état matériel*, Hachette, Paris, 1927, 381 p.

K

Kammenthaler, Marconnet 2003 : KAMMENTHALER E., MARCONNET C., *Expertise archéologique préalable à la mise en sécurité des concessions minières de Lastours, Salsigne et Villanière. Rapport d'expertise archéologique*, La Route des Mines, Pontgibaud, 2003, 51 p. (Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier)

Kammenthaler, Marconnet 2004 : KAMMENTHALER E., MARCONNET C., *Expertise archéologique préalable à la mise en sécurité des concessions minières de Villardonnel et de Pujol. Rapport d'expertise archéologique*, La Route des Mines, Pontgibaud, 2004, 82 p. (Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier)

Kassianidou 1992 : KASSIANIDOU V., « Monte Romero, a silver producing workshop of the 7th century BC in South-West Spain », *Institut of Archaeology for Archaeometallurgical Studies*, 18, 1992, p. 7-10.

Kassianidou 1993 : KASSIANIDOU V., « The Production of silver in Monte Romero, a 7th Century B.C. workshop in Huelva, Spain », *Papers of the Institut of Archaeology*, 4, 1993, p. 37-47.

Kassianidou 1998 : KASSIANIDOU V., « Was silver actually recovered from speiss in antiquity ? Reconsidering the evidence from Rio Tinto », dans REHREN T., HAUPTMANN A., MUHLY J., *Metallurgica antica. In Honour of Hans-Gert Bachmann and Robert Maddin*, Deutschen Bergbau-Museum, Bochum, 1998, p. 69-76. (Der Anschnitt, Beiheft, 8)

Kassianidou 2003 : KASSIANIDOU V., « Early extraction of silver from complex polymetallic ores », dans CRADDOCK P., LANG J. (éd.), *Mining and metal production through the ages*, The Trustees of the British Museum, Londres, 2003, p. 198-206.

Klein et al. 2007 : KLEIN S., RICO C., LAHAYE Y., DOMERGUE C., BREY G., VON KAENEL H.M., « Roman Copper Ingots from West Mediterranean Underwater Sites. Chemical Characterisation and Provenance studies through Lead- and Copper Isotope Analyses », *Journal of Roman Archaeology*, 20 (1), 2007, p. 202-221

Krawczyk 1991 : KRAWCZYK E., *Die gallo-römische Eisentechnologie in der Montagne Noire und im Massiv von Mouthoumet (Südfrankreich)*, thèse de doctorat, Université de Mayence, 1991, 188 p.

Krismer et al. 2011 : KRISMER M., VAVTAR F., TROPPER P., KAINDL R., SARTORY B., « The chemical composition of tetrahedrite-tennantite ores from the prehistoric and historic Schwaz and Brixlegg mining areas (North Tyrol, Austria) », *European Journal of Mineralogy*, 23, 2011, 925-936.

L

Labrousse 1958 : LABROUSSE M., « Exploitations d'or et d'argent dans le Rouergue et l'Albigeois », dans *Rouergue et confins. Actes du 23^{ème} congrès de la Fédération Historique du Languedoc Méditerranéen et du Roussillon et du 24^{ème} congrès de la Fédération des Sociétés Académiques et Savantes Languedoc-Pyrénées-Gascogne (Rodez, 14-16 juin 1958)*, 1958, p. 93-98.

Labrousse 1968 : LABROUSSE M., *Toulouse antique, des origines à l'établissement des Wisigoths*, De Boccard, Paris, 1968, 644 p.

Lafitte 1966 : LAFFITTE P., « La métallogénie de la France », *Bulletin de la Société Géologique de France*, 7^{ème} série, 8, 1966, p. 53-72.

Lafitte 1935 : LAFITTE L., « Essai sur les scories de la Montagne Noire », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 39, 1935, p. 116-150.

Lambert 2003 : LAMBERT P.-Y., *La langue gauloise. Description linguistique, commentaire d'inscriptions choisies*, Errance, Paris, 2003, 248 p.

Lamoine 2009 : LAMOINE L., *Le pouvoir local en Gaule romaine*, Presses Universitaires Blaise-Pascal, Clermont-Ferrand, 2009, 468 p.

Landes 1989a : LANDES C., « Quelques observations archéologiques sur les techniques minières et métallurgiques antiques », dans *Mines et métallurgies antiques et médiévales de la France méridionale, recherches récentes. Actes des Journées de Perpignan (21-22 février 1987)*, Université Toulouse-Le Mirail & Ville de Perpignan, Toulouse & Perpignan, 1989, p. 99-110.

Landes 1989b : LANDES C., « Les ressources minières antiques des Cévennes : premiers résultats », dans DOMERGUE C. (éd.), *Minería et metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas. Actos del coloquio internacional asociado (Madrid, 24-28 octobre 1985)*, Ministerio de Educacion, Cultura y Deporte, Madrid, 1989, vol. 2, p. 223-234.

Langlois 1987 : LANGLOIS G., *Inventaire et étude des mines et industries métallurgiques des Corbières, du Moyen Âge à nos jours*, mémoire de maîtrise, Université de Paris I, 1987.

Langlois 1989 : LANGLOIS G., « Inventaire et étude des mines et industries métallurgiques des Corbières, du Moyen Âge à nos jours », dans *Mines et métallurgies antiques et médiévales de la France méridionale, recherches récentes. Actes des Journées de Perpignan (21-22 février 1987)*, Université Toulouse-Le Mirai & Ville de Perpignan, Toulouse & Perpignan, 1989, p. 37-50.

Langlois 1992 : LANGLOIS G., « L'exploitation du fer à Villerouge et Palairac (Aude, XVIII^{ème} - milieu XIX^{ème} s.) : une absence de techniques ? » dans BENOÎT P., FLUCK P. (dir.), *Les techniques minières de l'Antiquité au XVIII^{ème} siècle. Actes du colloque international sur les ressources minières et l'histoire de leur exploitation de l'Antiquité à la fin du XVIII^{ème} s., 113^{ème} Congrès national des Sociétés Savantes de Strasbourg (Strasbourg, 5-9 avril 1988)*, Comité des Travaux historiques et Scientifiques, Paris, 1992, p. 205-214.

Langlois 1999 : LANGLOIS G., « L'exploitation minière de l'Antiquité à nos jours dans le canton de Durban », dans POUDOU F. (dir.), *Opération Vilatges al País : canton de Durban dans les Corbières*, Fédération Audoise Léo Lagrange, Narbonne, 1999, vol. I, p. 92-107.

Langlois 2000 : LANGLOIS G., « L'exploitation minière de l'Antiquité à nos jours », dans POUDOU F. (dir.), *Opération Vilatges al País : canton de Tuchan et communauté de Communes des Hautes-Corbières*, Fédération Audoise Léo Lagrange, Narbonne, 2000, p. 69-74.

Langlois 2001 : LANGLOIS G., *Olivier de Termes : le cathare et le croisé (vers 1200-1274)*, Privat, Toulouse, 2001, 288 p.

Langlois 2007 : LANGLOIS G., « Les Corbières, l'exemple du Termenès », dans BAILLY-MAÎTRE M.-C., GARDEL M.-E. (dir.), *La pierre, le métal, l'eau et le bois : économie castrale en territoire audois (XI^{ème} s.-XIV^{ème} s.)*, Société des Etudes Scientifiques de l'Aude, Carcassonne, 2007, p. 71-77.

Laüt 2010 : LAÜT L., « Les composantes de l'espace rural », dans DUMASY F., DIEUDONNÉ-GLAD N., LAÜT L., *Travail de la terre, travail du fer. L'espace rural autour d'Argentomagus (Saint-Marcel, Indre)*, Ausonius, Bordeaux, 2010, p. 91-257. (Mémoires, 23).

Lebeaupin 1998 : LEBEAUPIN D., « Ateliers de forgerons et témoins dispersés du travail du fer à Lattes (Hérault) IV^{ème} s. av. - I^{er} s. ap. J.-C.) », dans FEUGÈRE M., SERNEELS V. (dir.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Monique Mergoil, Montagnac, 1998, p. 80-95. (Monographies *Instrumentum* 4)

Leblanc 1997 : LEBLANC M., « Gîtes et gisements de cuivre de la France méridionale : typologie et caractéristiques géochimiques », dans AMBERT P. (éd.), *Mines et métallurgies de la Préhistoire au Moyen Âge en Languedoc-Roussillon et régions périphériques. Actes du colloque de Cabrières (16-19 mai 1997)*, *Archéologie en Languedoc*, 21, 1997, p. 21-25.

Leblanc 2002 : LEBLANC J.-M., *Sur l'identification de la chaîne opératoire de forgeage du fer antique, associée à l'archéométrie des battitures*, thèse de doctorat, Université Toulouse III-Paul Sabatier, 2002, 474 p.

Le Carlier et al. 2007 : LE CARLIER C., LEROY M., MERLUZZO P., « L'apport de l'analyse morphologique, microscopique et chimique des scories en forme de culot à la restitution des activités de forge », *Archéosciences, revue d'archéométrie*, 31, 2007, p. 23-35.

Léchelon 1974 : LÉCHELON B., *La mine antique de Bouche-Payrol (Sud-Aveyron)*, Fayet, 1974, 59 p.

Léchelon 1997 : LÉCHELON B., « La mine d'argent médiévale de Bouco-Payrol (Aveyron) », dans AMBERT P. (éd.), *Mines et métallurgies de la Préhistoire au Moyen Âge en Languedoc-Roussillon et régions périphériques. Actes du colloque de Cabrières (16-19 mai 1997)*, *Archéologie en Languedoc*, 21, 1997, p. 167-182.

Léchelon 2011 : LÉCHELON B., « Argent rutène et entrepreneurs romains aux confins de la Transalpine », dans GRUAT P., PAILLER J.-M., SCHAAD D. (dir.), *Les Rutènes. Du peuple à la cité. De l'Indépendance à l'installation dans le cadre romain (150 a.C. - 100 p.C.)*. Actes du colloque de Rodez et Millau (Aveyron, 15-17 novembre 2007), Fédération Aquitania, Bordeaux, 2011, p. 245-279. (*Aquitania*, supplément 25)

Léger 1981 : LÉGER M., *Les minéralisations du district filonien de Labastide-Esparbairénque (Aude, France) dans leur contexte géologique*, thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure des Mines, Paris, 1981.

Le Griel 1991 : LE GRIEL A., *L'évolution géomorphologique du Massif central français : essai sur la genèse d'un relief*, Saint-Etienne, 1991, 3 vol., 659 p.

Leroi-Gourhan 1964 : LEROI-GOURHAN A., *Le Geste et la Parole. I, Technique et Langage*, Albin Michel, 1964, Paris, 323 p.

Leroi-Gourhan 2010 [1945] LEROI-GOURHAN A., *Milieu et technique*, Albin Michel, 2010, 475 p. (1^{ère} édition : 1945)

Leroy 1997 : LEROY M., *La sidérurgie en Lorraine avant le haut fourneau, l'utilisation du minerai de fer oolithique en réduction directe*, CNRS, Paris, 1997, 305 p. (Monographies du CRA, 18)

Leroy 2001 : LEROY M., « La production sidérurgique en Gaule : changements et mutations perceptibles entre Haut-Empire et les débuts du haut Moyen Âge », dans POLFER M. (dir.): *L'artisanat romain : évolutions, continuité et ruptures (Italie et provinces occidentales)*, Monique Mergoïl, Montagnac, 2001, p. 79-96 (Monographies *Instrumentum*, 20).

Leroy et al. 1994 : LEROY M., CASAROTTO J.-T., MERLUZZO P., « La sidérurgie ancienne en Lorraine et les conditions de l'utilisation du minerai oolithique lorrain en réduction directe. L'exemple de l'atelier de Frouard (V^e-VI^e s.) », dans MANGIN M. (dir.), *La sidérurgie ancienne de l'Est de la France dans son contexte européen : Archéologie et Archéométrie. Actes du colloque de Besançon (novembre 1993)*, Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon 1994, p. 41-56 (Annales Littéraires de l'Université de Besançon, 536).

Leroy et al. 2000a : LEROY M., MERLUZZO P., FLUZIN P., LECLÈRE D., AUBERT M., PLOQUIN A., « La restitution des savoir-faire pour comprendre un procédé technique : l'apport de l'expérimentation en archéologie du fer », dans PÉTREQUIN P., FLUZIN P., THIRIOT J., BENOÎT P. (dir.), *Arts du feu et productions artisanales. Actes des 20^{ème} rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes (Antibes, 21-23 octobre 1999)*, APDCA, Antibes, 2000, p. 37-51.

Leroy et al. 2000b : LEROY M., MANGIN M., LAURENT H., BOUKEZZOULA M., RAÏSSOUNI B., « La sidérurgie dans l'Est de la Gaule : l'organisation spatiale de la production de l'Âge du Fer au haut Moyen Âge », *Gallia*, 57, 2000, p. 11-21

Leroy, Merluzzo 1998 : LEROY M., MERLUZZO P., *Les ateliers sidérurgiques médiévaux de Saint-Dizier (Haute-Marne)*, Société Archéologique Champenoise, Reims, 1998, 126 p. (Bulletin de la Société Archéologique Champenoise, 91)

Leroy, Merluzzo 2004 : LEROY M., MERLUZZO P., « La réduction : du minerai au métal », dans MANGIN M. (dir.), *Le fer*, Errance, Paris, 2004, p. 49-80. (Archéologiques)

Leroy 2010 : LEROY S., *Circulation au Moyen Âge des matériaux ferreux issus des Pyrénées ariégeoises et de la Lombardie. Apport du couplage des analyses en éléments traces et multivariées*, thèse de doctorat, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, 2010, 2 vol., 398 et 250 p.

Lescuyer, Giot 1987 : LESCUYER J.-L., GIOT D., *Les minéralisations Pb et Zn de la Montagne Noire et leurs relations avec leur encaissant cambrien carbonaté sur quelques exemples du versant nord (La Rabasse, Brusque, Lardenas, Peux, les Comtes) et du versant sud (Bidaud, Tête Rousse)*, BRGM, Orléans, 1987, 143 p.

Leveau 1984 : LEVEAU P., « La question du territoire et les sciences de l'Antiquité : la géographie historique, son évolution de la topographie à l'analyse de l'espace », *Revue d'Etudes Anciennes*, 86, 1984, p. 85-115.

Leveau 1993 : LEVEAU P., « Agglomérations secondaires et territoires en Gaule Narbonnaise », *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 26, 1993, p. 277-299.

Leveau et al. 2000 : LEVEAU P., TRÉMENT F., WALSH K., BARKER G. (dir.), *Environmental Reconstruction in Mediterranean Landscape Archaeology, the Archaeology of the Mediterranean landscape / Populus Monography*, Oxbow Books, Oxford, 2000, 225 p.

Lewuillon 1999 : LEWUILLON S., « En attendant la monnaie. Torques d'or en Gaule », dans CAUJET B. (dir.), *L'Or dans l'Antiquité. De la mine à l'objet. Actes du colloque international de Limoges (1994)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 1999 p. 357-398. (Aquitania, supplément 9)

Lewuillon 2004 : LEWUILLON S., « L'arcantodan du Capitole. Brennus en Italie et les traditions monétaires », *Latomus*, 63 (1), 2004, p. 3-21.

L'Héritier 2012 : L'HÉRITIER M., « *De ratione, qua argentum ab aere separari debeat*. Approche expérimentale du procédé par liquation et ressuage », dans TÉREYGEOL F. (dir.), *Comprendre les savoir-faire métallurgiques antiques et médiévaux. L'expérimentation archéologique sur la plate-forme expérimentale de Melle*, Errance, Paris, 2012, p. 189-210.

L'Héritier, Téreygeol 2010 : L'HÉRITIER M., TÉREYGEOL F., « From copper to silver. Understanding the saigerprozess through experimental liquation and drying », *Historical Metallurgy*, 44 (2), 2010, p. 136-152.

Long et al. 2002 : LONG L., RICO C., DOMERGUE C., « Les épaves antiques de Camargue et le commerce maritime du fer en Méditerranée nord-occidentale (I^{er} siècle avant J.-C. - I^{er} siècle après J.-C.) », dans KHANOUSSI M., RUGGERI P., VIZMARA C. (éd.), *L'Africa romana. Lo spazio marittimo del Mediterraneo occidentale : geografia storica ed economia. Atti del XIV convegno di studi (Sassari, 7-10 dicembre 2000)*, Carocci, Rome, 2002, p. 161-188.

Lopez 1989 : LOPEZ M., « Observations sur les techniques minières antiques et médiévales : quelques exemples dans la région de Lodève (Hérault) », dans *Mines et métallurgies antiques et médiévales de la France méridionale, recherches récentes. Actes des Journées de Perpignan (21-22 février 1987)*, Université Toulouse-Le Mirail & Ville de Perpignan, Toulouse & Perpignan, 1989, p. 111-121.

Lougnon 1981 : LOUGNON J., *Ressources minières françaises. Tome 10 : les gisements de manganèse (situation en 1980)*, BRGM, Orléans, 1981, 130 p.

M

McDonnell et al. 1992 : MCDONNELL G., DOCKRILL S., HERON C., STARLEY D., TIRPAK J., « Geophysics and slag analysis at Grinton smelting », dans *Historical Metallurgy Society, Boles and Smelting Seminar (15-17 may 1992)*, Historical Metallurgy Society, 1992, p. 48-50.

Mahé-Le Carlier et al. 1998 : MAHÉ-LE CARLIER C., DIEUDONNÉ-GLAD N., PLOQUIN A., « Des laitiers obtenus dans un bas-fourneau ? Etudes chimique et minéralogique des scories du site d'Oulches (Indre) », *Revue d'Archéométrie*, 22, 1998, p. 91-101.

Mahé-Le Carlier et al. 2000 : MAHÉ-LE CARLIER C., LE CARLIER DE VESLUD C., PLOQUIN A., ROYER J.-J., « L'altération naturelle des scories de la métallurgie ancienne : un analogue de déchets vitrifiés », *Compte-Rendu de l'Académie des Sciences, Paris, Sciences de la Terre et des planètes*, 330, 2000, p. 179-184.

Mahé-Le Carlier et al. 2010 : MAHÉ-LE CARLIER C., PLOQUIN A., FLUCK P., « Apport de la géochimie et la pétrologie à la connaissance de la métallurgie primaire du plomb argentifère au Moyen Âge : les exemples du Mont Lozère (Cévennes) et de Pfaffenloch », *Archéosciences, revue d'archéométrie*, 34, 2010, p. 159-176.

Mairecolas, Paillet 2010 : MAIRECOLAS M., PAILLET J.-M., « Sur les voies de l'étain dans l'ancien Occident. Quelques jalons » dans MORET P., RICO C. (éd.), *Ab Aquitania in Hispaniam. Mélanges d'archéologie et d'histoire offerts à Pierre Sillères, Pallas*, 82, 2010, p. 139-167.

Manasse et al. 2001 : MANASSE A., MELLINI M., VITI C., « The copper slags of the Capattoli Valley, Campiglia Marittima, Italy », *European Journal of Mineralogy*, 13 (5), 2001, p. 949-960.

Mangin 1994a : MANGIN M., « Introduction », dans MANGIN M. (dir.), *La sidérurgie ancienne de l'Est de la France dans son contexte européen : archéologie et archéométrie. Actes du colloque de Besançon (10-13 novembre 1993)*, Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon 1994, p. 9-11 (Annales Littéraires de l'Université de Besançon, 536).

Mangin 1994b : MANGIN M. (dir.), *La sidérurgie ancienne de l'Est de la France dans son contexte européen : archéologie et archéométrie. Actes du colloque de Besançon (10-13 novembre 1993)*, Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon 1994, 424 p. (Annales Littéraires de l'Université de Besançon, 536).

Mangin 1996 : MANGIN 1996, « La métallurgie du fer en Gaule (Tène finale et époque romaine) : recherches récentes en archéologie et archéométrie », *Revue Archéologique de l'Est*, 47, 1996, p. 179-191.

Mangin 2004a : MANGIN M., « Introduction », dans MANGIN M. (dir.), *Le fer*, Errance, Paris, 2004, p. 5-23 (Archéologiques)

Mangin 2004b : MANGIN M. (dir.), *Le fer*, Errance, Paris, 2004, 239 p. (Archéologiques).

Mangin et al. 1992 : MANGIN M., KEESMAN I., BIRKE W., PLOQUIN A., *Mines et métallurgie chez les Eduens. Le district sidérurgique antique et médiéval du Morvan-Auxois*, Presses Universitaires de Besançon, Besançon, 1992, 364 p. (Annales littéraires de l'Université de Besançon, 456)

Mangin et al. 1994 : MANGIN M., PLOQUIN A., FLUZIN P., FORRIÈRES C., « Les thèmes de recherches dans l'Est de la France de 1981 à 1993 », dans MANGIN M. (dir.), *La sidérurgie ancienne de l'Est de la France dans son contexte européen : archéologie et archéométrie. Actes du colloque de Besançon (10-13 novembre 1993)*, Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon 1994, p. 9-11 (Annales Littéraires de l'Université de Besançon, 536).

Maintenant 2006 : MANTENANT J., *L'exploitation du fer dans les Pyrénées centrales durant l'Antiquité (Hautes-Pyrénées, Haute-Garonne)*, mémoire de maîtrise, sous la direction de C. Rico, Université Toulouse 2 - Le Mirail, 2006, 3 vol., 224, 131 et 148 p.

Maintenant 2007 : MANTENANT J., *L'exploitation des métaux dans les montagnes de la Gaule méditerranéenne au cours de l'Antiquité (Pyénées orientales, Corbières, Montagne Noire, bordure du Massif central). État des connaissances et perspectives de recherche*, mémoire de master 2, sous la direction de J.-M. Pailler, Université Toulouse II - Le Mirail, 2007, 2 vol., 166 et 30 p.

Maintenant 2009a : MANTENANT J., « Mines et métallurgie en territoire audois au cours de l'âge du Fer et de la période romaine (VIII^e s. av. J.-C. - V^e s. ap. J.-C.) », dans OURNAC P., PASSELAC M., RANCOULE G., *Carte archéologique de la Gaule. L'Aude (11/2)*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres & Maisons des Sciences de l'Homme, Paris, 2009, p. 85-95.

Maintenant 2009b : MANTENANT J., *La production des métaux dans l'arrière-pays narbonnais (Aude) durant l'âge du Fer et la période romaine. Prospection thématique. Rapport d'opération*, TRACES UMR 5608, Toulouse, 2009, 2 vol., 65 et 52 p. (Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier)

Maintenant 2010 : MANTENANT J., *La production des métaux dans l'arrière-pays narbonnais (Aude) durant l'âge du Fer et la période romaine. Prospection thématique et sondage. Rapport d'opération*, TRACES UMR 5608, Toulouse, 2010, 138 p. (Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier)

Maintenant 2011a : MANTENANT J., *La production des métaux dans l'arrière-pays narbonnais (Aude) durant l'âge du Fer et la période romaine. Prospection thématique et sondages. Rapport d'opération*, TRACES UMR 5608, Toulouse, 2011, 93 p. (Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier)

Maintenant 2011b : MANTENANT J., « *Ferrariae ripae dextrae*. Le district sidérurgique antique des Corbières », *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 44, 2011, p. 7-27.

Maintenant 2012 : MANTENANT J., *Exploitation minière et production des métaux dans l'arrière-pays narbonnais (Aude) durant l'âge du Fer et la période romaine. Prospection thématique et sondages. Rapport d'opération*, TRACES UMR 5608, Toulouse, 2012, à paraître (Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier)

Maintenant et al. 2013 : MANTENANT J., BEYRIE A., FABRE J.-M., KAMMENTHALER E., MUNTEANU G., RICO C., « Les Barrens, une vaste mine protohistorique et antique en Montagne Noire », *Bulletin de la Société d'Études Scientifiques de l'Aude*, 113, 2012, p. 27-44.

Maintenant, Rico 2011 : MANTENANT J., RICO C., « Introduction au dossier thématique *Métallurgie* », *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 44, 2011, p. 11-16.

Marchesi 2012 : MARCHESI H., « Quel bilan de la recherche archéologique en Languedoc-Roussillon ? », dans *Bilan de la recherche archéologique depuis 1995*, Service Régional de l'Archéologie, Montpellier, 2012, p. 4-13.

Marconnet 2001 : MARCONNET C., « Prospection thématique et sondage sur les travaux gallo-romains de la mine de Pontgibaud (Saint-Pierre-le-Chastel, Puy-de-Dôme) », *Bilan Scientifique de la Région Auvergne 2000*, Service Régional de l'Archéologie Auvergne, Clermont-Ferrand, 2001, p. 141-144.

Marconnet 2002 : MARCONNET C., « Fouille programmée sur la galerie du « dépilage aux poutres » à la mine de Pontgibaud (Saint-Pierre-le-Chastel, Puy-de-Dôme) », dans *Bilan Scientifique de la Région Auvergne 2001*, Service Régional de l'Archéologie Auvergne, Clermont-Ferrand, 2002, p. 133-135.

Marion 2013 : MARION S., « L'économie du III^{ème} s. a.C., 20 ans après », dans KRAUSZ S., COLIN A., GRUEL K., RALSTON I., DECHEZLEPRÊTRE T. (éd.), *L'âge du Fer en Europe. Mélanges offerts à O. Buchsenschutz*, Institut Ausonius, Bordeaux, 2013, p. 361-370. (Mémoires, 32)

Marsac 1987 : MARSAC P., *Prospection inventaire en Languedoc occidental. L'exploitation du cuivre dans les Corbières, Rapport d'opération*, EHESS, Toulouse, 1987. (Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier)

Marsac 1988 : MARSAC P., *Prospection inventaire en Languedoc occidental. L'exploitation du cuivre dans les Corbières, Rapport d'opération* EHESS, Toulouse, 1988. (Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier)

Martin Ortega, Plana Mallart 2003 : MARTIN ORTEGA A., PLANA MALLART R., « L'Empordà au début de l'âge du Fer et à l'époque ibérique : structure et organisation du territoire », dans BATS M., DEDET B., GARMY P., JANIN T., RAYNAUD C., SCHWALLER M. (éd.), *Peuples et territoires en Gaule méditerranéenne. Hommage à Guy Barruol*, Association de la Revue Archéologique de Narbonnaise, Montpellier, 2003, p. 265-280. (Revue Archéologique de Narbonnaise, supplément 35)

Massendari 2006 : MASSENDARI J. *Carte Archéologique de la Gaule. La Haute-Garonne (hormis le Comminges et Toulouse) (31/1)*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres & Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 2006, 396 p.

Mateo 2001 : MATEO A., *Observaciones sobre el régimen jurídico de la minería en tierras públicas en época romana*, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 2001, 227 p. (Cuadernos Compostelanos de Derecho Romano, 12)

Mauné 1996 : MAUNÉ S. « L'habitat rural dans le Biterrois nord-oriental », dans FICHES J.-L. (dir.), *Le III^{ème} s. en Gaule Narbonnaise. Actes de la table ronde du GDR 954 « Archéologie de l'espace rural méditerranéen dans l'Antiquité et le haut Moyen Âge » (Aix-en-Provence, 15-16 septembre 1995)*, APDCA, Antibes, 1996, p. 213-217.

Mauné 1998a : MAUNÉ S., *Les campagnes de la cité de Béziers dans l'Antiquité (partie nord-orientale) (II^{ème} s. av. J.-C.-VI^{ème} s. ap. J.-C.)*, Monique Mergoïl, Montagnac 1998, 532 p. (Archéologie et histoire romaine, 1)

Mauné 1998b : MAUNÉ S., « I, Occupation du sol » dans FEUGÈRE M., PASSELAC M., PELLECUER C., GARMY P., MAUNÉ S., FICHES J.-L., MONTEIL M., BESSAC J.-C., ROTH-CONGÈS A., CHAZELLES C.-A. (de), SABRIÉ M., SABRIÉ R., BEL V., « Signes de romanisation », *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 31, 1998, p. 301-306.

Mauné 2000 : MAUNÉ S., « La question des premières installations rurales italiennes en Gaule Transalpine (fin du II^{ème} s. - milieu du I^{er} s. avant J.-C.) », *Gallia*, 57, 2000, 231-260.

Mauné, Sanchez 1999 : MAUNÉ S., SANCHEZ C., « Une production de céramique à vernis noir dans la région de Béziers (Hérault) entre la fin du II^{ème} s. et le milieu du I^{er} s. av. J.-C. : emprunt indigène ou présence italienne précoce ? », *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 32, 1999, p. 125-145.

Mazarakis Ainian 1998 : MAZARAKIS AINIAN A., « Oropos in the Early Iron Age », dans BATS M., D'AGOSTINO B. (dir.), *Enboica. L'Eubea e la presenza enboica in Calcidica e in Occidente. Atti del Congegno Internazionale di Napoli (13-16 novembre 1996)*, Centre Jean Bérard, Naples 1998, p. 179-215.

Michaud 1980 : MICHAUD J.-G., « Gisements de plomb-zinc du sud du Massif central Français (Cévennes-Montagne Noire) et caractéristiques géologiques de leur environnement », dans POUIT G., FORTUNE J.-P. (dir.), *Métallogénie du Massif central et des Pyrénées. Actes du 26^{ème} congrès géologique international (Paris, 7-17 juillet 1980)*, Elf Aquitaine & BRGM, Paris, 1980, p. 63-107.

Milcent 2006a : MILCENT P.-Y., « Le Toulousain du début de l'âge du Fer aux premières implantations romaines (VIII^{ème}-II^{ème} siècles av. J.-C.) », dans MASSENDARI J., *Carte archéologique de la Gaule. La Haute-Garonne (hormis le Comminges et Toulouse) (31/1)*, Académie des inscriptions et Belles-Lettres & Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 2006, p. 48-56.

Milcent 2006a : MILCENT P.-Y., « Fenouillet, lieu-dit *Le Maouris* », dans MASSENDARI J., *Carte archéologique de la Gaule. La Haute-Garonne (hormis le Comminges et Toulouse) (31/1)*, Académie des inscriptions et Belles-Lettres & Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 2006, p. 172-176.

Milcent 2007 : MILCENT P.-Y. (dir.), *L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal. Actes du 28^{ème} colloque de l'AFEAF (Toulouse, 20-23 mai 2004)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2007, p. 434. (Aquitania, supplément 14/2)

Monnet 1773 : MONNET A. G., *Traité de l'exploitation des Mines*, Dufour, Paris, 1773, 348 p.

Montero Ruiz et al. 2008 : MONTERO RUIZ I., GENER M., HUNT M., RENZI M., ROVIRA S., « Caracterización analítica de la producción metalúrgica protohistórica de plata en Cataluña », *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 18, 2008, p. 292-316.

Montero Ruiz et al. 2011 : MONTERO RUIZ I., PÉREZ A., RAFEL N., « Sobre la procedencia de los metales de las primeras monedas del NE. Ibérico. Aplicación de análisis de isótopos de plomo », dans GARCÍA-BELLIDO M.-P., CALLEGARIN L., JIMÉNEZ DÍEZ A. (éd.), *Barter, money and coinage in the Ancient Mediterranean (10th-1st centuries BC)*, CSIC, Madrid, 2011, p. 203-212. (Anejos de *AEspA*, LVIII)

Morasz, Sanchez 2011 : MORASZ, J.-G., SANCHEZ, C., « La Maladrerie à Villefranche-de-Rouergue (Aveyron): un exemple de dépôt en milieu minier rutène », dans GRUAT P., PAILLER J.-M., SCHAAD D. (dir.), *Les Rutènes. Du peuple à la cité. De l'Indépendance à l'installation dans le cadre romain (150 a.C. - 100 p.C.). Actes du colloque de Rodez et Millau (Aveyron, 15-17 novembre 2007)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2011, p. 281-296. (*Aquitania*, supplément 25)

Moret 2002 : MORET P., « Tolosa, capitale des Volques Tectosages » dans PAILLER J.-M. (dir.), *Tolosa. Nouvelles recherches sur Toulouse et son territoire dans l'Antiquité*, Ecole Française de Rome, 2002, p. 80-88. (Collection de l'École Française de Rome, 281)

Moret 2012 : MORET P., « L'histoire de deux défaites : Tolosa et Caepio (106-105 av. J.-C.) », dans MARCO SIMÓN F., PINO POLO F., REMESAL RODRÍGUEZ (éd.), *Vae Victis! Perdedores en el mundo antiguo*, Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, Barcelona, 2012, p. 141-151. (Colleccio Instrumenta, 40)

Morin 2001 : MORIN D., *Les anciennes mines des Barrengs (communes de Fournes-Cabardès et de Lastours, Aude). Rapport d'expertise*, DIREN Languedoc-Roussillon, 2001, 28 p.

Morin, Photiades 2012 : MORIN D., PHOTIADES A., « Les mines antiques du Laurion (Attique, Grèce). Techniques minières et stratégies d'exploitation », dans OREJAS A., RICO C. (éd.), *Minería y metalurgia antiguas, visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue*, Casa de Velázquez, Madrid, 2012, p. 9-26 (Collection de la Casa de Velázquez, 128).

Morin, Rosenthal 2002 : MORIN (D.), ROSENTHAL P., « Valdeblorc, vestiges d'exploitation minière et métallurgie du fer », dans *Bilan Scientifique de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur 2001*. Aix-en-Provence, Service Régional de l'Archéologie Provence-Alpes-Côte d'Azur, Marseille, 2002, p. 82.

Morin, Tizzoni 2009 : MORIN D., TIZZONI M., « Aux origines des techniques minières dans le massif alpin. L'exploitation d'un gisement filonien au Premier Âge du Fer. Les mines protohistoriques de Silter Di Campolungo et de Baita Cludona Di Fondo (Val Camonica, Alpes Lombardes, Italie) », *Bulletin de la Société préhistorique française*, 106 (1), 2009, p. 109-141.

Mottet 1993 : MOTTET G., *Géographie physique de la France*, Presses Universitaires de France, Paris, 1993, 655 p.

Mrozek 1989 : MROZEK S., « Le travail des hommes libres dans les mines romaines », dans DOMERGUE C. (éd.), *Minería et metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas. Actos del coloquio internacional asociado (Madrid, 24-28 octubre 1985)*, Ministerio de Educacion, Cultura y Deporte, Madrid, 1989, vol. 2, p. 163-170.

Munoz 1981 : MUNOZ M., *Les minéralisations antimonifères du champ filonien de Bournac (Hérault)*, thèse de 3^{ème} cycle, Université de Toulouse 3 - Paul Sabatier, 1981, 109 p.

Munoz 1990 : MUNOZ M., *Genèse des minéralisations polymétalliques des districts antimonifères du versant nord de la Montagne Noire (Massif central, France). Approche minéralogique, géochimique et thermodynamique*, thèse de doctorat d'État, Université de Toulouse 3 - Paul Sabatier, Toulouse, 226 p.

Munoz et al. 2005 : MUNOZ M., WAYNE R. P., COURJAULT-RADE P., « Sm-Nd dating of fluorite from the worldclass Montroc fluorite deposit, southern Massif central, France », *Mineralium Deposita*, 39 (8), 2005, p. 970-975.

Munteanu 2010 : MUNTEANU G., *Le district minier de Baillestavy, Pyrénées-Orientales. La production de fer aux époques antique et médiévale : exploration, topographie, chronologie et géologie des mines souterraines*, mémoire de Master 2, sous la direction de Barbara Armbruster et Béatrice Cauuet, Université Toulouse II Le Mirail, 2010, 145 p.

Mut, Kotarba 2007 : MUT G., KOTARBA J., « Les activités métallurgiques d'époque romaine dans les Pyrénées-Orientales », dans KOTARBA J., CASTELLVI G., MAZIERES F., *Carte archéologique de la Gaule. Les Pyrénées-Orientales (66)*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres & Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 2007, p. 141-155.

N

Neboit-Guilhot, Lespez 2006 : NEBOIT-GUILHOT R., LESPEZ L., « Alluvionnement et creusement sur la rive nord de la Méditerranée. Vers une lecture systémique des rythmes historiques de la morphogenèse », dans ALLEE P., LESPEZ L., *L'érosion entre société, climat et paléoenvironnement. Actes de la table-ronde en l'honneur du Professeur René Neboit-Guilhot (Clermont-Ferrand, 25-27 mars 2004)*, Presses Universitaires Blaise-Pascal, Clermont-Ferrand, 2006, p. 215-224 (Nature et Sociétés)

Nickels 1985 : NICKELS A., « Informations Archéologiques. Circonscription de Languedoc-Roussillon », *Gallia*, 43 (2), 1985, p. 391-415.

Nicolini 1990 : NICOLINI P., *Gîtologie et exploration minière*, Lavoisier, Paris, 1990, 589 p. (Technique et Documentation)

Nozek 1994 : NOSEK E., « The metallography of Gromps », dans MANGIN M. (dir.), *La sidérurgie ancienne de l'Est de la France dans son contexte européen : archéologie et archéométrie. Actes du colloque de Besançon (10-13 novembre 1993)*, Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon 1994, p. 65-73. (Annales Littéraires de l'Université de Besançon, 536)

Nuninger 2002 : NUNINGER L., *Peuplement et territoires protohistoriques du VIII^{ème} au I^{er} siècle av. J.-C. en Languedoc oriental (Gard-Hérault)*, thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, Besançon, 2002, 292 p.

Nuninger, Bertocello 2011 : NUNINGER L., BERTONCELLO F., « Analyser et modéliser », dans RODIER X. (dir.), *Information spatiale et archéologie*, Errance, Paris, 2011, p. 127-161 (Archéologiques)

O

Olive 1984 : OLIVE C., *Le bassin de Gignac de la Protobistoire à la fin du Haut-Empire romain*, diplôme de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, sous la direction de J. Guilaine, Toulouse, 1984, 226 p.

Olive, Ugolini 1993 : OLIVE C., UGOLINI D., « Les habitats entre l'Orb et l'Hérault (VI^{ème}-IV^{ème} siècles avant J.-C.) », *Documents d'Archéologie Méridionale*, 16, 1993, p. 61-63.

Olive, Ugolini 1998 : OLIVE C., UGOLINI D., « Le travail du fer à Béziers (Hérault) pendant l'Âge du Fer », dans FEUGÈRE M., SERNEELS V. (dir.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Monique Mergoïl, Montagnac, 1998, p. 76-79. (Monographies *Instrumentum*, 4)

Olmer 2012 : OLMER F., « Les amphores sont-elles utiles à la chronologie de la fin de l'âge du Fer ? », dans BARRAL P., FICHTL S., (dir.), *Regards sur la chronologie de la fin de l'âge du Fer (III^{ème}-I^{er} s. avant J.-C.) en Gaule méditerranéenne. Actes de la table ronde tenue à Bibracte « Chronologie de la fin de l'âge du Fer (II^{ème}-I^{er} s. avant J.-C.) dans l'est de la France et les régions voisines » (Glux-en-Glenne, 15-17 octobre 2007)*, Bibracte-Centre Archéologique Européen, Glux-en-Glenne, 2012, p. 317-341.

Orejas 1994 : OREJAS A., « Les populations des zones minières du Nord-Ouest de la péninsule Ibérique (Bassin NO du Douro, León, Espagne) », *Dialogues d'Histoire Ancienne*, 20 (1), 1994, p. 245-281.

Orejas 2005 : OREJAS A., « El desarrollo de la minería en la Hispania romana », dans PARRA LLEDÓ M. (dir.), *Bocamina. Patrimonio minero de la Region de Murcia*, Museo de la Ciencia y el Agua, Murcia, 2005, p. 61-70.

Orejas, Sánchez Palencia 2002 : OREJAS A., SÁNCHEZ PALENCIA F. J., « Mine, territorial organization and social structure in roman Iberia : Carthago Nova and the peninsular northwest », *American Journal of Archaeology*, 106 (4), 2002, p. 581-599.

Orengo 2003 : ORENGO L., *Forges et forgerons dans les habitats laténiens de la Grande Limagne d'Auvergne*, Monique Mergoïl, Montagnac, 2003, 325 p. (Monographies Instrumentum, 26)

Orengo 2007 : ORENGO L., « Hallstatt-La Tène : un « sous-âge du Fer » ? Et qu'en est-il de l'époque romaine ? », dans MILCENT P.-Y. (dir.), *L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal. Actes du 38^{ème} colloque de l'AFEAF (Toulouse, 20-23 mai 2004)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2007, p. 425-434. (Aquitania, supplément 14/2)

Ournac et al. 2009 : OURNAC P., PASSELAC M., RANCOULE G., *Carte archéologique de la Gaule. L'Aude (11/2)*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres & Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 2009, 573 p.

Ovtrach 1959 : OVTRACHT A., « Gîtes de barytine des Corbières (Aude) », *Bulletin de la Société Géologique de France*, 7^{ème} série, I, 5, 1959, p. 497-499.

Ovtracht 1963 : OVTRACHT A., « La province ferro-manganésifère viséenne de la mésogée du Sud-Ouest », *Breviora Geologica Asturica*, 7, 1-4, 1963, p. 31-46.

P

Pagès 2008 : PAGÈS G., *La métallurgie du fer en France méditerranéenne de l'Antiquité au début du Moyen Âge : jalons d'une approche interdisciplinaire*, thèse de doctorat, Université Montpellier III - Paul-Valéry, 3 vol., 302, 249 et 264 p.

Pagès et al. 2011a : PAGÈS G., DILLMANN P., FLUZIN P., LONG L., « A study of the Roman iron bars of Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône, France). A proposal for a comprehensive metallographic approach », *Journal of Archaeological Science*, 38, 2011, p. 1234-1252.

Pagès et al. 2011b : PAGÈS G., DILLMANN P., SANCHEZ C., « Primary piece or iron metal in the Roman port of Narbonne (Aude, France) : export, importation, transformation », dans HAUPTMANN A., MODARRESSI-TEHRANI D., PRANGE M. (éd.), *Archaeometallurgy in Europe III. Abstracts of the International conference (Bochum, June 29th - July 1st 2011)*, Deutsches Bergbau-Museum, Bochum, 2011 p. 101-102.

Pagès et al. 2008 : PAGÈS G., LONG L., FLUZIN P., DILLMANN P., « Réseaux de production et standards de commercialisation du fer antique en Méditerranée : les demi-produits des épaves romaines des Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône) », *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 41, 2008, p. 261-283.

Pagis 1983 : PAGIS G., *Altération supergène du gisement aurifère de Salsigne (Aude, France)*, thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 1983, 171 p.

Pailier 1982 : PAILLER J.-M., « Mines et métallurgie antiques dans la littérature scientifique de langue française de 1789 à 1960 », dans DOMERGUE C. (éd), *Mines et fonderies antiques de la Gaule. Actes de la table ronde du CNRS (Toulouse, 21-22 novembre 1980)*, CNRS, Paris, 1982, p. 5-18.

Pailier 2003 : PAILLER J.-M., « Pourquoi *Narbo Martius* ? Le rôle méconnu de *M. Fulvius Flaccus* », dans BATS M., DEDET B., GARMY P., JANIN T., RAYNAUD C., SCHWALLER M. (éd.), *Peuples et territoires en Gaule méditerranéenne. Hommage à Guy Barruol*, Association de la Revue Archéologique de Narbonnaise, Montpellier, 2003, p. 543-547 (Revue Archéologique de Narbonnaise, supplément 35).

Pailier 2006 : PAILLER J.-M., « Quand l'argent était d'or. Paroles de Gaulois », *Gallia*, 63, 2006, p. 211-241.

Pailier 2007 : PAILLER J.-M., « L'argent- suite. Encore le lexique gaulois du métal », *Pallas*, 75, 2007, p. 37-48.

Pailier 2011 : PAILLER J.-M., « Etapes et conséquences de l'exploitation minière et métallurgique. Monnaies gauloises, monnaies romaines. Le cas *Zmaragdus* », dans GRUAT P., PAILLER J.-M., SCHAAD D. (dir.), *Les Rutènes. Du peuple à la cité. De l'Indépendance à l'installation dans le cadre romain (150 a.C. - 100 p.C.). Actes du colloque de Rodez et Millau (Aveyron, 15-17 novembre 2007)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2011, p. 209-228. (*Aquitania*, supplément 25)

Pailier, Coustures 2011 : PAILLER J.-M., COUSTURES M.-P., « Le fer dans le Tarn aux périodes anciennes. Prospection thématique », dans *Bilan scientifique de la région Midi-Pyrénées 2011*, Service Régional de l'Archéologie Midi-Pyrénées, Toulouse, 2011, p. 178-179.

Pailier et al. 1977 : PAILLER J.-M., REBISCOUL A., SABLAYROLLES R., TOLLON F., « Recherches récentes sur l'activité du site métallurgique gallo-romain des Martyrs (Aude) », dans *Mines et mineurs en Languedoc-Roussillon et régions voisines de l'Antiquité à nos jours. Actes du 49^{ème} Congrès de la Fédération Historique du Languedoc Méditerranéen et du Roussillon (Alès, 22-23 mai 1976)*, Fédération Historique du Languedoc Méditerranéen et du Roussillon, Montpellier, 1977, p. 55-68.

Passelac 1998 : PASSELAC M., « Installations pour le travail du fer dans le *vicus Eburomagus* (Bram, Aude) », dans FEUGÈRE M., SERNEELS V. (dir.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Monique Mergoïl, Montagnac, 1998, p. 129-141. (Monographies *Instrumentum*, 4)

Passelac 1999 : PASSELAC M., « Carcassonne romaine : observation sur l'organisation urbaine dans la Cité et ses abords », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 99, 1999, p. 45-60.

Passelac 2002 : PASSELAC M., « Eburomagus (Bram, Aude) », dans FICHES J.-L. (dir.), *Les agglomérations gallo-romaines en Languedoc-Roussillon*, Association de Développement de l'Archéologie en Languedoc-Roussillon, Lattes, 2002, vol. 1, p. 183-200 (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, 13).

Passelac 2003 : PASSELAC M., « Eburomagus (Bram), Sostomagus (Castelnaudary), Fines (commune de Castelnaudary), Elesiodunum-Elusio (Montferland) : quatre agglomérations de la voie d'Aquitaine, quatre destins singuliers », dans BATS M., DEDET B., GARMY P., JANIN T., RAYNAUD C., SCHWALLER M. (éd.), *Peuples et territoires en Gaule méditerranéenne. Hommage à Guy Barruol*, Association de la Revue Archéologique de Narbonnaise, Montpellier, 2003, p. 95-107. (Revue Archéologique de Narbonnaise, supplément 35).

Passelac 2009 : PASSELAC M., « L'habitat rural dispersé à la période gallo-romaine », dans OURNAC P., PASSELAC M., RANCOULE G., *Carte archéologique de la Gaule. L'Aude (11/2)*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres & Maisons des Sciences de l'Homme, Paris, 2009, p. 96-105.

Passelac, Rancoule 1968 : PASSELAC M., RANCOULE G., « Les fosses à amphores du Pech et de Saint-Jacques à Castelnaudary, Aude », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 68, 1968, p. 109-131.

Pauc, Pauc 1998 : PAUC B., PAUC P., « Quelques sites de réduction du minerai de fer dans les Corbières (Aude) », dans FEUGÈRE M., SERNEELS V. (dir.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Monique Mergoïl, Montagnac, 1998, p. 116-128. (Monographies *Instrumentum*, 4)

Pelet 1960 : PELET P.-L., « Une industrie primitive au pied du Jura vaudois : la ferrière de Prins-Bois et ses voisines », *Revue Historique Vaudoise*, 1960, p. 49-110.

Percy 1870 : PERCY J., *The metallurgy of lead*, John Murray, Londres, 1870, 567 p.

Perez 1995 : PEREZ A., *Les cadastres antiques de Narbonnaise occidentale. Essai sur la politique romaine en Gaule du sud (II^{ème} s. av. - II^{ème} s. ap.)*, CNRS, Paris, 1995, 313 p. (Revue Archéologique de Narbonnaise, supplément 29).

Peris Vicente et al. 2008 : PERIS VICENTE J., VALLE ALGARRA F. M., FERRER ERES M. A., GIMENO ADELANTADO J. V., MATEO CASTRO R., SORIAN PIÑOL M. D., « Archaeometrical study of paleometallurgical materials from archaeological sites Cerro de las Balsas - Chinchorro (La Albufereta, Alacant, Spain) », *Microchemical Journal*, 90, 2008, 142-146.

Pernicka et al. 2003 : PERNICKA E., REHREN TH., SCHMITT-STRECKER S., « Late Uruk silver production by cupellation at Habuba Kabira, Syria », dans REHREN T., HAUPTMANN A., MUHLY J. (éd.), *Metallurgica Antiqua. In Honour of Hans-Gert Bachmann and Robert Maddin*, Deutschen Bergbau-Museum, Bochum, 1998, p. 123-134. (Der Anschnitt,

Beiheft 8)

Pernicka et al. 1985 : PERNICKA E., LUTZ C., BACHMANN H.-G., WAGNER G. A., ELITZSCH C., KLEIN E., « Alte Blei-Silber-Verhüttung auf Sifnos », dans WAGNER G., WEISGERBER G. (dir.), *Silber, Blei und Gold auf Sifnos. Prähistorische und antike Metallproduktion*, Deutsches Bergbau-Museum, Bochum, 1985, p. 185-199. (Der Anschnitt, Beiheft 3)

Pernot 1998 : PERNOT M., « L'organisation de l'atelier du bronzier », dans MORDANT C., PERNOT M., RYCHNER V. (dir.), *L'atelier du bronzier en Europe du XX^{ème} au VIII^{ème} siècle avant notre ère. Tome II, du minerai au métal, du métal à l'objet. Actes du colloque international « Bronze 96 » (Neuchâtel et Dijon, 4-9 mars 1996)*, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, 1998, p. 107-116.

Pierre 1992 : PIERRE F., « Datation des travaux miniers à la poudre. Essais de typologie », dans BENOÎT P., FLUCK P. (dir.), *Les techniques minières de l'Antiquité au XVIII^{ème} siècle. Actes du colloque international sur les ressources minières et l'histoire de leur exploitation de l'Antiquité à la fin du XVIII^{ème} s., 113^{ème} Congrès national des Sociétés Savantes de Strasbourg (Strasbourg, 5-9 avril 1988)*, Comité des Travaux historiques et Scientifiques, Paris, 1992, p. 519-527.

Pierre 2008 : PIERRE F., « Étude de l'évolution des techniques d'attaque de la roche dans les mines vosgiennes du XVI^{ème} au XVIII^{ème} : méthodologie et résultats », *Archéopages*, 22, 2008, p. 42-49.

Pierre et al. 2008 : PIERRE F., WEBER A., OUDENOT C., « Le paysage minier passé et actuel du bassin supérieur de la Moselle (Vosges) », dans BAILLY-MAÎTRE M.-C. JOURDAIN-ANNEQUIN C., CLERMONT-JOLY M. (dir.), *Archéologie et paysages des mines anciennes, de la fouille au musée*, Picard, Paris, 2008, p. 221-231.

Piot 2001 : PIOT C., « La réutilisation des amphores : contribution à l'histoire économique et à la vie religieuse dans le Sud-Ouest de la Gaule », *Munibe*, 53, 2001, p. 101-133.

Pirot, Varet-Vitu 2004 : PIROT F., VARET-VITU A., « Systèmes d'information géographique, archéologie et histoire. Glossaire », *Histoire et Mesure*, 2004 (3/4), p. 421-427.

Pittia 2004 : PITTIA S., « L'influence des liens de parenté sur la prise de décision économique : le cas des *Tullii Cicerones* », dans ANDREAU J., FRANCE J., PITTIA S. (dir.), *Mentalités et choix économiques des Romains*, Institut Ausonius, Bordeaux, 2004, p. 21-44.

Pleiner 1988 : PLEINER R., « Les débuts de la métallurgie du fer chez les Celtes », dans *Les princes celtes et la méditerranée. Actes des rencontres de l'Ecole du Louvre (Paris, 25-27 novembre 1987)*, La Documentation Française, Paris, 1988, p. 179-185.

Ploquin 2001 : PLOQUIN A., « Une introduction à la pétrographie des scories paléosidérurgiques », dans VILA A., CODINA O., BOSCH J. M. (dir.), *L'obtenció del ferro pel procediment directe entre els segles IV et XIX. Actes del 6^{ème} curs d'Arqueologia d'Andorra 2000 (Andorra la Vella, 2 d'octubre- 5 d'octubre de 2000)*, Àrea de Recerca Històrica, Andorra la Vella, 2001, p. 289-334.

Polo Cutando, Villargordo Ros 2007 : POLO CUTANDO, C., VILLAGORDO ROS, C., « L'exploitation du fer en Sierra Menera (Teruel-Guadalajara, Espagne) aux III^{ème}- I^{er} s. a.C. », dans MILCENT P.-Y. (dir.), *L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal. Actes du 38^{ème} colloque de l'AFEAF (Toulouse, 20-23 mai 2004)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2007, p. 107-114. (Aquitania, supplément 14/2)

Pomerol 1980 : POMEROL C., *France géologique. Grands itinéraires*, Masson, Paris, 1980, 254 p. (Guides géologiques régionaux)

Pomey, Long 1992 : POMEY P., LONG L., « Les premiers échanges maritimes du midi de la Gaule du VI^{ème} s. au III^{ème} s. av. J.-C. à travers les épaves », dans BATS M., BERTUCCHI G., CONGÈS G., TRÉZINY H. (éd.), *Marseille grecque et la Gaule. Actes du colloque international d'histoire et d'archéologie et du 5^{ème} congrès archéologique de Gaule méridionale (Marseille, 18-23 novembre 1990)*. Association pour la Diffusion de l'Archéologie Méridionale, Lattes, 1992, p. 189-198 (Etudes Massaliètes, 3).

Pouit 1951 : POUIT G., « Etude géologique et métallogénique du primaire des Corbières. Secteur de Maisons », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 52, 1951, p. 41-110.

Pouit, Fortuné 1980 : POUIT G., FORTUNÉ J.-P., « Métallogénie comparée des Pyrénées et du sud du Massif central », dans POUIT G., FORTUNE J.-P. (dir.), *Métallogénie du Massif central et des Pyrénées. Actes du 26^{ème} congrès géologique international (Paris, 7-17 juillet 1980)*, Elf Aquitaine & BRGM, Paris, 1980, p. 109-167.

Prange, Ambert 2005 : PRANGE M., AMBERT P., « Caractérisation géochimique et isotopique des minerais et métaux base cuivre de Cabrières (Hérault) », dans AMBERT P., VAQUER J. (éd.), *La première métallurgie en France et dans les pays limitrophes. Actes du colloque international (Carcassonne, 28-30 septembre 2002)*, Société Préhistorique Française, Paris, 2005, p. 71-81.

Prassl 1997 : PRASSL J. A., « Exploitation antique dans le secteur minier du Bleynard (Lozère) », dans AMBERT P. (éd.), *Mines et métallurgies de la Préhistoire au Moyen Âge en Languedoc-Roussillon et régions périphériques. Actes du colloque de Cabrières (16-19 mai 1997)*, *Archéologie en Languedoc*, 21, 1997, p. 217-223.

Puig et al. 2000 : PUIG C., PASSARIUS O., MAZIERE F., KOTARBA J., RIERA D., BENEZET J., BREST S., MACH J., DOMINGUEZ C., EPPE G., *La plaine du Roussillon, du Paléolithique au XIX^{ème} s. Rapport de prospection et d'inventaire archéologique, 2000*, Association Archéologique des Pyrénées-Orientales, Perpignan, 2000, 300 p. (Service Régional de l'Archéologie, Montpellier)

Pulou 1962 : PULOU R., « Barytine et azurite du massif de Mouthoumet », *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 97 (3/4), 1962, p. 473-476.

Py 1990 : PY M., *Culture, économie et société protohistoriques dans la région nîmoise*, École Française de Rome, Rome, 1990, 966 p. (Collection de l'École Française de Rome, 131)

Py 1992 : PY M., « Meules d'époque protohistorique et romaine provenant de Lattes », dans PY M. (dir.), *Recherches sur l'économie vivrière des Lattareses*, Association pour la Recherche Archéologique en Languedoc Oriental, Lattes, 1992, p. 183-232. (Lattara, 5)

Py 1993 : PY M., « Campanienne A », dans PY M., *Dictionnaire des céramiques antiques (VII^{ème} siècle avant n. è. - VII^{ème} siècle de n. è.) en Méditerranée nord-occidentale (Provence, Languedoc, Ampurdan)*, Association pour la Recherche Archéologique en Languedoc Oriental, Lattes, 1993, 624 p. (Lattara, 6)

Py 1995 : PY M., « Les Étrusques, les Grecs et la fondation de Lattes », dans ARCELIN P., BATS M. GARCIA D. (éd.), *Sur les pas des grecs en Occident. Hommages à André Nickels*, Association pour la Diffusion de l'Archéologie Méridionale, Lattes, 1995, p. 261-276. (Études massaliètes, 4)

Py 2001 : PY M., « Les amphores gréco-italiques », dans PY M., ADROHER AUROUX A. M., SANCHEZ C. (dir.), *Corpus des céramiques de l'Âge du Fer de Lattes (fouilles 1963-1999)*, Association pour la Recherche Archéologique en Languedoc Oriental, Lattes, 2001, p. 45-71 (Lattara, 14)

Py 2003 : PY M., « Les Celtes du Midi », dans BATS M., DEDET B., GARMY P., JANIN T., RAYNAUD C., SCHWALLER M. (éd.), *Peuples et territoires en Gaule méditerranéenne. Hommage à Guy Barruol*, Association de la Revue Archéologique de Narbonnaise, Montpellier, 2003, p. 303-322. (Revue Archéologique de Narbonnaise, supplément 35).

Py 2006 : PY M., *Les monnaies préaugustéennes de Lattes et la circulation monétaire protohistorique en Gaule méridionale*, Association pour le Développement de l'Archéologie en Languedoc-Roussillon, Lattes, 2006, 2 vol., 1270 p. (Lattara, 19).

Py 2008 : PY M., « Un bilan sur la circulation monétaire préaugustéenne à Lattes », *Gallia*, 65, 2008, p. 169-174.

Py 2012 [1993] : PY M., *Les Gaulois du Midi. De la fin de l'âge du Bronze à la conquête romaine*, Errance, Paris, 2012 [réédition], 400 p. [1^{ère} édition : 1993]

Py, Garcia 1993 : PY M., GARCIA D., « Bilan des recherches archéologiques sur la ville portuaire de Lattara (Lattes, Hérault), *Gallia*, 50, 1993, p. 1-93.

Py 2009 : PY V., *Mine, bois et forêt dans les Alpes du Sud au Moyen Âge. Approches archéologique, bioarchéologique et historique*, thèse de doctorat, Université de Provence - Aix-Marseille I, 2009, 2 vol., 1332 p.

Q

Quiquerez 1866 : QUIQUEREZ A., *Monuments de l'ancien évêché de Bâle. De l'âge du Fer. Recherches sur les anciennes forges du Jura bernois*, Porrentruy, 1866.

R

Rafel Fontanals et al. 2008a : RAFEL FONTANALS N., ARMADA L., BELARTE C., CASTANYER P., GASULL P., GENER M., GRAELLS R., HUNT M., MATA I PERELLÓ J.-M., MONTERO I., PÉREZ A., PONS E., ROVIRA C., ROVIRA S., SANTOS M., VILLALBA P., « La arqueología de la plata y su investigación en la península Ibérica : el proyecto Plata prerromana en Catalunya », dans MATA I PERELLO J.-M. (éd.), *Actas del I Congreso Internacional de Minería y Metalurgia en el Contexto de la Historia de la Humanidad: Pasado, Presente y Futuro. IV Simposio sobre Minería y Metalurgia Históricas del Suroeste Europeo (Mequinenza, 6-9 de julio del 2006)*, Ayuntamiento de Mequinenza, Mequinenza, 2008, p. 253-268.

Rafel Fontanals et al. 2008b : RAFEL FONTANALS N., ARMADA X.-L., BELARTE C., FAIRÉN S., GASULL P., GRAELLS R., MORELL N., PÉREZ A., VILLALBA P., « El área minero-metalúrgica del Baix Priorat (Tarragona) en la protohistoria. Explotación y redes de intercambio », *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 18, 2008, p. 245-269.

Rafel Fontanals et al. 2008c : RAFEL FONTANALS R., MONTERO RUIZ I., CASTANYER P., « Plata prerromana en Cataluña. Explotación y circulación del plomo y la plata en el primer milenio a.n.e. Consideraciones finales », *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 18, 2008, p. 316-317.

Raguin 1961 : RAGUIN E., *Géologie des gîtes minéraux*, Masson, Paris, 1961, 686 p.

Ramin 1977 : RAMIN J., *La technique minière et métallurgique des Anciens*, Latomus, Revue d'Etudes Latines, Bruxelles, 1977, 223 p.

Rancoule 1975 : RANCOULE G., « Une petite exploitation minière dans les Corbières : Montjoi (Aude) », dans *Archéologie minière. Forez et Massif central. Actes du 98^{ème} Congrès National des Sociétés Savantes (Saint-Etienne, 1973)*, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, 1975, p. 93-100.

Rancoule 1980 : RANCOULE G., *La Lagaste, agglomération gauloise du bassin de l'Aude*, Laboratoire de Préhistoire et de Paléontologie, Carcassonne, 1980, 170 p. (Atacina, 10)

Rancoule 1984 : RANCOULE G., *Le bassin moyen de l'Aude à l'âge du Fer. État de la recherche, acquis et problèmes*, thèse de 3^{ème} cycle, EHESS, Toulouse, 1984, 483 p.

Rancoule 1985 : RANCOULE G., « Observations sur la diffusion des importations italiques dans l'Aude aux II^{ème} et I^{er} s. avant J.-C. » *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 18, 1985, p. 263-275.

Rancoule 1993 : RANCOULE G., « Les marges occidentales du Languedoc ibérisé : l'Aude intérieure », *Documents d'Archéologie Méridionale*, 16, 1993, p. 41-46.

Rancoule 1996 : RANCOULE G., « Le site de La Lagaste, commune de Pomas et Rouffiac d'Aude. Nouvelles données sur l'organisation et les activités d'une agglomération gauloise méridionale », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 96, 1996, p. 51-69.

Rancoule 1999 : RANCOULE G., « L'agglomération gauloise de La Lagaste (communes de Pomas et Rouffiac d'Aude). Apports, échanges et transit dans la vallée de l'Aude à l'époque républicaine », dans PAILLER J.-M., MORET P. (éd.), *Mélanges Claude Domergue 2, Pallas*, 50, 1999, p. 73-74.

Rancoule 2000 : RANCOULE G., « Observations sur la circulation monétaire à l'époque romaine républicaine dans la partie méridionale de l'Aude », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 100, 2000, p. 29-38.

Rancoule 2001 : RANCOULE G., « Notes d'archéologie. Lastours, Plateau du Joncas », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 101, 2001, p. 171.

Rancoule 2009 : RANCOULE G., « L'Aude, espace de transition entre Méditerranée et Garonne, aux âges du Fer », dans *De Méditerranée et d'ailleurs... Mélanges offerts à Jean Guilaine*, Archives d'Ecologie Préhistorique, Toulouse, 2009, p. 613-624.

Rancoule, Guilaine 1968 : RANCOULE G., GUILAINE J., « Las monedas con cruz y con hachas de las Corbières occidentales », *Ampurias*, 30, 1968, p. 151-173.

Rancoule, Guiraud 1979 : RANCOULE G., GUIRAUD L., « Fond de cabane gaulois dans le secteur minier de Lastours (Aude) », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 79, 1979, p. 33-38.

Rancoule, Rigaud 1978 : RANCOULE G., RIGAUD L., « La fosse à amphores n°38 de Lacombe, commune de Lastours (Aude) », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 78, 1978, p. 27-33.

Rancoule, Schwaller 1994 : RANCOULE G., SCHWALLER M., « Apports ou influences continentales en Languedoc occidental. Recensement, chronologie et réflexions », dans *L'âge du Fer en Europe sud-occidentale. Actes du 16^{ème} colloque de l'Association Française pour l'Etude de l'Âge du Fer (Agen, 28-31 mai 1992)*, Fédération Aquitania, 1994, p. 223-235. (Aquitania, supplément 12)

Rancoule, Solier 1977 : RANCOULE G., SOLIER Y., « Les mines antiques des Corbières audoises », dans *Mines et mineurs en Languedoc-Roussillon et régions voisines de l'Antiquité à nos jours. Actes du 49^{ème} Congrès de la Fédération Historique du Languedoc Méditerranéen et du Roussillon (Alès, 22-23 mai 1976)*, Fédération Historique du Languedoc Méditerranéen et du Roussillon, Montpellier, 1977, p. 23-39.

Raux 1999 : RAUX S., « Les objets de la vie quotidienne à Lattes au IV^{ème} siècle avant notre ère », dans PY M. (dir.), *Recherches sur le quatrième siècle avant notre ère à Lattes*, Association pour la Recherche Archéologique en Languedoc Oriental, 1999, p. 439-518. (Lattara, 12)

Raynaud 1998 : RAYNAUD C., « L'activité métallurgique à Lunel-Viel (Hérault) du I^{er} au XI^{ème} siècle », dans FEUGÈRE M., SERNEELS V. (dir.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Monique Mergoïl, Montagnac, 1998, p. 155-165. (Monographies *Instrumentum* 4)

Raynaud 2001 : RAYNAUD C., « Les campagnes languedociennes aux IV^{ème} et V^{ème} s. », dans OUZOULIAS P., PELLECUER C., RAYNAUD C., VAN OSSEL P., GARMY P. (dir.), *Les campagnes de la Gaule à la fin de l'Antiquité. Actes du IV^{ème} colloque AGER (Montpellier, 1998)*, APDCA, Antibes, 2001, p. 247-274.

Raynaud 2002 : RAYNAUD C., « De la conquête romaine au Moyen Âge », dans FICHES J.-L. (dir.), *Les agglomérations gallo-romaines en Languedoc-Roussillon*, Association de Développement de l'Archéologie en Languedoc-Roussillon, Lattes, 2002, vol. 1, p. 39-53 (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, 13).

Rebiscoul 1981 : REBISCOUL A., *Observation et prospection sur photographies aériennes verticales de vestiges gallo-romains liés à l'exploitation minière et métallurgique (ferriers et zones d'extraction de minerai) dans la Montagne Noire*, mémoire de maîtrise, sous la direction de C. Domergue, Université Toulouse II - Le Mirail, 1981, 85 p.

Rebiscoul 2003 : REBISCOUL A., « Le site paléométallurgique des Ferrys, commune de La Bussière (Loiret) », dans LEPTÉZ S., MATTERNE V. (éd.), *Cultivateurs, éleveurs et artisans dans les campagnes de la Gaule romaine : matières premières et produits transformés. Actes du VI^{ème} colloque AGER (Compiègne, 5-7 juin 2002)*, Revue Archéologique de Picardie, Amiens, 2003, p. 129-140.

Rehren 1999 : REHREN T., « Small Size, Large Scale. Roman Brass Production in *Germania Inferior* », *Journal of Archaeological Science*, 26, 1999, p. 1083-1087.

Rehren et al. 1998 : REHREN T., PRANGE M., « Lead metal and patina : a comparison », dans REHREN T., HAUPTMANN A., MUHLY J., *Metallurgica antica. In Honour of Hans-Gert Bachmann and Robert Maddin*, Deutschen Bergbau-Museum, Bochum, 1998, p. 183-196. (Der Anschnitt, Beiheft, 8)

Rehren et al. 1999a : REHREN T., VANHOVE, D., MUSSCHE H., OIKONOMAKOU M., « Litharge from Laurion. A medical and metallurgical commodity from South Attika », *L'Antiquité Classique*, 68, 1999, p. 299-308.

Rehren et al. 1999b : REHREN T., SCHNEIDER J., BARTELS C., « Medieval lead-silver smelting in the Siegerland, West Germany », *Journal of the Historical Metallurgy Society*, 33 (2), 1999, p. 73-84.

Renzi et al. 2009 : RENZI M., MONTERO RUIZ I., BODE M., « Non-ferrous metallurgy from the Phoenician site of *La Fonteta* (Alicante, Spain) : a study of provenance », *Journal of Archaeological Science*, 36, 2009, p. 2584-2596.

Rétif 1998 : RÉTIF M., « Indices de métallurgie protohistorique du fer à Martigues (Bouches-du-Rhône) », dans FEUGÈRE M., SERNEELS V. (dir.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Monique Mergoïl, Montagnac, 1998, p. 96-109. (Monographies *Instrumentum* 4)

Richard 1980 : RICHARD J.-C., « Les monnaies de La Lagaste », dans RANCOULE G., *La Lagaste, agglomération gauloise du bassin de l'Aude*, Laboratoire de Préhistoire et de Paléontologie, Carcassonne, 1980, p. 150-170 (*Atacina*, 10)

Richard 1993 : RICHARD J.-C., « Données monétaires, pratiques d'échanges dans la Gaule du sud », dans DAUBIGNEY A. (dir.), *Fonctionnement social de l'âge du Fer. Opérateurs et hypothèses pour la France. Actes de la table ronde internationale de Lons-le-Saunier (Jura, 24-26 octobre 1990)*, Centre Jurassien du Patrimoine, Lons-le-Saunier, 1993, p. 65-70.

Rico 1997 : RICO C., *Pyrénées romaines. Essai sur un pays de frontière (III^{ème} s. av. J.-C. - IV^{ème} s. ap. J.-C.)*, Casa de Velázquez, Madrid, 1997, 417 p. (Bibliothèque de la Casa de Velázquez, 14)

Rico 2010 : RICO C., « Sociétés et entrepreneurs miniers italiques en Hispanie à la fin de l'époque républicaine. Une comparaison entre les districts de Carthagène et de Sierra Morena », *Pallas*, 82, 2012, p. 395-415.

Rico et al. 2006 : RICO C., DOMERGUE C., RAUZIER M., KLEIN S., LAHAYE Y., BREY G., VON KAENEL H.-M., « La provenance des lingots de cuivre de Maguelone (Hérault). Etude archéologique et archéométrique », *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 38-39, 2005-2006, p. 459-472.

Rico et al. 2009 : RICO C., FABRE J.-M., ANTOLINOS MARÍN J. A., « Recherches sur les mines et la métallurgie du plomb-argent de Carthagène à l'époque romaine », *Mélanges de la Casa de Velázquez*, 39 (1), 2009, p. 291-310.

Rigo Jovells, Morer de Llorens 2003 : RIGO JOVELLS A., MORER DE LLORENS J., « Les Guardiès (El Vendrell, Baix Penedès). Un assentament metal·lúrgic d'època ibèrica », dans GUITART J., PALET J., PREVOSTI M. (dir.), *Territoris antics a la Mediterrània i a la Cossetània oriental. Actes del Simposi Internacional d'Aqueologia del Baix Penedès (El Vendrell, 8-10 novembre 2001)*, Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya, Barcelona, 2003, p. 327-338.

Rivalan 2011 : RIVALAN A., *Typologie et chronologie des objets métalliques du Bronze final IIIB à la fin du premier âge du Fer en France méridionale (900-450 av. n. è.)*, thèse de doctorat, Université Montpellier 3 - Paul Valéry, 2011.

Rivot 1871 : RIVOT L. E., *Traité de métallurgie théorique et pratique. Tome I, métallurgie du cuivre*, Dunod, Paris, 1871, 504 p.

Rivot 1872 : RIVOT L. E., *Traité de métallurgie théorique et pratique. Tome II, métallurgie du plomb et de l'argent*, Dunod, Paris, 1872, 677 p.

Robion-Brunner 2008 : ROBION-BRUNNER C., *Vers une histoire de la production du fer sur le plateau de Bandiagara (pays dogon, Mali) durant les empires précoloniaux : peuplement des forgerons et traditions sidérurgiques*, thèse de doctorat, Université de Genève, 2008, 424 p.

Rodier 2011 : RODIER X. (dir.), *Information spatiale et archéologie*, Errance, Paris, 2011, 254 p.

Rolley 2006 : ROLLEY C., « Les routes de l'étain en Méditerranée et ailleurs », dans SZABO M. (dir.), *Celtes et Gaulois, l'Archéologie face à l'Histoire. Les Civilisés et les Barbares du V^{ème} au II^{ème} siècle avant J.-C. Actes de la table ronde de Budapest (17-18 juin 2005)*, Bibracte-Centre Archéologique Européen, GLux-en-Glenne, 2006, p. 185-192. (Bibracte, 12/3)

Roman 1986 : ROMAN Y., *De Narbonne à Bordeaux. Un axe économique au I^{er} s. avant J.-C.*, Presses Universitaires de Lyon, Lyon, 1983, 333 p.

Ropiot 2007 : ROPIOT V., *Peuplement et circulation dans les bassins fluviaux du Languedoc occidental, du Roussillon et de l'Ampurdan du IX^{ème} s. au début du II^{ème} s. av. n. è.*, thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, 2007, 4 vol., 760 p.

Ropiot et al. 2011 : ROPIOT V., BERRANGER M., GAILLARD C., NEWMAN C., SCHAAL C., « Un établissement rural à vocation agricole et métallurgique de la fin du premier âge du Fer à Carcassonne (Aude) », *Gallia*, 68 (2), 2011, p. 47-82.

Ros Sala 2005 : ROS SALA M. M., « Metalurgia y sociedad en el sureste prerromano », dans *Patrimonio minero de la Region de Murcia. Bocamina, 8 septembre-6 novembre 2005*, Museo de la Ciencia y el Agua, Murcia, 2005, p. 39-60.

Rothenberg et al. 1986 : ROTHENBERG B., ANDREWS P., KEESMANN I., « Monte Romero September 1986 - The Discovery of a Unique Phoenician Silver Smelting Workshop in Souht-West Spain », *Institut of Archaeology for Archaeometallurgical Studies*, 9, 1986, p. 1-4.

Rothenhöfer 2003a : ROTHENHÖFER P., « Geschäfte in Germanien. Zur Ausbeutung von Erzlagerstätten unter Augustus in Germanien », *Zeitschrift für Papyrologie und Epigraphik*, 143, 2003, p. 277-286.

Rothenhöfer 2003b : ROTHENHÖFER P., « *Plumbum Germanicum*. Germanic lead and history of Augustean Germany », dans *Archaeometallurgy in Europe. Proceedings of international conference (Milan, 24-26 septembre 2003)*, Associazione Italiana di Metalurgia, Milan, 2003, vol. 2, p. 641-648.

Rouchy 1973 : ROUCHY J.-M., *Etude géologique et métallogénique de la haute vallée de l'Orb (Hérault). Relations socle-couverture. Problèmes des silicifications et des minéralisations barytiques*, thèse de doctorat, Université Paris VI, 1973, 156 p.

Routhier 1963 : ROUTHIER P., *Les gisements métallifères, géologie et principes de recherche*, Masson, Paris, 1963, 1282 p.

Rouzeaud et al. 1997 : ROUZEAUD F., MAUDUIT E., CALVET J.-P., « Le site minier et métallurgique du Calé à Sorèze », *Pallas*, 46, 1997, p. 273-285.

Rovira 1998 : ROVIRA C., « Les premiers objets de fer en Catalogne », dans FEUGÈRE M., SERNEELS V. (dir.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Monique Mergoïl, Montagnac, 1998, p. 45-55. (Monographies *Instrumentum*, 4)

Rovira et al. 2012 : ROVIRA S., BURILLO F., LÓPEZ R., IBÁÑEZ J., « Metalurgia y explotación de recursos minerales en el entorno de la ciudad-estado celtibérica de Segeda I (Mara, Zaragoza) », dans OREJAS A., RICO C. (éd.), *Minería y metalurgia antiguas, visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue*, Casa de Velázquez, Madrid, 2012, p. 27-42 (Collection de la Casa de Velázquez, 128).

Rovira, Renzi 2013 : ROVIRA S., RENZI M., « Plata tartésica : una revisión de la tecnología extractiva a la luz de nuevos hallazgos », dans CAMPOS J. M., ALVAR J. (éd.), *Tarteso. El emporio del del metal. Actas del I congreso internacional de Huelva (diciembre 2011)*, Almuzara, Huelva, 2013, p. 473-488.

Rovira i Hortalà 2012 : ROVIRA I HORTALÀ M. C., « La producció siderúrgica en època ibèrica a Catalunya » dans *Boscós de Ferro. Actes de les primeres jornades de recerca i desenvolupament de la Vall Ferrera*, Garsineu, Tremp, 2012, p. 41-50.

Ruiz Mata, Fernandez Jurado 1986 : RUIZ MATA D., FERNANDEZ JURADO J., « El yacimiento metalúrgico de época Tartésica de San Bortolomé (Almonte, Huelva) », *Huelva Arqueologica*, 8, 1986, p. 253-274.

S

Sabarthès 1908 : SABARTHÈS A., « Géographie physique de l'Aude », *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 19, 1908, p. 154-203.

Sabarthès 1912 : SABARTHÈS (abbé), *Dictionnaire topographique du département de l'Aude*, Imprimerie Nationale, Paris, 1912, 595 p.

Sablairolles 1982 : SABLAYROLLES R., « Intérêt et problèmes de l'étude des ferriers antiques : l'exemple de la Montagne Noire », dans DOMERGUE C. (éd.), *Mines et fonderies antiques de la Gaule. Actes de la Table ronde du CNRS (Toulouse, 21-22 novembre 1980)*, CNRS, Paris, 1982, p. 183-190.

Sablairolles 1989a : SABLAYROLLES R., « Six années de recherches à Saint-Denis (Aude) », dans *Mines et métallurgies antiques et médiévales de la France méridionale, recherches récentes. Actes des Journées de Perpignan (21-22 février 1987)*, Université Toulouse-Le Mirail & Ville de Perpignan, Toulouse & Perpignan, 1989, p. 73-82.

Sablairolles 1989b : SABLAYROLLES R., « L'administration des mines de fer en Gaule romaine », dans DOMERGUE C. (éd.), *Minería et metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas. Actos del coloquio internacional asociado (Madrid, 24-28 octubre 1985)*, Ministerio de Educacion, Cultura y Deporte, Madrid, 1989, vol. 2, p. 157-162

Sablairolles 2002 : SABLAYROLLES R., « Les limites de la cité de Toulouse », dans PAILLER J.-M. (dir.), Tolosa. *Nouvelles recherches sur Toulouse et son territoire dans l'Antiquité*, Ecole Française de Rome, Rome, 2002, p. 307-326. (Collection de l'Ecole Française de Rome, 281)

Sablairolles 2005 : SABLAYROLLES R., « Analyses d'économie antique : textes anciens et archéologie récente », dans *L'Aquitaine et l'Hispanie septentrionale à l'époque julio-claudienne. Organisation et exploitation des espaces provinciaux. Actes du colloque Aquitania (Saintes, 11-13 septembre 2003)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2005, p. 415-422. (Aquitania, supplément 13)

Sabrié, Sabrié 1992 : SABRIÉ M., SABRIÉ R., « Un four de tuilier d'époque augustéenne à Boutenac (Aude) », *Archéologie en Languedoc*, 16, 1992, p. 83-93.

Sacchi 1972 : SACCHI D., « Recherches sur le Paléolithique supérieur et le mésolithique en Languedoc occidental, fouille 1972, *La Caoune d'Arques* », *Cahiers Ligures de Préhistoire et d'Archéologie*, 21, 1972, p. 155-156.

Salvaire et al. 1997 : SALVAIRE M., CAROZZA L., RICHARD-VIGNERON H., HOULÈS N., BAUMES B., MARCO M., BURENS A., FOULQUIER S., DAINAT D., COURREN F., LANDES C., AMBERT P., « Les travaux du PCR « Mines et Métallurgies préhistoriques du Midi de la France » à la mine de Pioch-Farrus IV à Cabrières, Hérault, en 1996 et 1997 : résultats et perspectives », dans AMBERT P., *Mines et métallurgies de la Préhistoire au Moyen Âge en Languedoc-Roussillon et régions périphériques. Actes du colloque de Cabrières (16-19 mai 1997)*, *Archéologie en Languedoc*, 21, 1997, p. 83-92.

Sanchez 2002 : SANCHEZ C., « Au carrefour des influences méditerranéennes et continentales. Le rôle de Narbonne dans le commerce antique », dans DELLONG E., *Carte archéologique de la Gaule. Narbonne et le Narbonnais (11/1)*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres & Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 2002, p. 117-123.

Sanchez 2003 : SANCHEZ C., *Le mobilier céramique de Narbonne et sa région (fin II^{ème} s. av. n. è. - I^{er} s. de n. è.) : pour une approche du processus de romanisation*, thèse de doctorat, Université Lyon 2 - Lumière, 2003, 2 vol., 1022 p.

Sanchez et al. 2011 : SANCHEZ C., CAVERO J., JÉZÉGOU M.-P., PAGES G., « Narbonne : la ville et ses ports », dans PASQUALINI M. (éd.), *Fréjus romaine. La ville et son territoire. Agglomérations de Narbonnaise, des Alpes-Maritimes et de Cisalpine à travers la recherche archéologique. Actes du 8^{ème} colloque historique de Fréjus (8-10 octobre 2010)*, Association pour la Promotion et la Diffusion des Connaissances Archéologiques, Antibes, 2011, p. 211-224.

Sanchez, Jézégou 2011 : SANCHEZ C., JÉZÉGOU M.-P., « Les ports de Narbonne : mythe ou réalité ? », dans SANCHEZ C., JÉZÉGOU M.-P. (dir.), *Espaces littoraux et zones portuaires de Narbonne et sa région dans l'Antiquité*, Association pour le Développement de l'Archéologie en Languedoc-Roussillon, Lattes, 2011, p. 267-270. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, 28)

Sánchez Palencia, Orejas 2012 : SÁNCHEZ PALENCIA F. J., OREJAS A., « Alcance e impacto de la minería en la economía provincial hispanoromana », dans OREJAS A., RICO C. (éd.), *Minería y metalurgia antiguas, visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue*, Casa de Velázquez, Madrid, 2012, p. 261-272 (Collection de la Casa de Velázquez, 128).

Sarreste 2008 : SARRESTE F., *La sidérurgie ancienne dans le Bas Maine (VIII^{ème} s. av. n. è. - XV^{ème} s. de n. è.)*, thèse de doctorat, Université de Tours - François-Rabelais, 2008, 2 volumes, 834 p.

Sastre 2012 : SASTRE I., « Las zonas minerais auríferas en el sistema provincial altoimperial », dans OREJAS A., RICO C. (éd.), *Minería y metalurgia antiguas, visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue*, Casa de Velázquez, Madrid, 2012, p. 255-259 (Collection de la Casa de Velázquez, 128).

Schaad 2011 : SCHAAD D., « Carte de la cité des Rutènes à l'époque d'Auguste », dans GRUAT P., PAILLER J.-M., SCHAAD D. (dir.), *Les Rutènes. Du peuple à la cité. De l'Indépendance à l'installation dans le cadre romain (150 a.C. - 100 p.C.). Actes du colloque de Rodez et Millau (Aveyron, 15-17 novembre 2007)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2011, p. 23-31. (*Aquitania*, supplément 25)

Seguier, Vidal 1992 : SEGUIER J.-M., VIDAL M., « Les rapports commerciaux le long de l'axe Aude-Garonne aux âges du Fer », dans BATS M., BERTUCCHI G., CONGÈS G., TRÉZINY H. (éd.), *Marseille grecque et la Gaule. Actes du colloque international d'histoire et d'archéologie et du 5^{ème} congrès archéologique de Gaule méridionale (Marseille, 18-23 novembre 1990)*. Association pour la Diffusion de l'Archéologie Méridionale, Lattes, 1992, p. 431-444. (Etudes Massaliètes, 3)

Serneels 1993 : SERNEELS V., *Archéométrie des scories de fer. Recherches sur la sidérurgie ancienne en Suisse occidentale*, Cahiers d'Archéologie Romande, Lausanne, 1993, 240 p. (Cahiers d'Archéologie Romande, 61).

Serneels 1998 : SERNEELS V., « La chaîne opératoire de la sidérurgie ancienne », dans FEUGÈRE M., SERNEELS V. (dir.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Monique Mergoïl, Montagnac, 1998, p. 7-44 (Monographies *Instrumentum*, 4)

Serneels 2004 : SERNEELS V., « Le fer et ses minerais », dans MANGIN M. (dir.), *Le fer*, Errance, Paris, 2004, p. 25-48 (Archéologiques).

Serneels 2007 : SERNEELS V., « L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal », dans MILCENT P.-Y. (dir.), *L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal. Actes du 38^{ème} colloque de l'AFEAF (Toulouse, 20-23 mai 2004)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2007, p. 425-434. (*Aquitania*, supplément 14/2)

Serneels 2009 : SERNEELS V., « Qu'est qui change dans la vie quotidienne lorsque l'on remplace le bronze par le fer », dans DAUBIGNEY A., MILCENT P.-Y., TALON, M., VITAL, J. (dir.), *De l'âge du Bronze à l'âge du Fer en France et en Europe occidentale (X^{ème}-VII^{ème} s. av. J.-C.). La moyenne vallée du Rhône aux âges du Fer. Actes du 30^{ème} colloque international de l'AFEAF, co-organisé avec l'APRAB (Saint-Romain-en-Gal, 26-28 mai 2006)*. Société Archéologique de l'Est, Besançon, 2009, p. 433-439 (Revue Archéologique de l'Est, supplément 27)

Serneels et al. 2004 : SERNEELS V., MERLUZZO P., LEROY M., « Les activités de forge : le travail du métal », dans MANGIN M. (dir.), *Le fer*, Errance, Paris, 2004, p. 81-112 (Archéologiques).

Sicard 1907 : SICARD G., « Les sépultures préhistoriques ou très antiques de l'Aude », dans *Actes du Congrès Archéologique de France (Carcassonne, 1906)*, Picard, 1907, p. 233-251 et 270-273.

Simonin 1858 : SIMONIN L., « De l'exploitation des mines et de la métallurgie en Toscane pendant l'Antiquité et le Moyen Âge », *Annales des Mines*, 5^{ème} série, 14, 1858, p. 557-615.

Simonin 1867 : SIMONIN L., *La vie souterraine ou Les mines et les mineurs*, L. Hachette et C^{ie}, Paris, 1867, 604 p.

Sillières 2003 : SILLIÈRES P., « De Polybe, III, 39 aux Gobelets de Vicarello : la voie de l'Ebre au Rhône à l'époque républicaine », dans BATS M., DEDET B., GARMY P., JANIN T., RAYNAUD C., SCHWALLER M. (éd.), *Peuples et territoires en Gaule méditerranéenne. Hommage à Guy Barruol*, Association de la Revue Archéologique de Narbonnaise, Montpellier, 2003, p. 121-127. (Revue Archéologique de Narbonnaise, supplément 35)

Solier 1968 : SOLIER Y., « Fouilles et découvertes en Narbonnais », *Bulletin de la Commission Archéologique de Narbonne*, 30, 1968, p. 11-47.

Solier 1981 : SOLIER Y., « Les épaves de Gruissan », *Archeonautica*, 3, 1981, p. 196-212.

Solier 1992 : SOLIER Y., « L'occupation des Corbières à l'Âge du Fer. Habitats et mobiliers » *Documents d'Archéologie Méridionale*, 15, 1992, 327-389.

Solier, Barbouteau 1994 : SOLIER Y., BARBOUTEAU H., « Le comptoir maritime du Moulin », dans GUILAINE J., SACCHI D., VAQUER J. (dir.), *L'Aude des origines*, Archéologie en terre d'Aude, Carcassonne, 1994, p. 184-186.

Soucq 1995 : SOUCQ F., « Brignon. Serre de Brienne », dans *Bilan Scientifique de la région Languedoc-Roussillon 1994*, Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier, 1995, p. 88.

Soutou 1984 : SOUTOU A., « Épigraphie ibérique et rutène dans le nord-ouest de l'Hérault », *Bulletin de la Fédération Archéologique de l'Hérault*, 2, 1984, p. 8-9.

Stöllner 2003 : STÖLLNER T., « Mining and Economy. A discussion of spatial organisations and structures of early raw material exploitation », dans STÖLLNER T., KÖRLIN G., STEFFENS G., CIERNY J. (éd.), *Man and mining - Mensch und Bergbau. Studies in honour of Gerd Weisgerber*, Deutschen Bergbau-Museum, Bochum, 2003, p. 415-446. (Der Anschnitt, Beiheft 16)

Stöllner 2010a : STÖLLNER T., « Copper and Salt – Mining Communities in the Alpine Metal Age », dans *Mining in European History and its impact on environment and human societies. Proceedings for the 1st Mining in European History-Conference of the SFB-HIMAT (Innsbruck, Nov. 12 - Nov. 15 2009)*, Innsbruck University Press, Innsbruck, 2010, p. 297-313.

Stöllner 2010b : STÖLLNER T., « Rohstoffgewinnung im rechtsrheinischen Mittelgebirge. Forschungen zum frühen Eisen », *Siegerland*, 87 (2), 2010, p. 101-132.

Stöllner 2011 : STÖLLNER T., « Old world mining between technological innovations, social change and economical structure in Prehistory and Antiquity », dans HAUPTMANN A., MODARRESSI-TEHRANI D., PRANGE M. (éd.), *Archaeometallurgy in Europe III. Abstracts of the International conference (Bochum, June 29th - July 1st 2011)*, Deutschen Bergbau-Museum, Bochum, 2011 p. 115-116.

Stöllner et al. 2011 : STÖLLNER T., YALÇIN Ü, ZEILER M., « Research in the Siegerland region/Germany : preliminary results of surveys, excavations and archaeometallurgical studies about production of iron during the La Tène period », dans HAUPTMANN A., MODARRESSI-TEHRANI D., PRANGE M. (éd.), *Archaeometallurgy in Europe III. Abstracts of the International conference (Bochum, June 29th - July 1st 2011)*, Deutschen Bergbau-Museum, Bochum, 2011 p. 59.

Subra 1970 : SUBRA A., *Contribution à l'étude métallogénique du cuivre : étude d'un gisement filonien (Padern) et d'un gisement stratiforme (Transrift)*, Thèse de 3^{ème} cycle, Université Toulouse III - Faculté des Sciences, 1970, 1 vol., 72 p.

Subra 1971 : SUBRA A., « Paragenèse du filon de Padern (Aude) », dans *Actes du 96^{ème} Congrès National des Sociétés Savantes* (Toulouse, 1971), Sciences, vol. 2, p. 597-607.

Szépertyski 1999 : SZÉPERTYSKI (B.), « Datations en dendrochronologie. Mines d'or des Fouilloux (24) et de Laurières (87) », dans CAUQUET B. (dir.), *L'or dans l'Antiquité, de la mine à l'objet*. Fédération Aquitania, Bordeaux, 1999, pp. 71-82 (Aquitania, supplément 9).

T

Tallah 2004 : TALLAH L. (Dir.), *Carte archéologique de la Gaule. Le Luberon et Pays d'Apt (84/2)*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres & Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 2004, 431 p.

Tchernia 1969 : TCHERNIA A., « Recherches archéologiques sous-marines », *Gallia*, 27 (2), 1969, p. 465-499.

Tchernia 1986 : TCHERNIA A., *Le vin de l'Italie romaine, essai d'histoire économique d'après les amphores*, Ecole Française de Rome, Rome, 1986, 410 p. (Bibliothèque de l'Ecole Française de Rome, 261).

Téreygeol 2000 : TÉREYGEOL F., « L'abattage au feu : étude des variations de température et de la nature des roches lors d'une attaque au feu », dans PÉTREQUIN P., FLUZIN P., THIRIOT J., BENOÎT P. (dir.), *Arts du feu et productions artisanales. Actes des 20^{ème} rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes (Antibes, 21-23 octobre 1999)*, APDCA, Antibes, 2000, p. 531-544.

Téreygeol 2003 : TÉREYGEOL F., « Technique de production et diffusion de l'argent au haut Moyen Âge : l'exemple de Melle », *Techné*, 18, 2003, p. 66-73.

Téreygeol, Happ 2000 : TÉREYGEOL F., HAPP J., « La production de l'argent à Melles. Du minerai au métal : approche expérimentale », dans PÉTREQUIN P., FLUZIN P., THIRIOT J., BENOÎT P. (dir.), *Arts du feu et productions artisanales. Actes des 20^{ème} rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes (Antibes, 21-23 octobre 1999)*, APDCA, Antibes, 2000, p. 189-204.

Thorton et al. 2009 : THORNTON C., REHREN T., PIGOTT V.C., « The production of speiss (iron arsenide) during the Early Bronze Age in Iran », *Journal of Archaeological Science*, 36, 2009, p. 308-316.

Tollon 1968 : TOLLON F., « Minéralisation filonienne cuprifère dans les Schistes X du Cabardès, au nord de Salsigne (Aude) », *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 104 (3-4), 1968, p. 435-440.

Tollon 1970 : TOLLON F., *Le district aurifère de Salsigne, Aude*, thèse d'État, Université Toulouse III - Paul Sabatier, 1970, 175 p.

Tollon, Béziat 2004 : TOLLON F., BÉZIAT D., « Les chapeaux de fer » dans MANGIN (M.) dir., *Le fer*, Errance, Paris, 2004, p. 35-36 (Archéologiques)

Tournier 1994 : TOURNIER B., *L'organisation de la sidérurgie en Gaule romaine : essai d'interprétation*, mémoire de maîtrise, sous la direction de Claude Domergue, Université Toulouse II-Le Mirail, 1994, 128 p.

Trincherini et al. 2001 : TRINCHERINI P. R., BARBERO P., QUARATI P., DOMERGUE C., LONG L. « Where do the lead ingots of the wreck of Saintes-Maries-de-la-Mer come from ? Archaeology compared with physics », *Archaeometry*, 43 (3), 2001, p. 393-406.

Treziny 2005 : TRÉZINY H., « Les colonies grecques de Méditerranée occidentale », *Histoire Urbaine*, 13 (2), 2005, p. 51-66.

Trouvé 1818 : TROUVÉ C.J., *États de Languedoc et département de l'Aude. Description générale et statistique du département de l'Aude*, Paris, 1818, réédition Lacour, Nîmes, 2000, 679 p.

Truffaut 1994 : TRUFFAUT E., « Contribution du manganèse au développement historique de la sidérurgie : aspects techniques », *La revue de Métallurgie*, 1994, p. 1703-1719.

Tryon-Montalembert 1955 : TRYON MONTALEMBERT (de) R., « La sidérurgie en Gaule aux époques primitives, gauloises et gallo-romaines jusqu'à la fin de l'Empire », *Techniques et Civilisations*, 4, 1955, p. 29-43, 57-76, 98-113, 153-172, 187-206 ; 5, 1956, p. 21-34, 99-112.

Tryon-Montalembert 1956 : TRYON MONTALEMBERT (de) R., « La sidérurgie en Gaule aux époques primitives, gauloises et gallo-romaines jusqu'à la fin de l'Empire », *Techniques et Civilisations*, 5, 1956, p. 21-34, 99-112.

Tylecote 1986 : TYLECOTE R. F., *The Prehistory of Metallurgy in the British Isles*, Institute of Metals, Londres, 1986, 257 p.

Tylecote 1987 : TYLECOTE R. F., *The Early History of metallurgy in Europe*, Longman, Londres, 1987, 391 p.

Tylecote 1992 : TYLECOTE R. F., « Extraction metallurgy; historical development and ÉVOLUTION of the processes », dans ANTONACCI SANPAOLO E. (dir.), *Archeometallurgia. Ricerche e prospettive. Atti del colloquio Internazionale di archeometallurgia (Bologna-Dozza Imolese, 18-21 ottobre 1988)*, CLUEB, Bologna, 1992, p. 25-52.

U

Ugolini, Olive 2003 : UGOLINI D., OLIVE C., « Autour de la fondation de *Narbo Martius* : *Atacini* et autres peuples préromains de l'Aude », dans BATS M., DEDET B., GARMY P., JANIN T., RAYNAUD C., SCHWALLER M. (éd.), *Peuples et territoires en Gaule méditerranéenne. Hommage à Guy Barruol*, Association de la Revue Archéologique de Narbonnaise, Montpellier, 2003, p. 297-302. (Revue Archéologique de Narbonnaise, supplément 35)

Urteaga Artigas 2012 : URTEAGA ARTIGAS M. M., « La minería romana en Gipuzkoa y el distrito de Oiasso (Irún) », dans OREJAS A., RICO C. (éd.), *Minería y metalurgia antiguas, visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue*, Casa de Velázquez, Madrid, 2012, p. 201-218 (Collection de la Casa de Velázquez, 128).

V

Van Strydonck et al. 1999 : VAN STRYDONCK M., NELSON D.E., CROMBÉ P., BRONK RAMSEY C., SCOTT E.M., VAN DER PLICHT J., HEDGES R.E.M., « What's in a ¹⁴C date ? », dans EVIN J., OBERLIN C., DAUGAS J.-P., SALLES J.-F. (dir.), *¹⁴C et Archéologie. Actes du 3^{ème} congrès international (Lyon, 6-10 avril 1998)*, Paris, Société Préhistorique Française, Rennes, 1999, p. 433-440. (Mémoires de la Société Préhistorique Française, 26)

Vasseur 1911 : VASSEUR G., « Une mine de cuivre exploitée à l'âge du Bronze dans les garrigues de l'Hérault », *L'Anthropologie*, 22, 1911, p. 418.

Verdin 2006 : VERDIN F., « Les mutations de la fin de l'âge du Fer (II^{ème}-I^{er} siècle avant J.-C.) dans le midi de la Gaule », dans HALSELGROVE C. (dir.), *Celtes et Gaulois, l'Archéologie face à l'Histoire. Les mutations de la fin de l'âge du Fer. Actes de la table ronde de Cambridge (7-8 juillet 2005)*, Bibracte-Centre Archéologique Européen, GLux-en-Glenne, 2006, p. 235-250. (Bibracte, 12/4)

Verna 1991 : VERNA C., « Esquisse d'une histoire des mines et de la métallurgie monastique dans les Pyrénées (IX^{ème}-première moitié du XVI^{ème} siècle) », dans BENOÎT P., CAILLEAUX D. (éd.), *Moines et métallurgie dans la France médiévale*, AEDEH, Paris, 1991, p. 45-58.

Verna 2001 : VERNA C., « Des monts de Lacaune aux Pyrénées, temps, formes et enjeux de l'innovation : le cas de la mouline (XIII^{ème}-XV^{ème} siècle) », dans VILA A., CODINA O., BOSCH J. M. (dir.), *L'obtenció del ferro pel procediment directe entre els segles IV et XIX. Actes del 6^{ème} curs d'Arqueologia d'Andorra 2000 (Andorra la Vella, 2 d'octubre- 5 d'octubre de 2000)*, Àrea de Recerca Històrica, Andorra la Vella, 2001, p. 63-78.

Verna 2007 : VERNA C. (coord.) « La métallurgie du fer », dans BAILLY-MAÎTRE M.-C., GARDEL M.-E. (dir.), *La pierre, le métal, l'eau et le bois : économie castrale en territoire audois (XI^{ème} s.-XIV^{ème} s.)*, Société des Etudes Scientifiques de l'Aude, Carcassonne, 2007, p. 114-138.

Vial 2011 : VIAL J., *Les Volques Arécomiques et le Languedoc oriental protohistorique. Etude d'une entité ethno-politique préromaine (IX^{ème}-I^{er} s. av. J.-C.)*, Association pour le Développement de l'Archéologie en Languedoc-Roussillon, Lattes, 2011, 282 p. (Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, 30)

Viala 1900 : VIALA L. F., « Cité romaine et mine d'or de Pech-Mélion (Aude) », *Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie*, 23, 1900, p. 141-168.

Vidal, Magnol 1983 : VIDAL M., MAGNOL J.-P., « Les inscriptions peintes en caractère ibérique de Vieille-Toulouse (Haute-Garonne) », *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 16, 1983, p. 1-28.

Villaronga 2000 : VILLARONGA L., *Las monedas de plata d'Emporió, Rhodè i les seves imitacions, de principi del segle III a.c. fins a l'arriba dels Romans el 218 a.c.*, Societat Catalana d'Estudis Numismatics, Institut d'Estudis Catalans, Barcelone, 2000, 182 p.

Vivet 2007 : VIVET J.-B., « La production du fer protohistorique en haute Bretagne d'après les résultats des prospections, des fouilles d'ateliers et des analyses archéométriques », dans MILCENT P.-Y. (dir.), *L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal. Actes du 28^{ème} colloque de l'AFEAF (Toulouse, 20-23 mai 2004)*, Fédération Aquitania, Bordeaux, 2007, p. 63-84. (Aquitania, supplément 14/2)

W

Waltzing 1895-1900 : WALTZING J.-P., *Etude historique sur les corporations professionnelles chez les Romains depuis les origines jusqu'à la chute de l'Empire d'Occident*, G.Olms, Hildesheim, 1895-1900, 4 vol., 705 p.

Weisgerber, Willies 2000 : WEISGERBER G., WILLIES L., « The use of fire in prehistoric and ancient mining-firesetting », *Paléorient*, 25 (2), 2000, p. 131-149.

Wienin 1997 : WIENIN M., « Toponymie statistique de l'espace mino-métallurgique », dans AMBERT P. (dir.), *Mines et métallurgies de la Préhistoire au Moyen Âge en Languedoc-Roussillon et régions périphériques, actes du colloque de Cabrières (16-19 mai 1997)*, *Archéologie en Languedoc*, 21, 1997, p. 235-242.

GLOSSAIRE

Abattage : action de détacher le minerai et la roche stérile de l'encaissant lors du percement d'un ouvrage minier.

Acier : alliage de fer et de carbone contenant de 0,02 à 2 % de carbone. Au dessus de 2 % C, les alliages constituent les fontes (Mangin 2004).

Adjuvants : substance que l'on ajoute lors des opérations métallurgiques en réduction ou en forge (Mangin 2004).

Aérage : circulation de l'air dans les ouvrages souterrains d'une mine, assurée par des moyens naturels (puits, faux plafonds) ou artificiels (ventilateurs) (d'après Mangin 2004).

Agent métallogénique : phénomène ayant contribué à la mise en place de concentrations de minerais métalliques.

Agent réducteur : se dit d'un élément (ou composé) qui provoque la réduction chimique d'un autre composé (Mangin 2004).

Alliage : solide formé de plusieurs constituants métalliques ou non. Les alliages peuvent être classés suivant le nombre d'éléments qu'ils contiennent. On distingue ainsi les alliages binaires (formés de deux éléments, par ex. : fer + carbone, cuivre + zinc = laiton, cuivre + étain = bronze), ternaires (avec trois éléments, par ex. bronze au plomb), quaternaires (avec quatre éléments, par ex. fer + carbone + manganèse + phosphore) (Mangin 2004).

Anticlinal : en géologie, pli où les éléments situés à l'intérieur de la courbure étaient, avant la déformation, les plus bas (Foucault, Raoult 2001).

Attribut : information sémantique descriptive non spatiale d'une entité géographique, stockée dans des tables attributaires et liée à l'entité géographique qu'il décrit (Rodier 2011).

Aubier : bois jeune et tendre situé entre le cambium et le liber*, dans lequel circule la sève brute et s'accumulent les matières nutritives. En coupe transversale, à l'oeil nu, il apparaît comme un anneau clair contigu à l'écorce. Les cellules de l'aubier contiennent des albuminoïdes, de l'amidon et des sucres. Elles sont plus exposées aux attaques d'organismes vivants (Py 2009).

Barytine : sulfate de baryum (BaSO_4) de densité élevée, généralement blanc, non abrasif. Cette roche est utilisée depuis la seconde moitié du XIX^{ème} s. notamment en chimie. Durant le XX^{ème} s., elle est employée dans l'industrie pétrolière afin d'augmenter la densité des fluides de forages et éviter les fuites de gaz. La consommation de la barytine est donc étroitement liée aux activités de forage et, par voie de conséquence, au cours du pétrole. De fait, son exploitation a connu un essor important à partir du milieu du XX^{ème} s.

Battitures : particules détachées de la surface du métal lors du martelage. Il s'agit en général d'oxydes de fer qui se sont formés à la surface du fer chaud en contact avec l'air. Elles se présentent sous la forme de paillettes millimétriques, lamellaires ou boursouflées, parfois de billes. Elles sont le plus souvent magnétiques (Mangin 2004).

Boisage : système de consolidation (soutènement) de travaux miniers à l'aide de pièces de bois.

Bûcher-tour : bûcher d'abattage par le feu constitué de rangs superposés de bûches disposées à chaque rang dans un sens opposé. Ce type de bûcher permet d'atteindre des hauteurs importantes (Monnet 1773).

Calcination : opération de transformation du calcaire en chaux par cuisson à haute température. Par extension, ce terme désigne tout processus au cours duquel une substance est soumise à une chaleur intense (Mangin 2004).

Carreau minier : espace contigu à l'ouvrage minier sur lequel se trouvent les installations de surface nécessaires à l'extraction (moyens d'accès, assistance...).

Cambium : chez les végétaux ligneux, assise génératrice responsable de la croissance en diamètre. Le cambium est composé d'une couche de cellules situées en périphérie de la tige qui se divise activement et donne du bois vers l'intérieur et du liber vers l'extérieur (Py 2009).

Charbonnage : ensemble des activités liées à la production du charbon de bois (Mangin 2004).

Concassage (du minerai) : opération consistant à briser et réduire en fragments de calibre voulu les blocs grossiers de minerai issus de l'abattage.

Corps minéralisé : structure géologique correspondant à une concentration de minerai clairement individualisée d'un point de vue spatial et morphologique.

Creuset : récipient en terre réfractaire servant à contenir un métal en fusion.

Cristal : solide dont les divers atomes sont arrangés de manière régulière selon une disposition fondamentale (la maille élémentaire) dont la répétition dans l'espace dessine le réseau cristallin. Du fait de cet arrangement, les propriétés physiques d'un cristal varient selon les orientations (Foucault, Raoult 2001).

Coupeellation : opération métallurgique permettant de séparer du plomb l'argent qu'il renferme, en profitant de leur différence d'affinité pour l'oxygène.

Culot de forge : scorie de forme grossièrement hémisphérique (ou en forme de fond de sphère), correspondant à l'accumulation de déchets divers dans le fond d'un foyer. Ce type de scories se forme pendant le travail du fer, lors des opérations de post-réduction (d'après Mangin 2004).

Demi-produit : matériau intermédiaire entre la masse brute de réduction et l'objet fini. Il s'agit par exemple d'ébauches forgées sous forme de barres (d'après Mangin 2004).

Démixtion : processus de séparation de deux ou plusieurs phases de nature différente à partir d'une solution homogène au départ. Ce type de processus peut se produire indépendamment de l'état de la matière (gaz, liquide, solide), souvent en relation avec un changement des conditions de pression ou de température (Mangin 2004).

Dendritique : du nom d'une forme de cristallisation arborescente régulière d'un minéral ou d'un métal qui se développe fréquemment lors d'une solidification rapide à partir de l'état liquide (d'après Mangin 2004).

Dyke : lame de roche (magmatique, filonienne) épaisse de quelques mètres à quelques centaines de mètres de roche recoupant les structures de l'encaissant. Du fait de l'érosion, elle peut donner un relief en forme de mur.

Éponte : chacune des surfaces limitant un corps minéralisé, correspondant à la bordure de la roche encaissante au contact de ce corps. L'éponte est souvent modifiée sur une faible épaisseur (métamorphisme de contact, minéralisation diffuse). Le contact est parfois souligné par une formation (notamment des argiles), nommées la salbande.

Éponge de fer : terme utilisé pour caractériser une masse brute de réduction ayant une structure hétérogène vacuolaire et discontinue dans laquelle les inclusions non métalliques (scories, charbon), sont abondantes (Mangin 2004).

Épuration : opération au cours de laquelle on traite, dans un foyer *ad hoc*, la masse brute issue du bas-fourneau pour obtenir un bloc de métal suffisamment compact et homogène pour être forgé. Elle consiste essentiellement à évacuer les déchets (charbons, scories) encore contenus dans la masse brute par martelage (à chaud ou à froid). En pratique, le travail d'épuration varie considérablement en fonction de la nature de la masse brute, compacte ou non, et de la quantité de déchets encore présents dans celle-ci (d'après Mangin 2004).

Exhaure : ensemble des procédés (écoulement naturel, pompage...) mis en œuvre pour évacuer d'une mine les eaux d'infiltrations ou issues de la nappe phréatique.

Extraction : terme désignant l'ensemble des opérations d'abattage et de transport du minerai au sein d'une mine.

Ferrier : amas de scories de traitement des minerais de fer, susceptible de contenir en outre des débris de structures de traitement et des déchets de travail produits lors des activités connexes.

Filon : lame de roche, épaisse de quelques centimètres à quelques mètres, recoupant les structures de l'encaissant. Un filon correspond le plus souvent au remplissage d'une fracture (diaclyse, faille) et est constitué soit de roche magmatique, soit de roche dont le matériel – souvent enrichi en substances utiles – provient de roches magmatiques ou de l'encaissant et a été déplacé par des fluides aqueux eux-mêmes d'origine magmatique ou métamorphique, voire superficielle (Foucault, Raoult 2001).

Forge à la catalane : établissement sidérurgique mettant en œuvre le procédé catalan, apparu au XVII^{ème} s. Ce procédé de réduction du minerai de fer fait appel à un bas-fourneau ouvert (méthode directe), dont l'alimentation en air est assurée par une trompe hydraulique. Ce type d'établissement a succédé aux moulins à fer (d'après Mangin 2004).

Gangue : ensemble des roches ou des minéraux sans intérêt pratique et économique entourant des minerais dans leurs gisements (d'après Foucault, Raoult 2001).

Gisement : lieu où l'on rencontre une substance ou des objets déterminés (Foucault, Raoult 2001).

Gîte : synonyme de gisement, mais réservé le plus souvent à une masse minérale comportant un ou plusieurs métaux susceptibles d'une exploitation (gîte métallifère) (Foucault, Raoult 2001).

Grillage : opération métallurgique qui consiste à chauffer un minerai sulfuré pour le transformer en oxyde, en le débarrassant notamment du soufre qu'il contient.

Gromps : terme polonais désignant les déchets produits lors de la première épuration d'une masse brute de réduction. Les gromps correspondent principalement à des scories informes plus ou moins riches en métal et à des fragments métalliques. Ils sont caractéristiques de l'activité même de « compactage » et peuvent donc exister à proximité des sites de réduction et/ou d'épuration (d'après Mangin 2004).

Halde : mot d'origine allemande désignant les déblais stériles produits lors de l'extraction des minerais. Ils sont le résultat d'un premier tri du produit de l'abattage et sont constitués essentiellement par des débris de gangue et de roche encaissante pas ou faiblement minéralisés.

Inclusion : particule exogène vis-à-vis de la matrice du matériau.

Indice : pour une substance donnée, traces observées en un point permettant d'envisager que cette substance existe non loin en plus grande abondance (Foucault, Raoult 2001).

Liber : dans un arbre, le liber désigne la formation située à l'extérieur de l'anneau du cambium.

Liquation : procédé de traitement métallurgique d'un pseudo-alliage Pb-Cu-(Ag) consistant à séparer le plomb – enrichi en argent – du cuivre en mettant à profit, en particulier, la différence de température de fusion du plomb, de l'argent et du cuivre.

Loupe de fer : terme désignant la masse brute de réduction issue de la réduction directe. Elle est généralement très hétérogène et comporte du fer métal (en proportion et de composition variable) associé à de la scorie, des fragments de charbon de bois et des porosités plus ou moins abondantes. Elle nécessite une opération d'épuration plus ou moins poussée avant de pouvoir être forgée. Synonyme : massiau, massiot, éponge (d'après Mangin 2004).

Manganèse : utilisé dans la fabrication du verre à l'époque moderne, le manganèse du Languedoc a été largement exploité à la fin du XIX^{ème} et dans les années 1910, plus ponctuellement ensuite, pour alimenter l'industrie sidérurgique, la fabrication de piles ou de certains produits chimiques. A la fin des années 1940, la production s'arrête quasiment (Routhier 1963 : 334-335 et 1065-1069 ; Autran *et al.* 1980 : 299 ; Lougnon 1981 : 9-10 et 25-71).

Massiau : voir **Loupe de fer**

Matrice : en métallurgie, désigne la phase constituant majeure du matériau considéré.

Matte : du languedocien *matàs*, terme désignant une zone dense en buisson. Synonyme de *bartàs*, mot lourd de sens pour un archéologue méditerranéen.

Métallotecte : structure géologique ayant facilité une concentration de minerais métalliques (Foucault, Raoult 2001).

Meule : tas de bois généralement recouvert de mottes de gazon ou de terre, auquel on met le feu en vue de produire du charbon de bois (d'après Mangin 2004).

Minerai : roche contenant des substances utiles en pourcentage suffisant pour justifier une exploitation. En pratique, le terme désigne essentiellement les substances métalliques, et en sont exclus, en particulier, les matériaux combustibles (d'après Foucault, Raoult 2001).

Minéralisation : concentration locale de substances métalliques (Foucault, Raoult 2001).

Miroir de faille : surface de roches bordant une faille, polie par le frottement et souvent marquée de stries (Foucault, Raoult 2001).

Mode vecteur : mode de stockage des entités géographiques sous la forme de points, lignes ou polygones. Un point est localisé par une paire de coordonnées. Des attributs sont associés à chaque entité d'une table (Rodier 2011).

Mode raster : mode de représentation et de stockage des données spatiales par une matrice régulière de cellules (ou pixels) couvrant un espace déterminé. Une valeur est attribuée à chaque pixel. Elle peut représenter une variable qualitative ou quantitative (Rodier 2011).

Mur : plan inférieur d'un filon ; contact de ce dernier avec les terrains situés sous le filon.

Paragenèse : association de minéraux dans une roche donnée, présentant une communauté d'origine, et résultant de processus géologiques et géochimiques données (Foucault, Raoult 2001).

Pointerolle : outil de mineur utilisé lors de l'abattage, correspondant à une sorte de burin en fer, muni généralement d'une douille dans laquelle s'insère un manche interchangeable terminé par une pointe à une extrémité et par un talon de l'autre. Elle est maintenue d'une main par le mineur qui frappe de l'autre sur le talon à l'aide d'un marteau, d'une masse ou d'une massette.

Province métallogénique : domaine géologique, au sens spatial du terme, caractérisé par un ou plusieurs types de gîtes.

Puissance : épaisseur d'une couche ou d'une série de couches mesurée perpendiculairement à la stratification de la couche ou de la série de couches en question (d'après Foucault, Raoult 2001).

Réduction : réaction au cours de laquelle un atome gagne un ou plusieurs électrons. En métallurgie du fer, la réduction est l'opération au cours de laquelle les oxydes sont transformés en métal par contact avec le gaz de combustion riche en monoxyde de carbone selon l'équation $\text{MeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Me} + \text{CO}_2$.

Sole : terme désignant le sol rocheux horizontal à sub-horizontal, d'un ouvrage minier, à la base de ce dernier.

Stériles : terme désignant les roches dont le contenu en substance utile est jugé sans intérêt.

Stratiforme : se dit des gisements métallifères formant des couches ou des lentilles allongées et concordantes à la stratification des terrains encaissants (d'après Foucault, Raoult 2001).

Synclinal : en géologie, pli où les éléments situés à l'intérieur de la courbure étaient avant la déformation les plus hauts (Foucault, Raoult 2001).

Roche métamorphique : roche ayant subi un métamorphisme, c'est-à-dire une transformation à l'état solide du fait d'une élévation de température et/ou de pression, avec cristallisation de nouveaux minéraux, dits néoformés, et acquisition de textures et structures particulières, sous l'influence de conditions physiques et/ou chimiques différentes de celles ayant présidé à la formation de la roche originelle (Foucault, Raoult 2001).

Plutonique : adjectif se rapportant aux plutons (massifs formés de roche magmatique plutonique constituant de grosses masses ovoïde ou de grandes lentilles) et aux roches magmatiques les constituant. Les roches plutoniques sont formées par cristallisation lente d'un magma à une certaine profondeur (roches endogènes) et sont en général grenues, à texture équante, et homogènes dans de grands volumes (Foucault, Raoult 2001).

Table attributive : contient un ensemble de données qui ont au moins une propriété commune (titre de table) et qui sont organisées sous la forme d'un tableau dans lequel les lignes (ou enregistrements) intersectent les colonnes (champs) pour former une cellule qui porte une valeur spécifique. Chaque ligne correspond à une seule entité, chaque colonne contient les valeurs d'une seule caractéristique (Rodier 2011).

Toit : plan supérieur d'un filon ; contact de ce dernier avec les terrains situés sur le filon.

Travers-bancs : galerie traversant les bancs de roche pour aller recouper le filon en profondeur ou un autre ouvrage minier souterrain. Une fois le but atteint, ce type de galerie peut servir notamment d'axe de circulation, de galerie d'exhaure et/ou de galerie d'aérage.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	3
AVERTISSEMENTS	5
SOMMAIRE	7
INTRODUCTION	9
PARTIE I	
L'ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION DES MÉTAUX EN LANGUEDOC OCCIDENTAL	
ENTRE LE IV^{ÈME} S. AV. N. È. ET LE V^{ÈME} S. DE N. È. ÉTAT DE LA QUESTION	21
1. LES FONDEMENTS DE L'ANALYSE : POTENTIEL MINIER ET ÉCONOMIE DU	
LANGUEDOC OCCIDENTAL (IV^{ÈME} AV. N. E. - V^{ÈME} S. DE N. E.)	22
1.1. Le cadre naturel de l'étude	22
1.1.1. <i>Milieu physique et géologie</i>	23
Un espace méditerranéen au relief contrasté.....	23
Des plaines quaternaires aux massifs anciens : une grande diversité géologique.....	26
1.1.2. <i>Les ressources en cuivre, argent et plomb</i>	29
Dépôts stratiformes Pb-Zn (Fe-Cu)	29
Gisements filoniens liés à la fracturation hercynienne	30
Gisements barytiques Cu-Ag (Pb)	32
Autres types de gisements	33
1.1.3. <i>Les ressources en fer</i>	34
Chapeaux de fer sur filons sulfurés.....	34
Amas de fer manganésifère	35
Gisements stratiformes.....	36
Dépôts sédimentaires	37
1.2. Éléments d'une problématique : l'évolution socio-économique du Languedoc occidental	
au second âge du Fer et à l'époque romaine	37
1.2.1. <i>Un espace marqué par l'essor des échanges méditerranéens (IV^{ème}-III^{ème} s. av. n. è.)</i>	38
Un préliminaire : les communautés languedociennes à la fin du premier âge du Fer (VI ^{ème} -	
IV ^{ème} s. av. n. è.).....	38
Les IV ^{ème} et III ^{ème} s. av. n. è., une mutation économique	40
1.2.2. <i>L'intégration économique et politique à la sphère romaine (II^{ème}-I^{er} s. av. n. è.)</i>	41
Le tournant du II ^{ème} s. av. n. è.	41
Le temps de l'intégration à la sphère politique à la sphère romaine (fin II ^{ème} - I ^{er} s. av. n. è.).....	45
1.2.3. <i>Permanences et mutations au Haut-Empire (I^{er}-III^{ème} s.)</i>	47
Le pôle narbonnais	47
Un espace économique dynamique	48
La fin du Haut-Empire : déclin, crise ou assoupissement ?.....	49
1.2.4. <i>La situation du Languedoc occidental au Bas-Empire (IV^{er} - V^{ème} s.)</i>	50
Bilan intermédiaire.....	51

2. LA PRODUCTION DES MÉTAUX AU SECOND ÂGE DU FER ET À L'ÉPOQUE ROMAINE EN LANGUEDOC OCCIDENTAL : BILAN CRITIQUE DE CINQUANTE ANS DE RECHERCHES ARCHÉOLOGIQUES.....	53
2.1. Du minerai au métal : notions techniques préliminaires.....	53
2.1.1. <i>L'acquisition des matières premières</i>	54
Les minerais	54
Le combustible	55
Les matériaux de construction.....	56
2.1.2. <i>Les traitements minéralurgiques</i>	57
Concassage et broyage	57
Lavage et concentration gravimétrique	58
Calcination et grillage	59
2.1.3. <i>Les traitements métallurgiques</i>	60
Le traitement des minerais de fer	61
Le traitement des minerais sulfurés de cuivre-argent.....	64
2.1.4. <i>Affinage et diffusion du métal</i>	69
2.2. Les lieux et les rythmes de la production des métaux en Languedoc occidental	71
2.2.1. <i>Espace minier, zone de production : définitions</i>	71
2.2.2. <i>L'exploitation des minerais non-ferreux</i>	72
Monts de Cabrières.....	72
Haute vallée de l'Orb et bassin supérieur du Dourdou.....	75
Lodévois	79
2.2.3. <i>Le fer de la Montagne Noire</i>	79
2.2.4. <i>Des zones de production à explorer</i>	82
2.3. Les modalités techniques et socio-économiques de l'activité en Languedoc occidental.....	84
2.3.1. <i>Des techniques minières méconnues</i>	84
L'extraction du minerai de fer.....	84
L'extraction des minerais non-ferreux.....	85
2.3.2. <i>Les traitements des minerais : un net décalage entre métallurgie des non-ferreux et sidérurgie</i>	88
La sidérurgie antique : apports de quarante ans de recherches en Montagne Noire.....	88
Le traitement des minerais Cu-Ag-Pb : une chaîne opératoire mal cernée.....	91
2.3.3. <i>Evaluation de la production et essais de classement</i>	95
L'évaluation de la production : des critères subjectifs à l'estimation chiffrée	95
Problèmes de classification et de typologie des zones de production	96
2.3.4. <i>L'organisation socio-économique de la production</i>	101
Lascours et la Societas Argentofodinarum Rotenorum	101
Le cas de la sidérurgie antique de la Montagne Noire	105
2.4. Pour une nouvelle lecture de la production des métaux entre le début du second âge du Fer et la fin de la période romaine	107
2.4.1. <i>La situation de la production des métaux au second âge du Fer</i>	107
2.4.2. <i>La production des métaux aux II^{ème}-I^{er} s. av. n. è. : le paradigme de la Conquête ?</i>	110
2.4.3. <i>L'exploitation minière à l'époque impériale</i>	114
Bilan intermédiaire	116
CONCLUSION DE LA PARTIE I	118
PARTIE II	
LA PRODUCTION DES MÉTAUX EN LANGUEDOC OCCIDENTAL AU SECOND ÂGE DU FER ET À L'ÉPOQUE ROMAINE. NOUVELLES DONNÉES	121
1. MÉTHODOLOGIE ET OUTILS DE L'ENQUÊTE.....	122

1.1. Les lieux et les objets de la recherche.....	122
1.1.1. <i>Les lieux.....</i>	122
1.1.2. <i>Les pratiques et leurs traces.....</i>	123
1.2. La démarche : de l'étude ponctuelle à l'approche extensive, et inversement.....	126
1.2.1. <i>Un site de référence : la mine des Barrency.....</i>	126
1.2.2. <i>Du site à l'espace de production : l'approche extensive.....</i>	128
1.2.3. <i>Retour aux sites : les sondages.....</i>	131
1.3. Les données de la recherche : méthode d'étude et outils de traitement.....	131
1.3.1. <i>L'approche chronologique des sites miniers.....</i>	131
1.3.2. <i>Gestion et traitement des données : le Système d'Information Géographique.....</i>	134
1.3.3. <i>Etude macroscopique des déchets et des minerais.....</i>	136
1.3.4. <i>Etude archéométrique d'une production : le traitement des minerais non-ferreux Cu-Ag-Pb.....</i>	138
Bilan intermédiaire.....	142
2. L'EXPLOITATION DES GISEMENTS DE CUIVRE, ARGENT ET PLOMB DU VERSANT SUD DE LA MONTAGNE NOIRE.....	143
2.1. La mine des Barrency (Lastours, Fournes-Cabardès).....	143
2.1.1. <i>Le gisement minier : morphologie et minéralisation.....</i>	143
2.1.1. <i>Histoire d'une découverte : les recherches minières contemporaines (1893-1968).....</i>	145
2.1.3. <i>Organisation générale des travaux et phasage chronologique de l'activité.....</i>	148
Les travaux ouverts sur la structure filonienne des Barrency de Fournes.....	149
Les travaux ouverts sur la structure filonienne du Mourral de la Grave.....	151
Les travaux ouverts sur les corps minéralisés secondaires.....	159
Le carreau de la mine.....	160
2.1.4. <i>Techniques minières et stratégies d'exploitation : une activité de haut niveau.....</i>	161
Une prospection minière rationalisée.....	161
Une mise en exploitation raisonnée.....	163
La circulation dans la mine.....	164
La gestion des stériles.....	165
Les techniques d'abattage.....	166
L'exhaure des travaux.....	169
2.1.5. <i>Une vaste mine en activité avant la Conquête.....</i>	170
Une homogénéité architecturale et technique.....	170
La dynamique de l'exploitation.....	171
Une chronologie complexe.....	172
Un haut niveau d'organisation.....	174
2.2. Le paysage minier du versant sud de la Montagne Noire.....	175
2.2.1. <i>La mine polymétallique de la Caunette.....</i>	175
2.2.2. <i>Les mines de cuivre du vallon de La Grave.....</i>	178
2.2.3. <i>Les mines de cuivre de l'interfluve Orbiel-Rieutort.....</i>	179
Bilan intermédiaire.....	180
3. L'EXPLOITATION DES GISEMENTS DE CUIVRE, ARGENT ET PLOMB DES CORBIÈRES.....	182
3.1. Un secteur minier de premier ordre : le Sarrat de Germa (Montgaillard, Padern).....	182
3.1.1. <i>Un secteur dominé par les gisements de cuivre-argent.....</i>	182
Une unité géologique bien individualisée.....	182
Les gisements miniers et les minerais : essai de synthèse.....	183
Les principaux gisements miniers : présentation détaillée.....	185
3.1.2. <i>Les aléas archéologique de l'activité minière contemporaine.....</i>	187
3.1.3. <i>Organisation générale des travaux et chronologie de l'activité.....</i>	190
Mine de Tistoulet : filon d'Esquina d'Ase.....	191

Mine de Tistoulet : filon de Tistoulet	193
Mine de Tistoulet : filons d'Aigas Caudas.....	194
Mine de Tistoulet : une installation de surface.....	196
Mine de la Gentisclè	197
Mine du Roc de la Caunceilla.....	197
Mine de la Caunetta.....	198
Mine de Saint-Estèbe.....	199
3.1.4. <i>Techniques et stratégies d'exploitation</i>	200
La prospection minière	200
Les travaux d'exploitation.....	201
Méthodes d'abattage.....	203
L'absence d'ouvrages d'assistance.....	205
Des activités connexes	205
3.1.5. <i>Une mise en valeur systématique des gisements Cu-Ag du Sarrat de Germa à l'époque tardo-républicaine</i>	207
3.2. Un phénomène minier régional	210
3.2.1. <i>Interventions antiques sur les gisements Cu-Ag-Pb de la partie méridionale du secteur de Lacamp</i>	210
La mine antique de l'Abeilla (Palairac).....	211
La mine de Peyrecouverte-La Canal (Palairac).....	213
Indices d'une mise en valeur généralisée des gisements de la partie méridionale du secteur de Lacamp	222
3.2.2. <i>Une activité à mieux caractériser : l'exploitation des gisements Cu-Pb-Ag de l'unité d'Auriac-Massac</i>	223
3.3. Le traitement des minerais Cu-Ag-Pb : le site du Camp del Oliu (Corbières méridionales)	225
3.3.1. <i>Implantation et chronologie du site</i>	226
3.3.2. <i>Les déchets et résidus : présentation générale</i>	227
3.3.3. <i>Les déchets et résidus : observations et analyses chimiques</i>	228
Type 1 : scories vitreuses noires.....	228
Type 2 : scories vitreuses et cristallisées à patine beige/grise.....	231
Type 3 : scories à grandes inclusions minérales	235
Type 4 : résidus métalliques et/ou sulfurés base Cu	237
Type 5 : éléments base Pb.....	238
Type 6 : fragments de parois de structure en argile réfractaire.....	238
Type 7 : roches minéralisées.....	239
3.3.4. <i>Essai de caractérisation de l'activité</i>	239
Le traitement d'un minerai sulfuré de type cuivres gris.....	239
Traitement d'un minerai de plomb ou ajout de plomb ?.....	243
Une métallurgie de l'argent.....	245
Bilan intermédiaire	247
4. L'EXPLOITATION DES GISEMENTS DE FER DES CORBIÈRES	249
4.1. L'extraction des minerais	249
4.1.1. <i>Les ressources en fer : localisation et caractéristiques géologiques</i>	249
Amas de fer manganésifère (oxydes, hydroxydes et carbonates de fer)	250
Filons de sidérite à chapeau de fer (oxydes et hydroxydes).....	251
Chapeaux de fer (oxydes et hydroxydes) sur filons sulfurés	252
Dépôts sédimentaires (oxydes et hydroxydes de fer)	252
4.1.2. <i>Au cœur de l'activité minière antique : les mines du secteur de Lacamp</i>	253
Groupe du Monthaut	253
Groupe du plateau de Lacamp s. s.	255
Groupe du bassin supérieur de la Berre.....	259
4.1.3. <i>Chronologie et modalités d'exploitation des gisements de fer de Lacamp : premier bilan</i>	261
La difficulté de dater les travaux miniers	261
Stratégies d'exploitation des amas d'oxydes et hydroxydes de fer	263

4.2. Le paysage sidérurgique des Corbières.....	265
4.2.1. <i>La sidérurgie du plateau de Lacamp.....</i>	266
Plateau de Lacamp s.s.....	267
Groupe du bassin de Fourques.....	268
Groupe du bassin de la Berre.....	269
Groupe du bassin de Ségure.....	271
Groupe du bassin de La Valette.....	272
Groupe du bassin du Libre.....	272
4.2.2. <i>Une production diffuse.....</i>	273
4.3. La production de fer : chronologie, ampleur, techniques et organisation de l'activité	275
4.3.1. <i>La production de fer durant l'Antiquité : de petits sites de réduction dispersés.....</i>	275
Essai de hiérarchisation des sites de production.....	275
Bilan chronologique.....	278
4.3.2. <i>Les techniques de traitement.....</i>	281
Minerais et traitements minéralurgiques.....	282
Vestiges des structures de traitement.....	283
Modes d'évacuation de la scorie.....	284
Activités de post-réduction : premier aperçu.....	287
4.3.3. <i>L'organisation spatiale de la production.....</i>	289
Bilan intermédiaire.....	291
CONCLUSION DE LA PARTIE II.....	293
PARTIE III	
JALONS D'UNE HISTOIRE DE LA PRODUCTION DES MÉTAUX EN LANGUEDOC OCCIDENTAL DU DÉBUT DU SECOND ÂGE DU FER À LA FIN DE LA PÉRIODE ROMAINE.....	295
1. UN ESSOR DE LA PRODUCTION DES MÉTAUX ANTÉRIEUR A LA CONQUÊTE ROMAINE (III^{ÈME}-II^{ÈME} S. AV. N. E.)	296
1.1. De l'absence à l'invisibilité : la sidérurgie protohistorique.....	296
1.1.1. <i>Un paradoxe persistant.....</i>	296
1.1.2. <i>Une hypothèse difficile à défendre : l'importation de fer exogène.....</i>	296
1.1.3. <i>Un élément déterminant : les biais méthodologiques.....</i>	299
1.2. Le développement d'un marché des métaux non-ferreux en Languedoc occidental aux III^{ÈME}-II^{ÈME} s. av. n. è.	301
1.2.1. <i>Indices d'une mise en valeur des gisements non-ferreux languedociens au second âge du Fer : synthèse des données 301</i>	
1.2.2. <i>Un phénomène lié à l'essor de la valeur argent en Méditerranée nord-occidentale.....</i>	302
L'apparition d'un monnayage d'argent en Languedoc.....	302
Les gisements miniers languedociens et le marché de l'argent de la Méditerranée nord-occidentale.....	309
Un dernier éclairage sur l'importance prise par l'argent en Languedoc : le trésor des Tectosages.....	312
1.3. L'activité minière, témoin de l'évolution politique et économique du Languedoc occidental.....	314
Bilan intermédiaire.....	318
2. UN ESPACE DE PRODUCTION NARBONNAIS EN PLEINE ACTIVITÉ (FIN DU II^{ÈME} S. AV. N. È. - DÉBUT DU I^{ER} S. DE N. È.)	320

2.1. Un mouvement exploratoire généralisé des ressources minières du Languedoc occidental	320
2.1.1. <i>L'impact de la conquête romaine sur les ressources minières régionales : un phénomène à nuancer.....</i>	321
2.1.2. <i>La période augustéenne, un cap dans la production des métaux.....</i>	322
2.1.3. <i>Nature des productions et ampleur de l'activité.....</i>	325
2.2. Une double dynamique italienne et indigène.....	328
2.2.1. <i>Le poids de l'élément italien.....</i>	328
Narbonne, centre de consommation, pôle de redistribution, base d'exploration.....	328
Des Italiens dans l'arrière-pays languedocien.....	330
Les interventions italiennes dans les zones minières : de la puissante societas à la « petite » entreprise individuelle	334
2.2.2. <i>Une dynamique indigène.....</i>	342
Des acteurs indigènes dans la production métallique	342
La persistance des structures économiques indigènes.....	344
Bilan intermédiaire.....	350
3. LA PRODUCTION DES MÉTAUX AU HAUT-EMPIRE, UNE SITUATION CONTRASTÉE (I^{ER}-III^{ÈME} S.).....	353
3.1. Un arrêt de l'exploitation des gisements non-ferreux au I^{er} s. de n. è. ?	353
3.1.1. <i>Le constat</i>	353
3.1.2. <i>Des causes difficiles à déterminer.....</i>	354
3.2. L'exploitation des gisements de fer : vers une complexification des schémas de production	357
3.2.1. <i>Complexes sidérurgiques et petits ateliers</i>	357
3.2.2. <i>Les facteurs possibles de différenciation.....</i>	359
Un décalage chronologique	359
La variable environnementale	360
Le poids du peuplement et des autres activités économiques	361
Un cadre socio-juridique distinct.....	362
Bilan intermédiaire.....	365
4. LE BAS-EMPIRE, TEMPS DE RECOMPOSITIONS (IV^{ÈME}-V^{ÈME} S.).....	367
4.1. La fin de la production concentrée	367
4.2. Les facteurs de causalité : analyse critique de quelques hypothèses.....	367
4.2.1. <i>La concurrence d'autres centres de production.....</i>	367
4.2.2. <i>Un contexte économique défavorable.....</i>	369
4.2.3. <i>La poursuite d'une production sidérurgique dispersée.....</i>	372
Bilan intermédiaire.....	373
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	375
SOURCES	383
BIBLIOGRAPHIE.....	390
GLOSSAIRE	464
TABLE DES MATIÈRES.....	471
TABLE DES ILLUSTRATIONS DU VOLUME I	477
<i>Résumé de la thèse</i>	480
<i>Resumen de la tesis</i>	481

TABLE DES ILLUSTRATIONS DU VOLUME I

Fig. I-1 : localisation de la zone d'étude.....	10
Fig. I-2 : le Languedoc occidental, cadre physique.....	24
Fig. I-3 : le Languedoc occidental, cadre géologique.....	26
Fig. I-4 : carte de répartition des principaux gisements miniers du Languedoc occidental.....	29
Fig. I-5 : représentation simplifiée du processus d'altération supergène d'un gisement primaire (d'après D. Béziat).....	34
Fig. I-6 : la Méditerranée nord-occidentale aux VI ^{ème} -III ^{ème} s. av. n. è., localisation des principales agglomérations citées dans le texte.....	39
Fig. I-7 : la Méditerranée nord-occidentale au II ^{ème} s. av. n. è., localisation des principales agglomérations et des peuples cités dans le texte.....	42
Fig. I-8 : la Méditerranée nord-occidentale au I ^{er} s. av. n. è., localisation des principales agglomérations et des peuples cités dans le texte.....	45
Fig. I-9 : carte des cités de la Gaule narbonnaise au Haut-Empire (d'après Garcia 2002 : 99).....	48
Fig. I-10 : la chaîne opératoire de la sidérurgie ancienne (d'après V. Serneels, dans Mangin 2004 : 8).....	62
Fig. I-11 : typologie des bas-fourneaux basée sur le mode de séparation du fer et de la scorie (d'après Serneels 1998 : 16).....	64
Fig. I-12 : proposition de restitution des procédés de traitement des minerais de cuivre-argent (chalcopryrite et minéraux d'argent) et de plomb-argent (galène) à partir des vestiges découverts à la Loba (Espagne, période romaine) (d'après Domergue, Tollon 2002 : 77).....	65
Fig. I-13 : proposition de restitution du procédé de traitement de minerais polymétalliques type cuivres gris, à partir des vestiges découverts à Monte-Romero (Espagne, VII ^{ème} -VI ^{ème} s. av. n. è.) (d'après Kassianidou 2003 : 204).....	67
Fig. I-14 : datations ¹⁴ C réalisées sur des sites miniers et métallurgiques de la zone Dourdou-Orb (d'après Léchelon 2011 : 254).....	78
Fig. I-15 : proposition de classement des zones sidérurgiques antiques (Mangin <i>et al.</i> 1992 : 228-231).....	97
Fig. I-16 : synthèse de la typologie des entreprises de réduction directe proposée dans Pagès 2008 : 27-31... 98	
Fig. I-17 : représentation graphique de la typologie des entreprises de réduction directe proposée dans Pagès 2008 : 27-31.....	99
Fig. I-18 : tableau de synthèse des légendes et représentations figurées représentées sur les tessères de Lascours.....	103
Fig. I-19 : Proposition d'interprétation des légendes figurant sur les tessères de Lascours d'après Barroul, Gourdiolle 1982 : 90.....	104
Fig. I-20 : Proposition d'interprétation des légendes figurant sur les tessères de Lascours (d'après Gourdiolle, Landes 1998a : 61).....	104
Fig. I-21 : épitaphe du naviculaire Tib. Iunius Eudoxus mentionnant les « <i>ferrariae ripae dextrae</i> » (CIL XII : 4398, d'après Gayrud 1981 : 535).....	115
Fig. I-22 : localisation des zones d'études et des principaux secteurs abordés dans chacune d'entre elles... 123	
Fig. I-23 : les principaux types de vestiges recherchés.....	124
Fig. I-24 : carte d'occupation des sols (d'après Corine Land Cover 2006).....	129
Fig. I-25 : diagramme de répartition des terrains prospectés en fonction des formes d'occupation du sol. 130	
Fig. I-26 : liste des sondages réalisés dans les Corbières (2010-2012).....	131

Fig. I-27 : liste des documents cartographiques utilisés dans le projet SIG de la thèse.....	136
Fig. I-28 : types d'analyses réalisées sur les échantillons de déchets provenant du site du Camp del Oliu. ...	139
Fig. I-29 : programmes analytiques utilisés lors des analyses à la microsonde électronique.	140
Fig. I-30 : types d'analyses réalisées sur les échantillons de minerai provenant des mines du Sarrat de Germa.	141
Fig. I-31 : résultats d'analyse des teneurs en métaux réalisées sur des échantillons de minerai prélevés dans le réseau du Mourral de la Grave.....	145
Fig. I-32 : liste des datations ¹⁴ C réalisées au Mourral de la Grave, classées par niveaux (en mètres).....	156
Fig. I-33 : intervalles des datations ¹⁴ C réalisées dans l'ensemble de la mine des Barrencs (2009-2012).....	156
Fig. I-34 : Mourral de la Grave, dimensions des galeries relevées au PGSM (d'après E. Kammenthaler).....	162
Fig. I-35 : résultats de l'étude anthracologique préliminaire.	168
Fig. I-36 : principales étapes du processus de mise en place des gisements du Sarrat de Germa.....	184
Fig. I-37 : résultats d'analyse des teneurs en métaux réalisées sur des échantillons de minerai prélevés dans les travaux antiques du Sarrat de Germa.....	185
Fig. I-38 : tableau descriptif des différents tronçons de la galerie de La Canal.	215
Fig. I-39 : pente moyenne de la galerie de La Canal.	216
Fig. I-40 : Dimensions des sections de la galerie de La Canal.....	216
Fig. I-41 : répartition des différents types de scories à la surface du site du Camp del Oliu.	227
Fig. I-42 : type 1, valeurs minimales, maximales et médianes du verre (% _{mass} , MSE).....	229
Fig. I-43 : type 1, valeurs minimales, maximales et médianes des plages Pb du cœur des billes polyphasées (% _{mass} , MSE).	230
Fig. I-44 : type 1, valeurs minimales, maximales et médianes des plages Sb-As-Pb du cœur des billes polyphasées (% _{mass} , MSE).....	230
Fig. I-45 : type 1, valeurs minimales, maximales et médianes des plages Cu-Sb-As du cœur des billes polyphasées (% _{mass} , MSE).....	230
Fig. I-46 : type 1, valeurs minimales, maximales et médianes des plages PbS de la périphérie des billes polyphasées (% _{mass} , MSE).....	231
Fig. I-47 : type 1, valeurs minimales, maximales et médianes des plages Cu ₂ S à la périphérie des billes polyphasées (% _{mass} , MSE).....	231
Fig. I-48 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes du verre (% _{mass} , MSE).....	232
Fig. I-49 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des pyroxènes (% _{mass} , MSE).	232
Fig. I-50 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des feldspathoïdes lourds (% _{mass} , MSE).....	232
Fig. I-51 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes du verre ou silicates à Pb, Ba, Ca et Sb (% _{mass} , MSE).....	232
Fig. I-52 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des reliquats SiO ₂ dans la matrice (% _{mass} , MSE).	233
Fig. I-53 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des plages Pb du cœur des billes de plomb (1 ^{er} groupe) (% _{mass} , MSE).	233
Fig. I-54 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des plages (Cu, Fe) _{2-x} S de la périphérie des billes de plomb (1 ^{er} groupe) (% _{mass} , MSE).....	233
Fig. I-55 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des plages (Cu, Fe, Ag)S de la périphérie des billes de plomb (1 ^{er} groupe) (% _{mass} , MSE).....	233
Fig. I-56 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des plages métalliques Cu dans les inclusions à dominante Cu (2 ^{ème} groupe) (% _{mass} , MSE).....	234
Fig. I-57 : type 2, analyses des plages métalliques riches en Ag des inclusions à dominante Cu (2 ^{ème} groupe) (% _{mass} , MSE).	234
Fig. I-58 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des zones périphériques (Cu, Fe) _{2-x} S et Cu ₂ S des inclusions à dominante Cu (2 ^{ème} groupe) (% _{mass} , MSE).....	234
Fig. I-59 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des plages (Cu, Ag)S dans les inclusions à dominante Cu (2 ^{ème} groupe) (% _{mass} , MSE).....	234
Fig. I-60 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des plages PbS dans les symplectiques des	

inclusions sulfurées (3 ^{ème} groupe) (% _{mass} , MSE).....	235
Fig. I-61 : type 2, valeurs minimales, maximales et médianes des plages (Cu, Fe) _{2-xS} dans les symplectiques des inclusions sulfurées (3 ^{ème} groupe) (% _{mass} , MSE).	235
Fig. I-62 : type 3, valeurs minimales, maximales et médianes des silico-aluminates riches en Ba, Fe et K (% _{mass} , MSE).....	236
Fig. I-63 : valeurs médiane des verres des scories de types 1 et 2 (% _{mass} , MSE).	239
Fig. I-64 : valeurs médianes des plages PbS dans les symplectiques des scories de types 1 et 2 (% _{mass} , MSE).	240
Fig. I-65 : valeurs médianes des plages sulfurées base Cu dans les symplectiques des scories types 1 et 2 (% _{mass} , MSE).....	240
Fig. I-66 : composition des tétraédrites du secteur du Sarrat de Germa.....	242
Fig. I-67 : analyses des plages sulfurées PbS (galène ?) des inclusions CDO42-2 et CDO43-1 (% _{mass} , MSE).	244
Fig. I-68 : tableau récapitulatif du mobilier identifié dans l'emprise des mines du secteur de Lacamp (mobilier de surface).....	262
Fig. I-69 : répartition des sites et indices de traitement minéralurgique et de réduction du secteur de Lacamp (hors établissements modernes et contemporains dûment datés).....	266
Fig. I-70 : limites des groupes de sites et indices de traitement du secteur de Lacamp.....	267
Fig. I-71 : superficie des concentrations de scories de réduction des Corbières (en m ² , <i>n</i> 50).....	276
Fig. I-72 : classement des concentrations de scories de réduction des Corbières en fonction de leur superficie (nombre de sites par classe, <i>n</i> 50).....	276
Fig. I-73 : Niveau de fiabilité estimé de la chronologie des sites de réduction.....	279
Fig. I-74 : Datations ¹⁴ C de la zone minière Dourdou-Orb recouvrant <i>pro parte</i> le second âge du Fer.....	301
Fig. I-75 : drachmes de Rhodè, imitations de la drachme de Rhodè et drachmes à la croix (d'après Feugère, Py 2011).	303
Fig. I-76 : carte de répartition des découvertes d'imitations de la drachme de Rhodè réalisées en Languedoc (d'après Feugère, Py 2011 : 236).	304
Fig. I-77 : carte de répartition générale des découvertes de drachmes à la croix (Feugère, Py 2011 : 239)....	304
Fig. I-78 : carte de répartition des découvertes des drachmes à la croix du groupe « languedocien » (Feugère, Py 2011 : 246).	305
Fig. I-79 : carte de répartition des découvertes de drachmes à la croix du groupe « cubiste ».....	305
Fig. I-80 : obole au cheval retourné (argent), obole au bucrâne (argent) et grand bronze au taureau NERONKEN (d'après Feugère, Py 2011 : 306-309).....	306
Fig. I-81 : diagrammes de l'évolution quantitative comparée de la circulation monétaire à Lattes et dans son arrière-pays (région de Nîmes) (Py 2006 : 1169).....	307
Fig. I-82 : métiers attestés à Narbonne entre la fin du I ^{er} s. av. n. è. et la fin du I ^{er} s. de n. è. (d'après Bonsangue 2002 : 228).	329
Fig. I-83 : carte de répartition des découvertes de grands bronzes au taureau du groupe <i>Neronken</i> (d'après Feugère, Py 2011 : 309).	349
Fig. I-84 : secteur Dourdou-Orb, datations ¹⁴ C réalisées en contexte minier et métallurgique et couvrant le Haut-Empire.	354
Fig. I-85 : liste des sites de réduction de la Montagne Noire ayant livré des éléments de datation du Haut-Empire.	357

Résumé de la thèse

Centrée sur l'étude des activités visant à produire du métal (extraction et traitement des minerais), cette thèse cherche à mieux caractériser l'évolution de la production de métal (cuivre, plomb, argent, fer) entre le IV^{ème} s. av. n. è. et le V^{ème} s. de n. è. en Languedoc occidental (Aude, Hérault, Sud de l'Aveyron). Il s'agit en particulier de s'interroger sur la situation de l'économie minière au second âge du Fer et l'impact technique et socio-économique de la conquête romaine sur cette activité à partir de la fin du II^{ème} s. av. n. è. Cette thèse comprend trois volets. Dans un premier temps, une lecture critique des données recueillies depuis les années 1960-1970 par l'archéologie du métal apporte un nouvel éclairage sur les nombreux décalages engendrés par une documentation de qualité inégale. Elle montre la nécessité d'une nouvelle étude archéologique englobant deux des principales régions minières du Languedoc occidental, le versant sud de la Montagne Noire et les Corbières (Aude). Présentée dans un second volet, cette étude combine une approche extensive, reposant sur un large travail prospectif, et une analyse détaillée de plusieurs sites de production, faisant appel à l'archéométrie. Elle précise la chronologie et l'organisation des activités minières et métallurgiques, les modalités techniques d'exploitation des gisements et la nature des métaux produits. Dans un troisième volet, la mise en perspective de l'ensemble des résultats obtenus avec l'évolution économique et socio-politique du Languedoc occidental entre le IV^{ème} s. av. n. è. et le V^{ème} s. de n. è. permet de proposer un scénario global de l'histoire de l'économie minière dans l'espace considéré. Cette synthèse apporte en particulier des arguments décisifs en faveur de l'hypothèse d'un mouvement d'exploitation important des gisements de cuivre, plomb et argent aux IV^{ème}-II^{ème} s. av. n. è. Celui-ci serait impulsé par la dynamique que connaît le Languedoc occidental et plus largement la Méditerranée nord-occidentale à cette époque. En conclusion, ce travail ouvre de nouveaux horizons à l'archéologie du métal et plus généralement à l'histoire économique de la Méditerranée nord-occidentale au second âge du Fer et à l'époque romaine.

Mots-clefs

archéologie du métal, économie, extraction et traitement des minerais, fer, cuivre, plomb, argent, second âge du Fer, période romaine, Languedoc occidental, Corbières, Montagne Noire.

Resumen de la tesis

Centrada en las actividades que conciernen a la obtención de metales (extracción y tratamiento posterior de los minerales), esta tesis doctoral pretende caracterizar mejor la evolución de los procedimientos de producción de metales (cobre, plomo, plata, hierro) en el Languedoc occidental (Aude, Hérault y sur de Aveyron) durante el periodo comprendido entre los siglos IV a. C y V d. C. Se trata, especialmente, de analizar la situación de la economía minera durante la segunda edad de hierro y el impacto técnico y socio-económico de la conquista romana sobre dicha actividad a partir de final del siglo II a. C. Esta tesis incluye tres partes. En primer lugar, una lectura crítica de los datos recogidos por la arqueología de los metales en la década 1960-1970, aporta un nuevo enfoque a los desajustes generados por una documentación de desigual calidad. La constatación de estos desajustes muestra la necesidad de un nuevo estudio arqueológico que englobe a dos de las principales regiones mineras del Languedoc occidental: la vertiente sur de la Montagne Noire y los Corbières (Aude). Presentado en una segunda parte, este estudio combina un enfoque extensivo, que se apoya en un amplio trabajo prospectivo, y un análisis detallado de varios emplazamientos, recurriendo a métodos de arqueometría. En ella se concretan mejor la cronología y la organización de las actividades mineras y metalúrgicas, las modalidades técnicas de explotación de los yacimientos y los diferentes metales producidos. En la tercera parte, la observación panorámica del conjunto de los resultados obtenidos, junto a la evolución económica y socio-política del Languedoc occidental entre los mencionados siglos IV a. C. y V d. C. permite proponer un escenario global de la historia de la economía minera de esta región durante el periodo de tiempo considerado. En particular, esta síntesis aporta argumentos decisivos a la hipótesis de un importante movimiento de explotación de los yacimientos de cobre, plomo y plata en los siglos IV - II a. C., el cual se vería impulsado por la dinámica que conoció en aquella época el Languedoc occidental y, más ampliamente, el Mediterráneo norte-occidental. En conclusión, este trabajo abre nuevos horizontes para la arqueología de los metales y, más generalmente, para la historia económica del Mediterráneo norte-occidental en la segunda edad de hierro y en la época romana.

Palabras clave

arqueometalúrgia, economía, mina, extracción y tratamiento de los minerales, hierro, cobre, plomo, plata, segunda edad de hierro, periodo romano, Languedoc occidental, Corbières, Montagne Noire.