



HAL
open science

Quelles étaient les matières colorantes rouges accessibles durant le Paléolithique entre le sud de l'Ardèche et le nord du Gard ?

Hélène Salomon, C. Chanteraud, Aurélie Chassin de Kergommeaux, Fayçal Soufi, Wafaa Bouits, Jean-Victor Pradeau, Julien Monney, Emilie Chalmin

► To cite this version:

Hélène Salomon, C. Chanteraud, Aurélie Chassin de Kergommeaux, Fayçal Soufi, Wafaa Bouits, et al.. Quelles étaient les matières colorantes rouges accessibles durant le Paléolithique entre le sud de l'Ardèche et le nord du Gard ?. 2023, pp.36-46. hal-04287345

HAL Id: hal-04287345

<https://hal.science/hal-04287345v1>

Submitted on 23 Nov 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.

Quelles étaient les matières colorantes rouges accessibles durant le Paléolithique entre le sud de l'Ardèche et le nord du Gard ?

Hélène Salomon, Claire Chanteraud, Aurélie Chassin de Kergommeaux, Fayçal Soufi, Wafaa Bouits, Jean-Victor Pradeau, Julien Monney, Emilie Chalmin

helene.salomon@univ-smb.fr

Résumé

Communément utilisées durant le Paléolithique supérieur (entre environ 40000 et 12000 ans avant nos jours), les matières ferrifères colorantes sont découvertes dans de nombreux contextes archéologiques, qu'il s'agisse de sites ornés ou de sites d'habitat. Ces restes d'activités humaines, utilisés en marquant les parois rocheuses mais aussi dans les activités quotidiennes, témoignent des sélections de matières premières opérées parmi les nombreuses ressources alors disponibles. Les ressources en roches ferrifères du secteur des gorges de l'Ardèche ont été répertoriées et documentées pour les comparer aux vestiges archéologiques. La diversité de contextes de formation (hydrothermal, sédimentaire marin et continental, altération) en fait des matières aux caractéristiques pétrographiques bien distinctes qui étaient accessibles dans un espace géographique resserré autour des gorges de l'Ardèche durant le Paléolithique supérieur.

Mots-clefs : Paléolithique supérieur ; roches ferrifères ; Ardèche ; Gard

Introduction

Les matières colorantes utilisées durant la Paléolithique sont fréquemment mises au jour sur les sites qui ont enregistré les traces de fréquentations humaines. Les objectifs de leurs exploitations restent peu connus de même que les critères de sélection des ressources. Celles-ci pouvaient faire l'objet d'une sélection exigeante au cours de laquelle seuls certains faciès d'une formation géologique étaient collectés (Mathis et al. 2014) ou témoignant du transport sur de longues distances de certaines matières (Chalmin et al. 2006). Les gorges de l'Ardèche concentrent de nombreux sites archéologiques témoignant de la fréquentation des grottes, d'abris et d'installations en plein air par des populations humaines durant le Paléolithique (au moins 200000 ans avant nos jours jusque vers 12000 ans avant nos jours). Les passages et installations de ces populations ont laissé des traces, parfois discrètes et d'autres fois magistrales, sur les parois des grottes et abris sous roche et dans les sédiments qui contiennent les restes de fréquentations. Les parois de la grotte Chauvet-Pont-d'Arc, de la grotte de la Tête de Lion, de la grotte d'Oulen et de la grotte aux Points par exemple, sont nombreuses à être ornées de dessins, peintures et traces réalisées avec des matières riches en oxyde de fer rouge et plus rarement en oxyhydroxydes de fer jaune (goethite), souvent appelées ocre ou limonite (Monney 2012 ; Feruglio et al. 2020). De telles matières ont aussi été utilisées sur des sites d'habitat, comme à l'abri des Pêcheurs ou à la Rouvière (Chanteraud 2020 et observation des auteurs). Pour appréhender les choix opérés durant le Paléolithique supérieur et les espaces minéraux connus et parcourus, nous avons entrepris de documenter les ressources riches en oxy(hydroxy)des de fer dans les environs des gorges de l'Ardèche, qui feront l'objet de cet article. La diversité des matières concernées est importante dans cet espace géographique restreint, comprenant des minéralisations hydrothermales, des calcaires altérés, des profils d'altérations de diverses roches, et enfin de nombreux débris roulés dans les alluvions. La matériauthèque ainsi constituée, appelée *Pigmentoθήque*, comprend essentiellement une sélection non exhaustive d'échantillons retenus

pour rendre compte de la diversité des terrains géologiques mettant à l'affleurement des matières au pouvoir colorant avéré qui peuvent servir à la comparaison des ressources échantillonnées et des vestiges archéologiques.

Méthodes

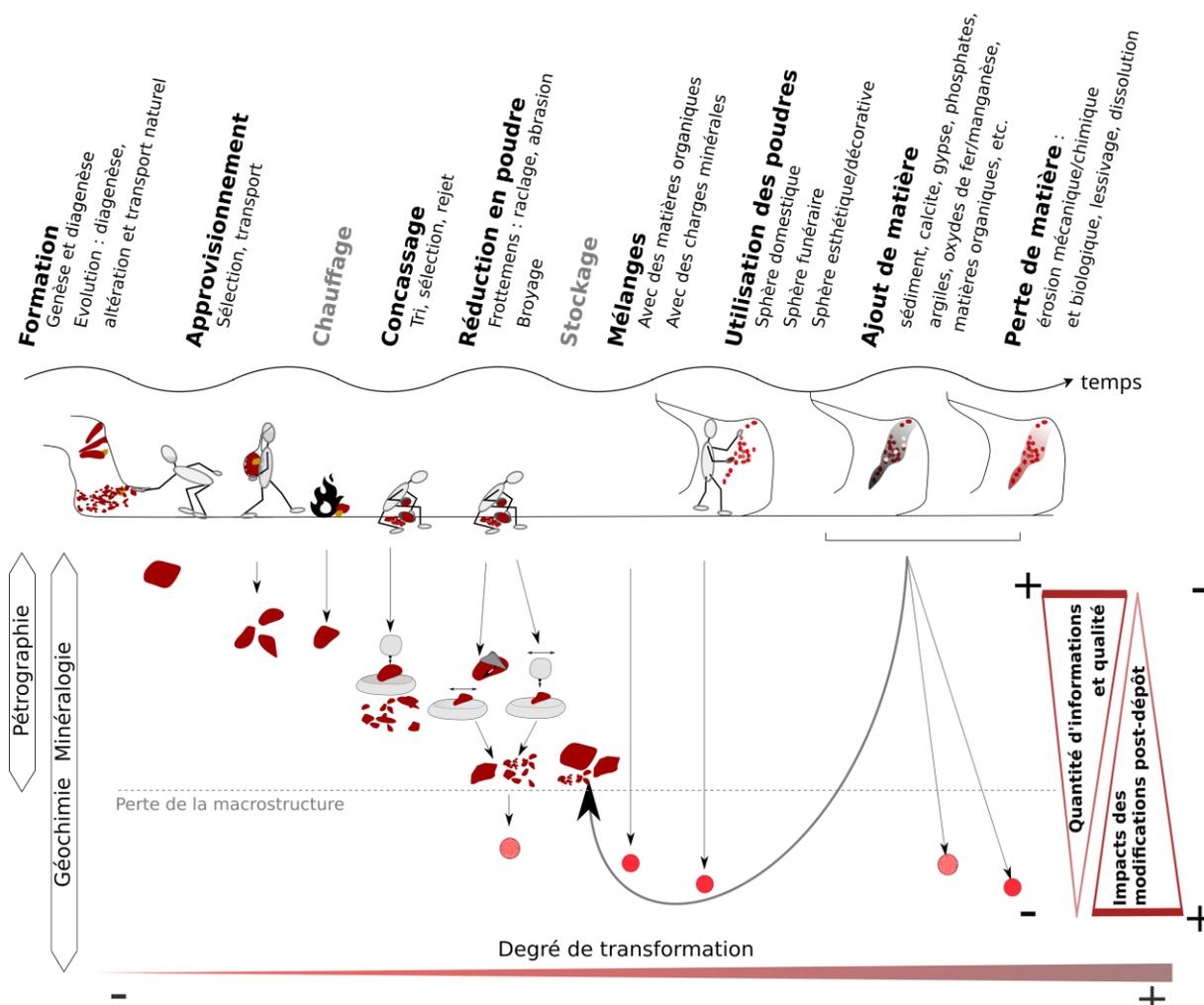


Figure 1 : Schéma récapitulatif des méthodes d'analyse, des chaînes opératoires, des évolutions des matières colorantes, des modifications qu'elles ont enregistrées et des pertes d'information. DAO : H. Salomon.

La sélection des sites à prospector repose en premier lieu sur une recherche documentaire. Elle s'appuie principalement sur les sources du BRGM (cartes géologiques, notices, mémoires et rapports), les archives minières et les ouvrages monographiques (Dumas 1876) auxquelles sont croisées différentes sources d'information telles que la toponymie, les observations des terrains le long des routes avec Google Street View et les observations des photos aériennes et satellites à différentes époques mises à disposition par l'IGN (Géoportail et remonterletemps.ign.fr). Cet ensemble de documents permet de définir les lieux à prospector.

Les principes fondamentaux de l'échantillonnage reposent sur l'enregistrement des points d'échantillonnage en renseignant les lithologies présentes. Au moment de l'enregistrement, les coordonnées GPS du point d'échantillonnage sont documentées parallèlement à une localisation sur une carte du BRGM au 1:50000^{ème} et une carte IGN au 1:25000^{ème}. La couche géologique dans laquelle les prélèvements sont réalisés est systématiquement renseignée. Les informations

environnementales sont aussi détaillées pour apporter des éléments de compréhension du contexte des découvertes. Ainsi, la position topographique des affleurements est-elle indiquée (fond de vallée, flanc de colline-pentes, plateau). Les conditions de récolte des échantillons sont indiquées à savoir si les matières sont accessibles en position primaire (dans leur formation d'origine), sub-primaire (à proximité immédiate de leur formation d'origine et toujours en relation avec cette dernière comme un éboulis de la roche d'origine), secondaire (issu d'une formation disparue après transport, en particulier dans les alluvions), la roche encaissante, son âge, le type de récolte (sélective ou systématique), la taille des modules récoltés. Nous indiquons aussi si ces matières ont été remaniées par des activités humaines (éléments de maçonnerie, haldes) ou mises au jour par des activités humaines (mines, percement de routes ou tranchées, exploitations souterraines). La variabilité verticale et horizontale des matières mises à l'affleurement est documentée par un échantillonnage systématique accompagné de la description et d'une couverture photographique des différentes lithologies présentes.

L'approche analytique prend en compte les considérations patrimoniales (peu de modifications des objets archéologiques autorisées pour la réalisation des analyses). Cette approche est aussi construite en prenant en compte la compréhension des différentes étapes de transformation susceptibles d'avoir été mises en œuvre pour l'utilisation des matières ferrifères au cours du Paléolithique : à savoir le chauffage, la réduction en poudre, le mélange avec d'autres matières et leur application sur des supports. Le degré de transformation des matières durant le Paléolithique induit une perte d'information concernant la matière première utilisée. La figure 1 schématise les liens existants entre les méthodes nécessaires pour accéder à ces différents degrés d'information en fonction des étapes de transformation. Elle représente l'évolution des matières exploitées avant et après leur utilisation et au cours de leur exploitation.

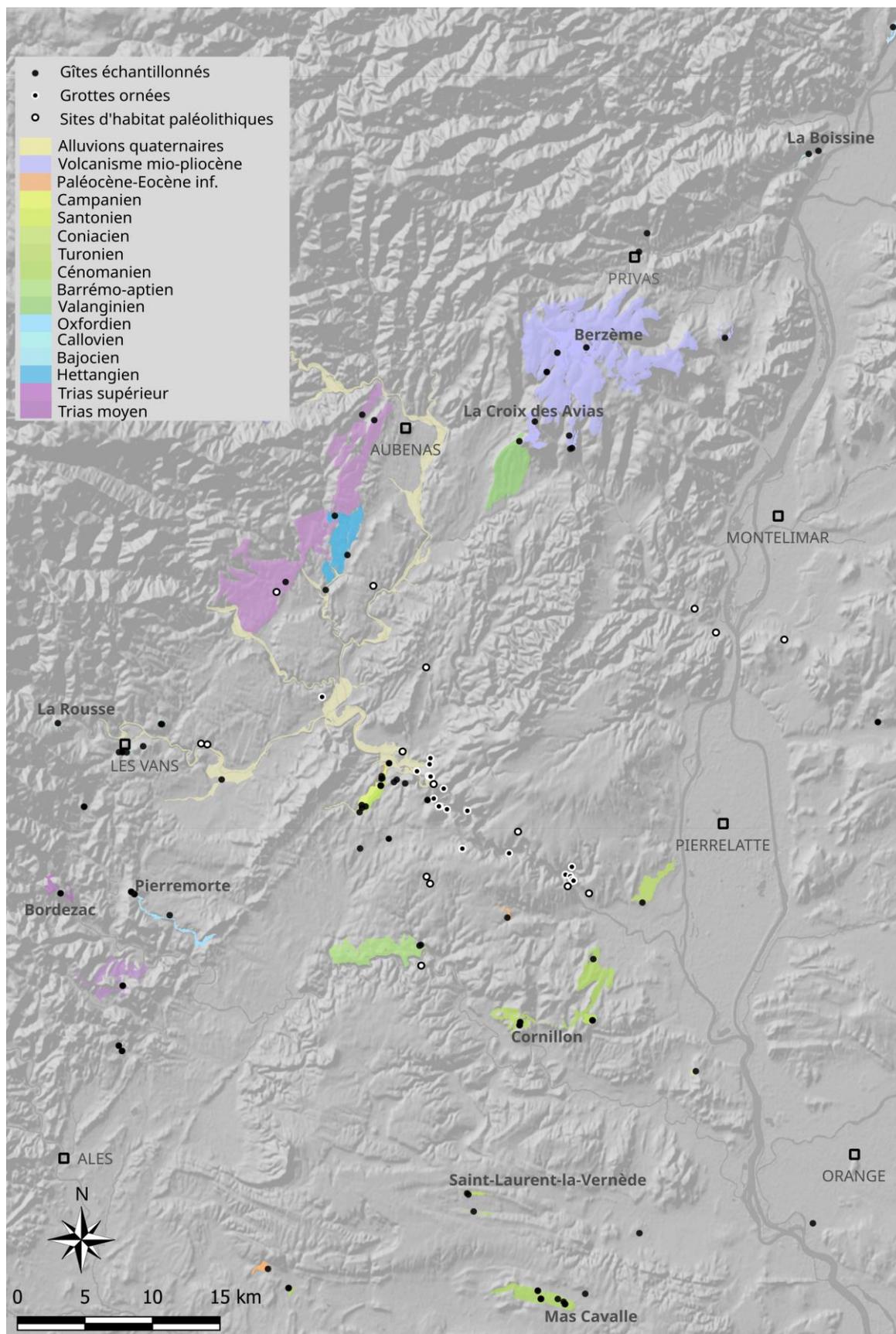


Figure 2 : Carte du sud de l'Ardèche et du nord du Gard représentant les formations et les gîtes échantillonnés. International Chronostratigraphic Chart : v 2022/10, MNT : IGN, couches géologiques : BRGM. Réalisation : A. Chassin de Kergommeaux et H. Salomon.

Les grandes catégories de matières ferrifères et une sélection d'exemples issus du Gard et de l'Ardèche (figure 2)

Les formations riches en fer peuvent être classées en trois grands types fondés sur les mécanismes à l'origine de la concentration en fer :

1/ Les formations sédimentaires dans lesquelles le fer s'est déposé en même temps que le sédiment ou a été mobilisé lors de la diagenèse (Denayer 2016 ; Jébrak & Marcoux 2008 ; Rossi & Gasquet 2014). Il s'agit des fers rubanés (Banded-Iron Formation BIF, Précambrien), des marnes, argilites, siltites et grès ferrugineux : formations sédimentaires continentales ou marines rouges ou jaunes (principalement formées au Paléozoïque supérieur, au Mésozoïque inférieur et au Cénozoïque supérieur). Dans le secteur de Saint-Florent-sur-Auzonnet, les marno-calcaires du Keuper (Trias supérieur) présentent des strates de marnes rouges et jaunes irisées. Les oolithes ferrugineuses, ou minerais de fer oolithique, sont des roches sédimentaires marines, parfois lacustres, typiquement d'âge phanérozoïque contenant du fer issu de l'altération continentale (Cornell & Schwertmann 2003 ; Denayer 2016 ; Dreesen et al. 2016). Elles sont signalées sur les cartes géologiques d'Ardèche et du Gard, mais les affleurements ont souvent été effacés du paysage par les exploitations minières (Cayeux 1909) : dans l'Aalénien (à Naves et Folcheran ; Elmi et al. 1989), le Toarcien (Paillère, Saint-Etienne-de-Fontbellon, Les Chiffraux, Riou Petit ; Elmi 1967), dans la série calcaréo-gréseuse du Toarcien-Aalénien (Avelas ; Cayeux 1909) et Bajocien (Privas ; Thierry et al. 2014).

Dans le secteur des Vans, les calcaires à entroques du Bajocien à La Rousse sont rouges lie-de-vin. L'imprégnation ferrugineuse est presque totale, passant de bancs enrichis en glauconie à des bancs imprégnés de fer plus ou moins oxydés (riches en oxyhydroxydes jaunes ou en oxydes de fer rouge). La roche est principalement composée de fragments de crinoïdes accompagnés de bioclastes inégalement ferruginisés (bryozoaires, radioles d'échinides, bivalves, brachiopodes), de foraminifères et de rares grains de quartz (Elmi et al. 1989). Les fossiles montrent des traces de bioturbation, notamment avec la présence de remplissages de terriers par les oxydes et oxyhydroxydes de fer et des encroûtements ferrugineux (figure 3).

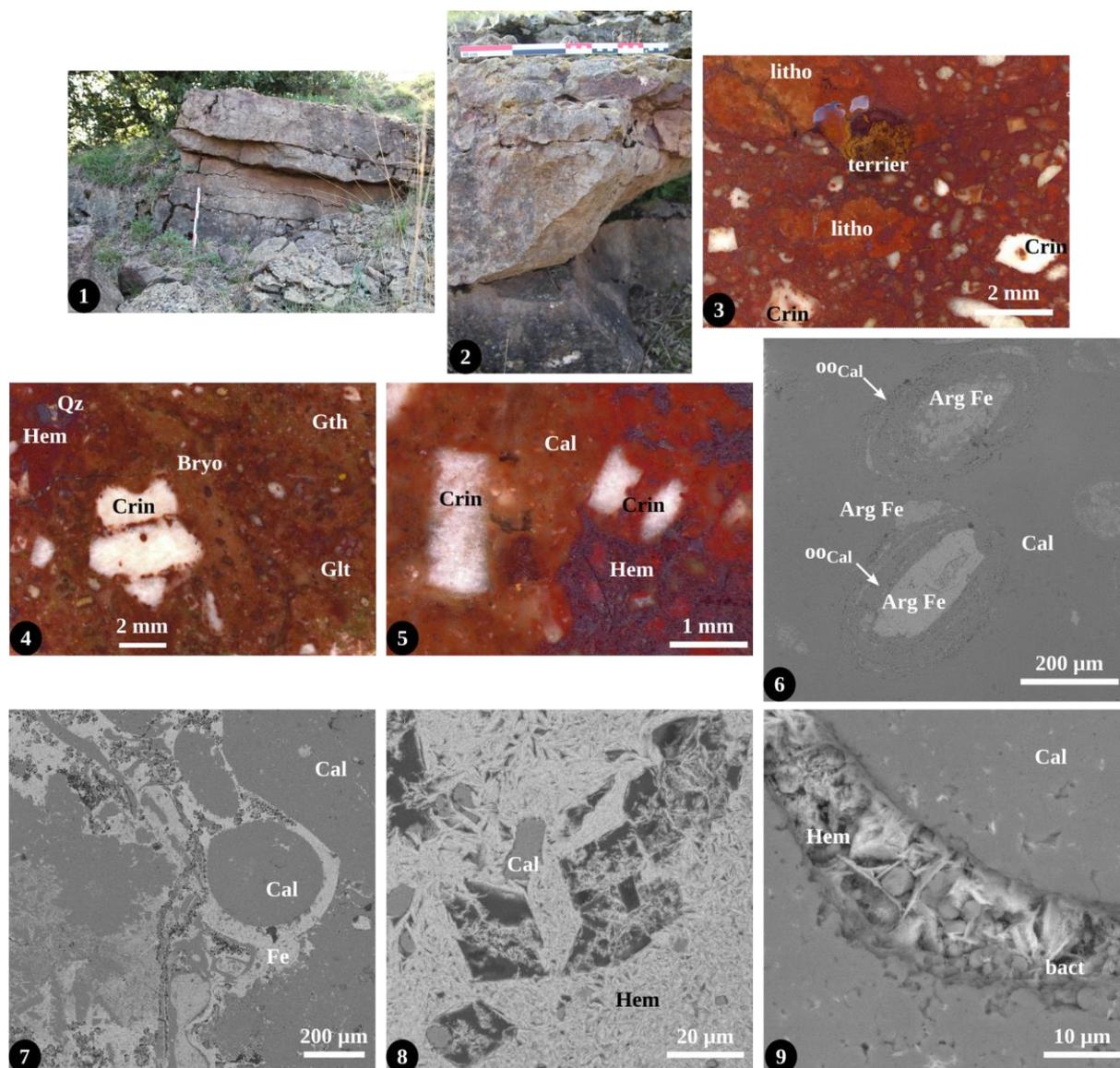


Figure 3 : (1-2) Carrière de La Rousse (Gravières). Front de taille de la carrière de calcaire à entroques ferruginisé. Bancs riches en hématite. (3-4) Coupe polie du faciès principalement riche en hématite : Calcaire à entroques (Crin), bryozoaires (Bryo), échinodermes, foraminifères, présence de lithoclastes calcaire, de grains de quartz, d'oolithes, figure de bioturbation (terrier ferrugineux). Le calcaire (calcite : Cal) est partiellement ferruginisé par l'hématite (Hem), la goéthite (Gth) et la glauconite (Glt). (6-9) Microscopie électronique à balayage, image en électrons rétrodiffusés : (6) Oolithes à cortex calcitique (ooCal) autour d'un nucléus d'argile ferrugineuse (Arg Fe), (7) Terrier ferruginisé (Fe) dans le calcaire (Cal), (8) Fantômes de minéral (sombre) conservé par l'hématite (Hem) et grains de calcite (Cal), (9) Ferruginisation (Hem) autour d'une entroque (Cal) avec colonie de bactéries ferro-oxydantes (bact). Photographies et DAO H. Salomon.

2/ Les formations riches en fer associées à des minéralisations correspondent à un remplissage de fracture ouverte (diaclyse, faille...) par des minéraux précipités à partir de fluides aqueux chauds (filon hydrothermal), même si les dépôts syndiagenétiques peuvent être stratiformes. Le fer y est souvent associé aux Pb, Zn, Ag, Sb, Ba, Au, Cu... (Blot 2002 ; Jébrak & Marcoux 2008 ; Kholodov et al. 2012 ; Rossi & Gasquet 2014). Les gîtes sont de faible extension géographique et leur localisation sur les cartes géologiques n'est pas systématique sauf en cas d'exploitation minière bien documentée. C'est alors la matière extraite, plutôt que la composition minéralogique du corps métallogénique qui est indiquée. Les oxydes de fer peuvent aussi imprégner la roche à plus ou moins grande échelle par percolation ou diffusion (métasomatose). Le fer peut soit

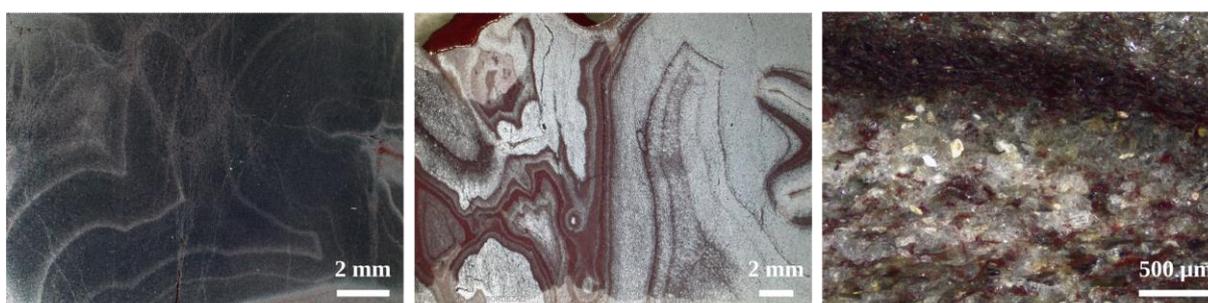
provenir d'apports, soit de minéraux préexistants dans la roche encaissante (Jébrak & Marcoux 2008).

BORDEZAC (GARD)

Pigmentoθήque : PIG_0160

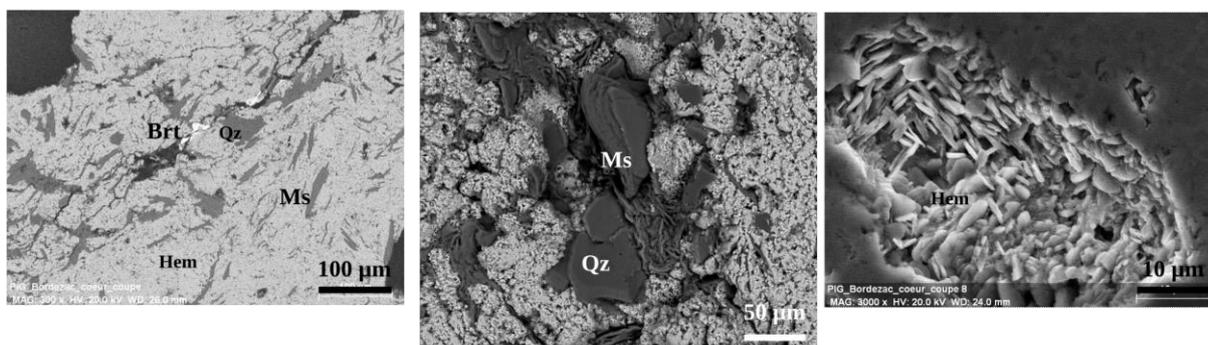


Veines hydrothermales d'hématite (flèches) dans le grès arkosique du Trias bréchifié.



Coupe polie dans le cœur de la veine montrant une texture collomorphe à bandes de croissance alternant des bandes principalement composées d'hématite (noires ou métalliques) et des bandes plus riches en débris de la roche encaissante (quartz, mica, monazite).

Aux épontes, l'hématite (rouge) imprègne la roche encaissante (quartz transparent et micas gris verdâtre).



MEB-BSE : Coupe polie du cœur d'une veine d'hématite montrant les muscovites plus ou moins altérées (Ms) et les grains de quartz (Qz) du substrat (sombres) entourés de micro-cristaux d'hématite (clairs). Présence de sulfate de baryum (Brt). Les cristaux d'hématite forment des plaquettes hexagonales de 1 à 2 µm (Hem).

Figure 4 : (1-3) Gîte : Veines hydrothermales d'hématite (flèches) dans le grès arkosique du Trias bréchifié. (4-6) Coupes polies dans le cœur de la veine, en lumière naturelle, montrant (4-5) une texture collomorphe à bandes de croissance alternant des bandes principalement composées d'hématite (noires ou métalliques) et des bandes plus riches en débris de la roche encaissante (quartz, mica, monazite). (6) Aux épontes, l'hématite (rouge sombre) imprègne la roche encaissante (quartz transparent et micas gris verdâtre). (7-9) Microscope électronique à balayage : (7-8) images en électrons rétrodiffusés (BSE) : muscovites plus ou moins altérées (Ms) et les grains de quartz (Qz) du substrat (sombres) entourés de micro-cristaux d'hématite (clairs). Présence de sulfate de baryum (Brt). (9) Image en électrons secondaires (SE) : les cristaux d'hématite forment des plaquettes hexagonales de 1 à 2 µm (Hem). Photographies et DAO H. Salomon.

Un exemple de minéralisation filonienne est donné par l'hématite de Bordezac qui a pris place dans les « grès inférieurs » du Trias inférieur ou moyen (Elmi 1967). Dans le secteur de Bordezac, cette formation détritique est définie par des grès peu cohérents, des argilites gréseuses ou noires et des grès carbonatés. À Bordezac, les minéralisations de fer et de barytine ont fait l'objet d'exploitations minières qui ont laissé des traces dans le paysage. On peut encore apprécier des affleurements de grès micacé au sein desquels des petits filons d'hématite se sont déployés (figure 4).

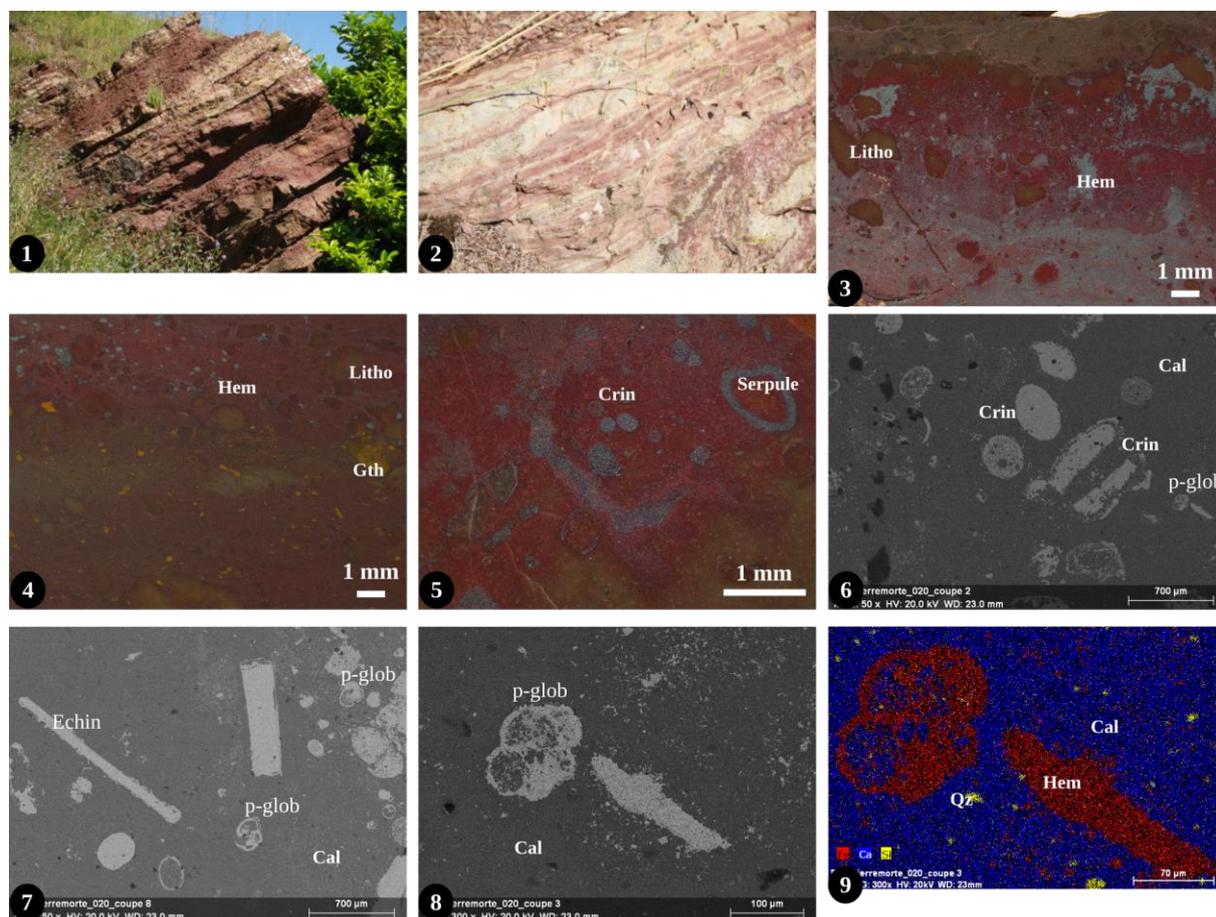


Figure 5 : (1-2) Gîte : Filons stratiformes d'hématite en alternance avec les calcaires grumeleux et banc calcaire partiellement imprégné d'hématite. (3-5) Coupes polies dans un banc calcaire imprégné, en lumière naturelle. (6-9) Microscopie électronique à balayage : (6-8) images en électrons rétrodiffusés (BSE), (9) cartographie élémentaire mettant en évidence la concentration de fer en remplacement des bioclastes (rouge), la présence de grains de quartz (jaunes) et la matrice calcaire (bleue). Photographies et DAO H. Salomon.

À Pierremorte (Courry), les calcaires grumeleux compacts à *Ochetoceras canaliculatum* de l'Oxfordien moyen-supérieur sont transformés par l'hématite qui s'est substituée au matériau d'origine dans deux principaux bancs. Ces calcaires présentent un microfaciès de *mudstone* à radiolaires, protoglobigérines, échinodermes, ostracodes, *Globochaete* et pelloïdes (Elmi et al. 1989). L'imprégnation du calcaire affecte en particulier les fossiles, souvent intégralement épigénisés par l'hématite et plus rarement par la goéthite. Le fer a été exploité, mais des affleurements sont encore visibles le long de la faille de Ganière (Figure 5).

3/ Les roches où le fer est concentré par l'altération météorique de la roche préexistante sont nombreuses. Ces modifications laissent place à des formations constituées de superpositions d'horizons lessivés et d'horizons plus ou moins enrichis en fer, avec des cuirasses ou ferricrètes

(ou croûtes) indurées riches en fer, des horizons à pisolithes et lithoclastes ferrugineux, des horizons argilo-ferrugineux et des horizons mobilisant des fragments de roche mère altérés.

De Salavas à Nîmes, sur la frange orientale des Cévennes, de nombreux terrains créacés présentent des profils d'altération plus ou moins évolués du Valanginien au Campanien (Figure 2). Ces altérations en domaine continental et sous climat tropical ont pris place à plusieurs moments depuis le Cénomaniens (Parron et Triat 1977). En effet, durant le Crétacé supérieur, plusieurs épisodes détritiques, marqués par l'apport de matériaux issus du Massif central, témoignent des régressions : Cénomaniens inférieur, Turonien supérieur et Santonien inférieur. Les différents épisodes d'altération ont affecté tant les terrains calcaires (Barrémo-aptien), les calcaires argileux parfois gréseux et glauconieux (Cénomaniens) que les marnes (Valanginien) plus ou moins sableuses (Coniacien). Les profils résultants montrent l'influence continentale variable formant un gradient des calcaires gréseux aux sables et grès (Turonien, Coniacien, Santonien), parfois glauconieux (Turonien, Coniacien). Enfin, les dépôts continentaux du Campanien remanient des éléments d'altération des niveaux antérieurs, qui ont pu, à leur tour, être altérés comme à Salavas (Pascal et al. 1989 ; Damiani et al. 1980). Les croûtes ferrugineuses formées dans les terrains cénomaniens de Saint-Laurent-la-Vernède (Berger et al. 1978) et de Mas Cavalle (Damiani 1967) présentent ainsi des caractéristiques héritées (figure 6). Ces grès ferrugineux se distinguent par leur granulométrie, par leur porosité, mais aussi par la morphologie et la distribution des grains de quartz.

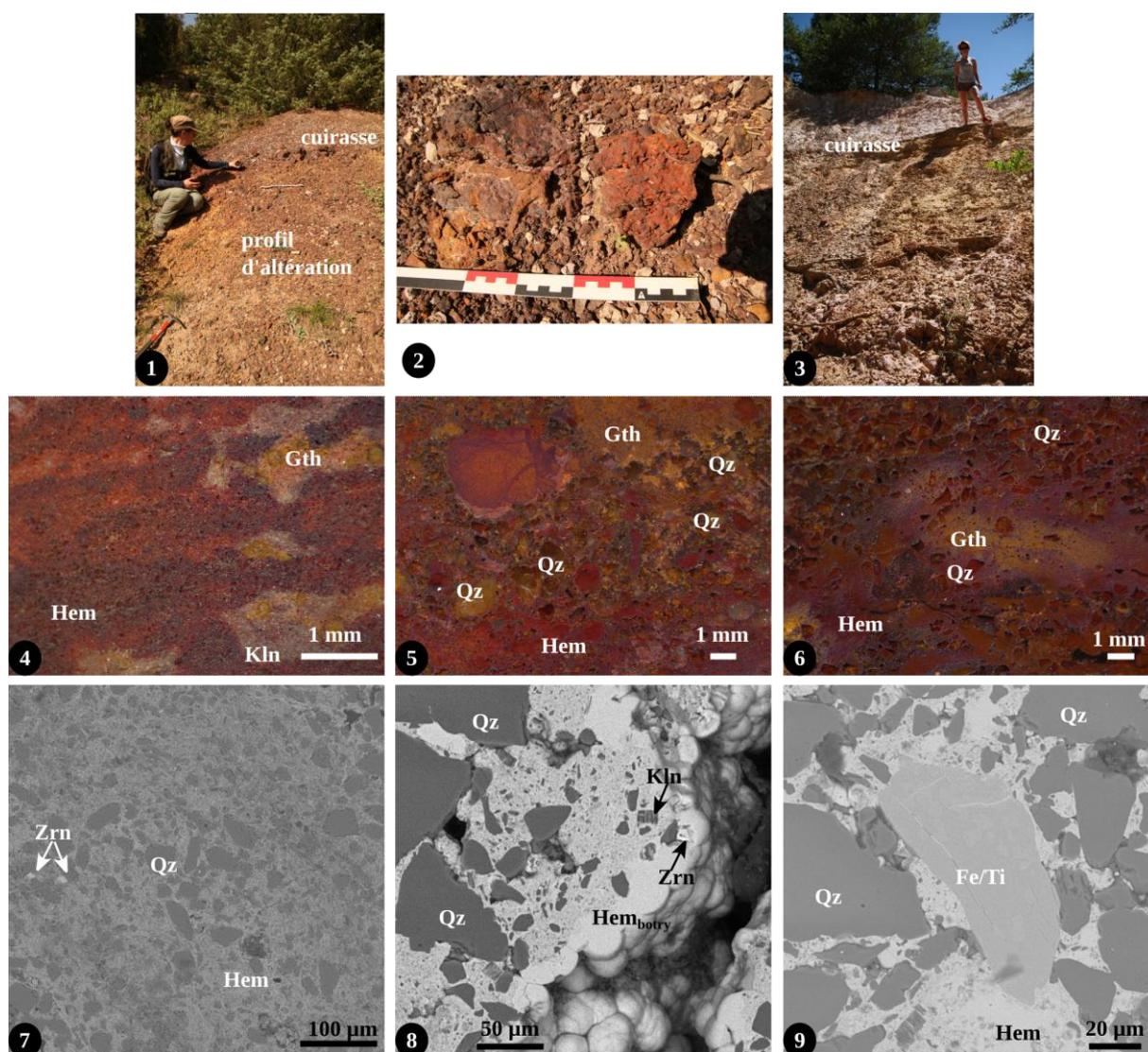


Figure 6 : (1-2) Gîte de Mas Cavalle (Cénomaniens inférieur), avec la cuirasse partiellement détruite et le profil d'altération de sables argileux et ferrugineux sous la cuirasse. (3) Gîte de Saint-Laurent-la-Vernède (Cénomaniens inférieur, ancienne carrière d'ocre) montrant la cuirasse sombre surmontant les horizons lessivés essentiellement composés de sable et de kaolinite. (4-6) Coupes polies : (4) de la croûte de Mas Cavalle : 40 % de quartz anguleux et sub-anguleux < 100 µm liés par l'hématite (Hem) et remplissages de pores par la kaolinite (Kln) et la goéthite (Gth), et (5-6) de la croûte de Saint-Laurent-la-Vernède : 50% de quartz (Qz) roulés, distribution bimodale (taille des grains comprise entre 1 mm et 100 µm), ciment ferrugineux (hématite - Hem - et goéthite - Gth), présence de terriers remplis d'oxydes de fer et de débris de quartz anguleux. (7-9) Mas Cavalle, Microscopie électronique à balayage, imagerie en électrons rétrodiffusés (BSE) : (7-8) Quartz (Qz) et zircon (Zrn) corrodés dans un ciment hématitique mal cristallisé, (8) présence de chapelets de kaolinite (Kln) et (9) de grains émoussés de ferro-titané zoné (Fe/Ti : plus riche en fer dans les zones claires). (8) Dans les porosités, l'hématite montre une croissance botryoïdale (Hem_{botry}). Photographies et DAO H. Salomon.

Les altérites formées sur des matériaux volcaniques forment des matières colorantes ferrugineuses à la couleur rouge éclatante. Les gisements sont peu épais (quelques dizaines de centimètres d'épaisseur et d'extension limitée, pourtant ils marquent le paysage par leur couleur vive. Ces niveaux d'altération sont constitués de matière argileuse plus ou moins homogène, fine et compacte. Il s'agit de paléosols résultant de l'altération plus ou moins poussée d'appareils stromboliens comme à la Croix des Avias (Camus & Kieffer 1980) et à Baras (figure 7).

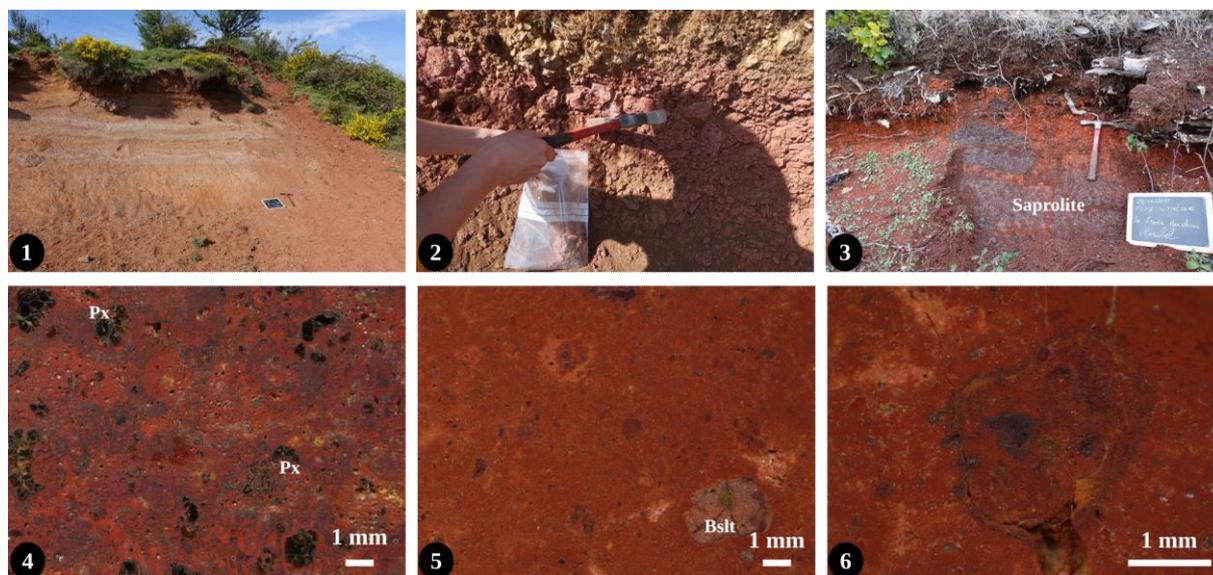


Figure 7 : Profil d'altération de matériaux volcaniques à (1-2) Baras : cendres altérées et (3) La Croix des Avias : basalte avec développement d'un sol. (4-6) Coupes polies de matériaux volcanique des Coirons altérés. (4) Baras : Matériau argilo-ferrugineux contenant des pyroxènes plus ou moins dégradés montrant des fractures et la colonisation par les oxydes de fer. (5-6) Paléosol formé sur le basalte des Coirons montrant des reliques de basalte très érodées par l'érosion biochimique (5) et des fantômes de basalte remplacés par des oxydes de fer (6). Photographies et DAO H. Salomon.

Pour compléter cet aperçu des roches ferrifères du nord du Gard et du sud de l'Ardèche, nous finirons par mentionner les apports de grès ferrugineux que l'on retrouve dans les terrains formés par une sédimentation à forte influence continentale, lors des phases de régression mentionnées précédemment, auxquelles s'ajoutent des terrains de l'Éocène ancien-moyen, apparaissant de manière discontinue dans des pièges topographiques. Ces formations renferment des argiles rouges et des sables auxquels se mêlent de nombreux galets de grès ferrugineux et des pisolithes ferrugineux d'aspect scoriacé (Labastide-de-Virac, Salavas, Orgnac-l'Aven, Le Garne). Le matériel ferrugineux suffisamment résistant pour être transporté dans le réseau hydrographique se retrouve dans les terrasses alluviales des affluents de l'Ardèche (Rieussec) et du Gardon (Russan), puis dans les terrasses de ces deux rivières (Combe d'Arc).

Conclusion

Les ressources de matières colorantes ferrifères sont nombreuses et diverses dans le secteur des gorges de l'Ardèche. Néanmoins, elles affleurent ponctuellement et leur accès demande une bonne connaissance du paysage minéral. Leurs caractéristiques géologiques, macroscopiques et physico-chimiques ont ainsi pu orienter les choix passés pour exploiter certaines d'entre elles. Ces nombreuses ressources présentent, par ailleurs, des caractéristiques pétrographiques bien reconnaissables et suffisamment tranchées pour permettre des comparaisons pertinentes avec les vestiges archéologiques mis au jour sur les sites fréquentés durant le Paléolithique supérieur. Deux collections de matières colorantes exploitées au Paléolithique supérieur ont été étudiées : celle de l'arbi des Pêcheurs (Berrias et Casteljalou) et la collection mise au jour dans les sédiments qui se trouvent sous le porche de la grotte aux Points (Aiguèze). Ces assembles de vestiges sont dominés par la présence de matières rouges très fines et tendres, riches en hématites et minéraux argileux et contenant de manière inégale des phyllosilicates verts (glauconite ou céladonite). En l'état d'avancement de nos prospections, aucune référence ne correspond à ces matières colorantes. Les fouilles archéologiques en cours (Mas d'Aiguilhon, abri du Maras) et les prospections de matières premières apportent annuellement de nouveaux éclairages sur les modalités de gestion de ces ressources au cours du Paléolithique. La collection d'échantillons géologiques, hébergée au laboratoire EDyTeM, peut ainsi servir de référentiel dans les études de provenance des ressources ferrifères exploitées durant la Préhistoire.

Remerciements

Nous avons le plaisir d'exprimer ici notre amicale reconnaissance aux nombreuses contributrices et aux nombreux contributeurs qui nous ont guidés dans la recherche d'archives, d'affleurements et d'échantillons depuis 2016 : Frédéric Bazile, Guillaume Bocaccio, Eva Fabro, Margot Demanges, Magali Rossi, Dominique Gasquet, Gilles Ménard, Kim Genuite, Neri Garnier, Thierry Montecinos, Patricia Guillermin, Mathilde Waymels. Nous remercions Karim Gernigon et Laure Devillard au SRA et l'AVDPA pour leur accompagnement scientifique et administratif du PCR Pigmentoθήque. Ce projet a reçu le soutien du Ministère de la Culture et de la Communication (DRAC Auvergne-Rhône-Alpes), de l'université Savoie Mont Blanc et du CNRS.

Liste de références bibliographiques

- Blot A.** (2002). Signification des ferruginisations des formations néoprotérozoïques du Nord-Burkina Faso (Afrique de l'Ouest). *Comptes Rendus Geosciences*, 334(12), 909-915.
- Berger, G., Lefebvre, A., Turc, R., Gras, H., & Poidevin, J. L.** (1978). Notice explicative de la feuille d'Alès n°912 de la carte géologique de la France à 1/50 000. Orléans : BRGM, 58 p.
- Camus G. & Kieffer G.** (1980). Les couches rouges ("red partings") du Massif volcanique des Coirons (Ardèche, France). *Géologie Méditerranéenne*. 7(2). Géologie générale, 193-197.
- Cayeux L.** (1909). Les minerais de fer oolithique de France. Fascicule 2 : minerais de fer secondaire. Etudes de gîtes minéraux de la France. Ministère des travaux publics, Imprimerie nationale, Paris.

Chalmin E., Vignaud C., Salomon H., Farges F., Susini J., & Menu M. (2006). Minerals discovered in paleolithic black pigments by transmission electron microscopy and micro-X-ray absorption near-edge structure. *Applied Physics A*, 83(2), 213-218.

Chanteraud C. (2020). Provenance des matières colorantes dans le contexte des grottes ornées des Gorges de l'Ardèche. Stratégie d'approvisionnement et liens culturels au Paléolithique supérieur : le cas de la grotte aux Points (Aiguèze, Gard, France). Thèse Université Savoie Mont Blanc. 254 p. + annexes.

Cornell R. M. & Schwertmann U. (2003). The iron oxides: structure, properties, reactions, occurrences and uses. John Wiley & Sons.

Damiani L., Masse J.-P., Philip J., Tronchetti G., Triat J.-M., Truc G., Vogt J., Bazile F., Humbert S., Anglada R., Bois J.-J. (1980). Notice explicative de la feuille de Pont-Saint-Esprit n°913 de la carte géologique de la France à 1/50000. Orléans : BRGM, 42 p.

Damiani L. (1967). Notice explicative de la feuille d'Uzès n°939 de la carte géologique de la France à 1/50000. Orléans : BRGM, 12 p.

Denayer J. (2016). Iron ores of Southern Belgium: much more than hematite. *In: C. Billard, D. Bosquet, R. Dreesen, E. Goemaere, C. Hamon, I. Jadin, H. Salomon & X. Savary (eds), About hematite. Procurement and transformation during Recent Prehistory. Proceedings of the international Round Table, 7-8/02/2013, Namur (Jambes). Anthropologica et Praehistorica*, 39-49.

Dreesen R., Savary X. & Goemaere E. (2016). Definition, classification and microfacies characteristics of oolitic ironstones, used in the manufacturing of red ochre-a comparative petrographical analysis of Palaeozoic samples from France, Belgium and Germany. *In: C. Billard, D. Bosquet, R. Dreesen, E. Goemaere, C. Hamon, I. Jadin, H. Salomon & X. Savary (eds), About Haematite. Procurement and transformation during Recent Prehistory. Proceedings of the international Round Table, 7-8/02/2013, Namur (Jambes). Anthropologica et Praehistorica*, 7-8.

Dumas E. (1876). *Statistique géologique, minéralogique, métallurgique et paléontologique du département du Gard*. Paris et Nîmes, 735 p., 48 fig., 9 pl.

Elmi S., Brouder P., Berger G., Gras H., Busnardo R., Berard P., Vauterelle C. (1989). Notice explicative de la feuille de Bessèges n°888 de la carte géologique de la France à 1/50 000. Orléans : BRGM, 115 p.

Elmi S. (1967). Le Lias supérieur et le Jurassique moyen de l'Ardèche. *Documents des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon*, 19, 1-845.

Feruglio V., Aujoulat N., Baffier D., Bourdier C., Clottes J., Debard É., Ferrier C., Fritz C., Konik S., Lafon-Pham D., Laval É., Menu M., Pomiès M.-P., Salomon H., Tosello G., Vignaud C. (2020). Analyse des pigments et traces colorées, *Atlas de la grotte Chauvet-Pont d'Arc*, premier volume de la Monographie de la grotte Chauvet-Pont d'Arc, Documents d'archéologie française (dAf).

Jébrak M. & Marcoux É. (2008) – *Géologie des ressources minérales*. Ministère des ressources naturelles et de la faune, Québec, 668 p.

Kholodov V. N., Nedumov R. I. & Golubovskaya E. V. (2012). Facies Types of Sedimentary Iron Ore Deposits and Their Geochemical Features: Communication 1. Facies Groups of Sedimentary Ores, Their Lithology, and Genesis. *Lithology and Mineral Resources*, 47(6), 447-472.

Mathis F., Bodu P., Dubreuil O. & Salomon H. (2014). PIXE identification of the provenance of ferruginous rocks used by Neanderthals, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 331, 275-279.

Monney J. (2012). Et si d'un paysage l'on contait le passé. Tissu de sens et grottes ornées le long des gorges de l'Ardèche. *Collection EDYTEM. Cahiers de géographie*, 13(1), 21-42.

Parron C. et Triat J.-M. (1977). Nouvelles conceptions sur le Crétacé supérieur du Gard. Répercussions sur la stratigraphie, la paléogéographie et la tectonique de la découverte de trois phases d'altération continentale. *Revue de Géologie Dynamique et de Géographie Physique*. Paris, 19(3), 241-250.

Pascal M., Lafarge D., Chedhomme J. & Glintzboeckel C. (1989). Notice explicative de la feuille de Bourg-Saint-Andéol n°889 de la carte géologique de la France à 1/50 000. Orléans : BRGM, 68 p.

Rossi M. & Gasquet D. (2014). Panorama géologique des exploitations minières dans les Alpes françaises. *Collection EDYTEM. Cahiers de géographie*, 17(1), 23-40.

Thierry J., Marignac C., Ledru P., Reboulet S., Dagain J., Naud G., Roger J., Laumonier B. & Vernhet Y. (2014). Notice explicative de la feuille de Privas n°841 de la carte géologique de la France à 1/50 000. Orléans : BRGM, 188 p.

Fonctions des auteurs

Hélène Salomon : chargée de recherche CNRS, Laboratoire EDYTEM, UMR5204, CNRS, 5 bd de la Mer Caspienne, F-73376 Le Bourget du Lac cedex.

Claire Chanteraud : post-doctorante au MU Reactor Research Center, 1513 Research Park Drive, US-65201 Columbia MO

Aurélien Chassin de Kergommeaux : doctorante, Laboratoire EDYTEM, UMR5204, USMB-CNRS, 5 bd de la Mer Caspienne, F-73376 Le Bourget du Lac cedex

Fayçal Soufi : litholamelleur, USMB, Laboratoire EDYTEM, UMR5204, CNRS, 5 bd de la Mer Caspienne, F-73376 Le Bourget du Lac cedex.

Wafaa Bouits : litholamelleuse, ANR Color-Sources, Laboratoire EDYTEM, UMR5204, CNRS, 5 bd de la Mer Caspienne, F-73376 Le Bourget du Lac cedex.

Jean-Victor Pradeau : chercheur bénévole, Rue Jean-Louis de Bons 9, CH-1006 Lausanne.

Julien Monney : chercheur associé, Laboratoire EDYTEM, UMR5204, CNRS, 5 bd de la Mer Caspienne, F-73376 Le Bourget du Lac cedex.

Emilie Chalmin : enseignante-chercheuse, Laboratoire EDYTEM, USMB, UMR5204, 5 bd de la Mer Caspienne, F-73376 Le Bourget du Lac cedex.