HAL
open science

L'eau et les mines au Moyen Âge : Ennemies at alliées

Marie-Christine Bailly-Maître

▶ **To cite this version:**

Marie-Christine Bailly-Maître. L'eau et les mines au Moyen Âge : Ennemies at alliées. Ruralia V, Water management in medieval rural economy. Les usages de l'eau en milieu rural au Moyen Âge, Sep 2003, Lyon, France. pp.34-42. hal-03311292

HAL Id: hal-03311292

https://hal.science/hal-03311292v1

Submitted on 3 Aug 2021

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.

L'eau et les mines au Moyen Âge: Ennemies et alliées

Water and mines in the Middle Ages: Enemies and allies

Das Wasser in der Bergwerken des Mittelalters: Verbündeter und Feind

Marie-Christine Bailly-Maître

Les rapports de l'eau et des mines ont connu, au fil des siècles, une histoire mouvementée, faite d'intérêt et de crainte; dans tous les cas d'une volonté de maîtrise.

Dans un contexte minier et métallurgique, l'eau peut être souterraine ou circuler en surface, elle peut être une nuisance ou, au contraire, une alliée dans le déroulement des activités. Quelle que soit la situation, on peut affirmer que l'eau a toujours excité l'ingéniosité des hommes.

Ce sont ces deux volets indissociables d'une même histoire qui composent le corps de cet article, à partir de données fournies par les textes, l'iconographie et l'archéologie. Le propos sera étayé par des exemples archéologiques pris sur les sites que j'étudie, dans le sud de la France et au Moyen Âge, sans se priver pour autant de quelques incursions dans des zones plus septentrionales et pour des périodes plus récentes comme les Temps Modernes.

1. L'eau, ennemie des mineurs

L'eau est ce que le mineur exècre le plus (Paulus Niavis – 1490)

L'eau souterraine est un fléau contre lequel les mineurs ont sans cesse lutté. D'une façon générale, dès qu'il s'enfonce sous terre, sauf dans les régions connaissant une sècheresse endémique, l'homme rencontre de l'eau.

Elle a plusieurs origines. Il peut s'agir de véritables rivières, dans les systèmes karstiques; il peut s'agir de résurgences, de pertes; il peut s'agir aussi de simples ruissellements sur les parois des galeries, etc.

L'objectif des mineurs est alors de limiter au maximum les nuisances. Selon les situations et les époques, les réponses apportées sont différentes, du plus rudimentaire, avec une récupération manuelle de l'eau, au plus évolué avec l'emploi de pompes à bras, puis de pompes hydrauliques aux Temps Modernes. Toutes ces solutions ont des coûts et des limites et les inondations entraînent la fermeture de nombreuses exploitations médiévales. Les archives apportent un éclairage sur les difficultés rencontrées par les mineurs, et sur l'implication des seigneurs dans la prise en charge financière des dépenses occasionnées par les travaux d'exhaure.

1.1. L'eau, cause de dépenses et de fermeture

Les sources documentaires montrent, tout à la fois, l'ampleur du problème et sa prise en compte par les exploitants et la puissance publique.

Ainsi à Ceilhes et Rocozels (Hérault), des mines d'argent sont exploitées au XIIIe siècle. Un document de 1221 indique que les seigneurs de Ceilhes prélèvent 1/10e des «terres mineuses» pour le minerai extrait «au-dessus» de l'eau, et seulement 1/17e pour les cas où les coûts d'exploitation sont plus élevés en raison de l'exhaure (*Bonami 1977*, p. 92–105).

Le district minier d'Hierle, centré autour du bourg de Saint-Laurent-le-Minier (Gard), conserve de nombreux vestiges archéologiques d'un passé minier médiéval prospère. Un texte apporte un éclairage unique sur cette activité. Il s'agit d'une charte, rédigée à la demande des «argentiers» du district, et signée à Ganges par le seigneur de Sauve et Anduze, Pierre Bermond, en 1227. Cette charte contient six articles en latin, accordant de grandes libertés aux argentiers; plus exceptionnel est le rappel, en fin d'acte, d'un véritable code minier rédigé au XIIe siècle, voire à la fin du XIe siècle (*Bailly-Maître 1990*, p. 61–71). Ce manuel pratique, composé de onze articles, prévoit que celui qui fore une galerie de drainage pour égoutter les travaux supérieurs recevra en dédommagement le 1/10e du produit des chantiers qui bénéficient de la galerie d'exhaure (*Bailly-Maître 2002*, 264 p.).

Le cas du site de Brandes (Huez-Isère) est assez exemplaire, et les sources écrites permettent de suivre dans le détail la crise qui provoque la fermeture de l'entreprise. Cette mine d'argent, située dans les Alpes à 1800 m d'altitude, est exploitée entre le milieu du XIIe et le milieu du XIVe siècle, en partie au profit du Dauphin, le Comte d'Albon. Un procès, dont les actes sont conservés pour les années 1313(20)–1337, montre la mine en pleine crise, pour cause d'inondation.[1] Le Dauphin Jean II intervient comme acteur principal. Par le biais de son châtelain, il commandite à Guigues Radulphi, entrepreneur à Besse (paroisse proche de Brandes), une tranchée ou galerie, pour évacuer l'eau de la mine *...reyam facere et crosos ipsium eccolare...* Cette *...reya seu viagium ...* comme la désigne la prorogation du contrat en 1322, doit rejoindre les cros de l'argenterie de Brandes ... *viagium usque ad crosos*

[1] ADI B3333.

argenteriae de Brandis...[2]... Elle atteint, au 1er août 1323, une longueur provisoire de 159 toises, soit selon la toise dauphinoise, 325 m. Mais l'entrepreneur ne parvient pas à mener à bien son ouvrage en raison de la dureté de la roche; en huit ans, deux nouvelles équipes lui succèdent, en vain. Les actes du procès mentionnent que le coût de l'intervention du premier opérateur était de 900 livres, alors que d'après les comptes de la châtellenie d'Oisans, la mine rapporte déjà très peu.[3] Seul le seigneur peut assumer la dépense de travaux onéreux, de longue haleine, mais d'intérêt général. Différents documents postérieurs à cet épisode témoignent que la mine ne fonctionne plus. Une enquête diligentée en 1339 par le Dauphin Humbert II, en vue de la vente du Dauphiné au Pape, signale qu'à Brandes ... *plures crosos minarium argenti noviter propter aquarum diluvia fuerunt foramina clausa et occupata...*[4] Une visite pastorale de 1455 évoque ... *obstantibus tamen diversis ac sinistris eventibus que in dicta parocchia evenerunt...*[5]

La situation est comparable à la mine de cuivre argentifère de Pampailly, dans le Lyonnais. Lorsque le roi reprend la mine de Jacques Cœur, après saisie des biens de ce dernier, en 1450, il fait remettre en état les chantiers, et en premier lieu, entreprendre le percement d'une galerie, «le grand voyage du Vernay» afin de régler les problèmes liés à l'exhaure. Le Journal du Procureur Dauvet mentionne que l'évacuation *des eaux estoit chose moult sumptueuse* (*Mollat 1952*, p. 287 ou *Benoit 1997*). Pour cela, le roi fait appel à un topographe de Nuremberg, Claus Smermant, qui creuse une galerie de 380 m de longueur, totalement dans le stérile, qui aboutit de façon spectaculaire sur le filon minéralisé (*Benoit 1997*). Cet exemple illustre à la fois les compétences des topographes du Moyen Âge, mais aussi la priorité que constitue l'assèchement des chantiers souterrains, quel qu'en soit le coût.

Même si l'abondance des eaux souterraines n'entraîne pas la ruine de l'entreprise minière, les frais occasionnés par l'exhaure grèvent lourdement le budget. Ainsi, dans les années 1527/1529, les parsonniers des mines de La Croix en Lorraine demandent-ils une aide financière au duc de Lorraine pour tirer l'eau, car l'opération nécessitait un personnel nombreux (*Hesse 1968*, p. 355). La réalisation de ces travaux d'intérêt général pouvait occasionner des difficultés pratiques, qui s'ajoutaient au simple problème du coût. Pour creuser une galerie d'exhaure, il était parfois nécessaire de traverser plusieurs chantiers appartenant à des équipes différentes, provoquant des tensions entre les exploitants. Pour pallier la difficulté, il arrivait que des seigneurs prennent à leur charge l'opération. Ainsi l'évêque de Strasbourg s'était-il réservé, par une convention datée de 1491, le droit d'entretenir les galeries d'écoulement dans les mines de Richenperk (*Hesse 1968*, p. 324).

[2] ADI B3333, f°5 v° et 6.
[3] ADI VIII B 31.
[4] ADI enquête delphinale B3120, f°62.
[5] ADI 4G257, f°77.

1.2. Les réponses au problème de l'eau au travers de l'iconographie et de l'archéologie

On l'a dit plus haut, selon les situations et les époques, les réponses apportées sont différentes, des plus rudimentaires aux plus évoluées: aménagement de rigoles en parois, percement de galerie d'exhaure, récupération des eaux à l'aide de cuveaux remontés en surface par des puits, puis mise en place de pompes à bras et enfin de pompes hydrauliques. C'est ce que l'on va tenter de montrer grâce à deux sources principales: l'iconographie et des exemples archéologiques bien datés.

L'iconographie minière concerne principalement les débuts des Temps Modernes, et essentiellement ce que l'on appelle alors «la grande province germanique». En effet, les XVe et XVIe siècles voient la publication de plusieurs documents ayant trait au fait des mines et de la métallurgie. Deux principaux ouvrages paraissent en 1556. Il s'agit du *De Re Metallica* de *Giorgius Agricola* (*1556*) et du *Schwazerbergbuch* (*1556*), ouvrage commandé par Jacob Fugger qui fait exploiter à son profit les mines de Schwaz. En 1540, le vénitien Vanoccio Biringuccio publie un traité intitulé *De la Pirotecnia* (*Biringuccio 1540*). Tous abordent et illustrent la question de l'épuisement des eaux souterraines, mais aussi l'utilisation de l'eau de façon positive, comme on le verra plus loin. Avant cela, des sources plus ponctuelles et plus imagées renseignent sur la question. Il s'agit du Graduel de Kutná Hora, qui montre le travail minier et métallurgique dans l'une des plus riches mines d'argent de Bohême (1490) – (*Husa – Petráň – Šubrtová s.d.*); du Graduel de Saint Dié (vers 1530) qui représente le carreau d'une mine en Lorraine (*L'Art et les mines dans les Vosges 1982*); et enfin, vingt-cinq planches dessinées par Henrich Gross mettant en scène La Rouge Myne de Sainct Nicolas à La Croix-aux-Mines dans les Vosges (vers 1530) – (*Brugerolles et al. 1992*).

Pour les périodes plus anciennes, et pour des aires plus méridionales, seule l'archéologie renseigne. Pour cela, quelques sites bien datés et étudiés depuis de nombreuses années permettent de saisir les différents dispositifs mis en œuvre, et parfois même l'évolution dans le temps des techniques d'exhaure.

1.2.1. L'exhaure manuelle

L'exhaure manuelle est la plus simple à organiser, mais elle est aussi très coûteuse en personnel et peu efficace pour les grands réseaux.

Alors que pour l'Antiquité la vis d'Archimède est utilisée dans les mines de la péninsule Ibérique (*Domergue 1990*) ainsi qu'en Limousin[6] et que des norias fonctionnent, ces équipements ne sont pas attestés pour le Moyen Âge.

[6] Information de Béatrice Cauuet; les restes d'une vis d'Archimède auraient été trouvés lors de la réouverture des aurières de la Haute-Vienne exploitées avant la colonisation romaine. Remontés dans une pelle mécanique avant l'intervention de l'archéologue, ces vestiges n'ont pas pu être réellement identifiés. Lire: L'or dans l'Antiquité: de la mine à l'objet, Aquitania, suppl. 9, 1999, 492 p.

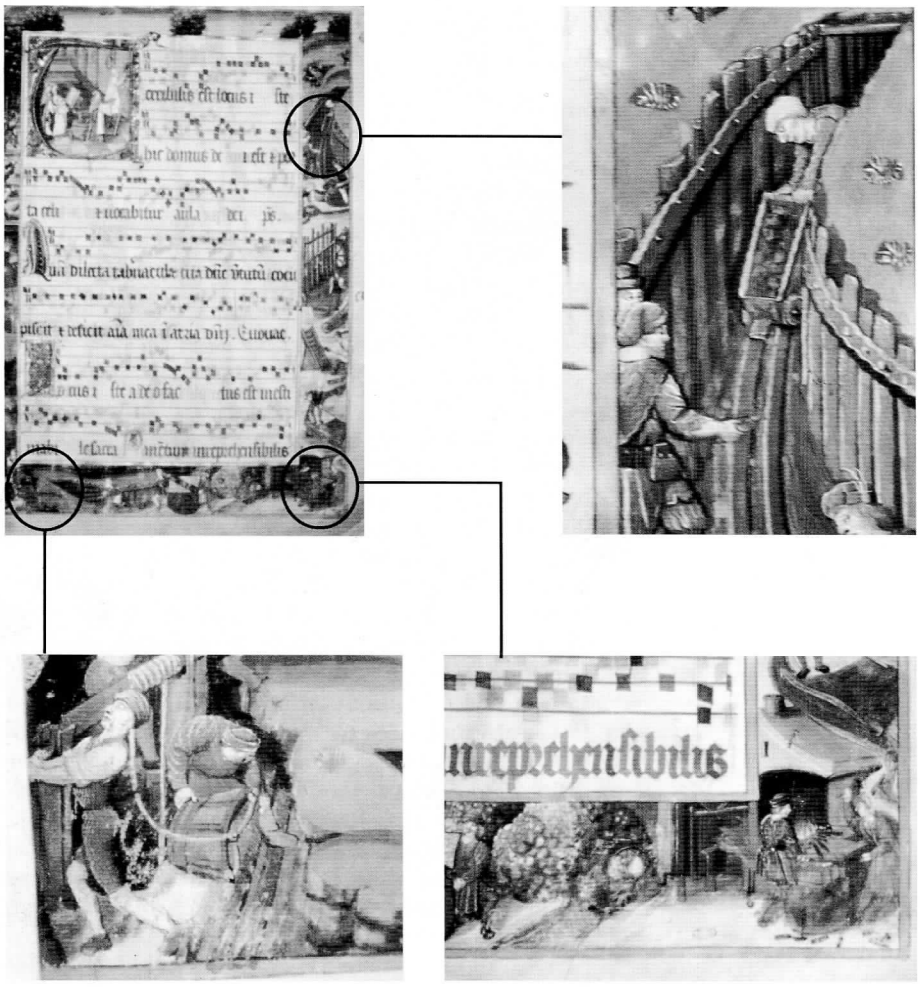

Fig. 1. *Graduel de Saint Dié (1530): Vue d'ensemble du document et détails d'un travers banc servant à l'exhaure et à la circulation, de l'exhaure manuelle avec puits/treuil/cuveau et d'une forge hydraulique sur le carreau de la mine. Cliché IRHT.*

On peut penser que, dans la plupart des réseaux miniers, les hommes transportaient l'eau dans des outres ou des cuveaux qu'ils remontaient grâce à des puits étagés jusqu'au jour (*fig. 1*). À Pampailly, lorsque le Procureur Dauvet arrive, les mineurs épuisaient l'eau à l'aide de la seilhe et du barral hissés par des treuils. On ignore la contenance de ces récipients. Le coût était très important pour l'entreprise: fabrication et entretien des récipients, des treuils, des chaînes, manœuvres pour actionner les treuils, etc... Paul Benoit estime à plusieurs centaines de livres le coût de l'exhaure à Pampailly avant le percement du grand voyage du Vernay. Un personnel spécialisé semble d'ailleurs attaché à cette fonction: les comptes de l'exploitation mentionnent des manœuvres appelés «plongjons» uniquement chargés de l'exhaure (*Rendu 1983*, n°4, p. 59–95).

Deux siècles auparavant, à Brandes, la situation doit être identique. Plusieurs douelles de tonneaux ont été retrouvées au pied d'un puits cuvelé dont la tête était équipée d'un treuil (*fig. 2*). À la fin du XVe siècle, le Graduel de Kutná Hora montre comment les manutentionnaires hissaient du minerai au sommet des puits, mais peut-être aussi de l'eau (*fig. 3*).

Le percement d'une galerie d'écoulement, ou encore galerie d'exhaure, permettait de remplacer une partie du travail humain par un écoulement naturel de l'eau par simple gravité. Le plus souvent, galerie d'exhaure et travers-bancs empruntaient le même chemin (*fig. 1*). Théoriquement, un travers-banc est une galerie creusée dans le stérile (ce qui la différencie des travaux d'abattage du minerai) qui sert à la circulation horizontale, à l'aération des chantiers (circulation d'air), mais qui souvent collecte et évacue vers l'extérieur les eaux nuisibles. Cette amélioration technique est mise en place très tôt dans les chantiers qui le permettent topographiquement. Sur le terrain, l'archéologie donne une réalité physique aux différents dispositifs mis en place.

1.2.2. Le quadrillage de l'espace par des travers-bancs et des puits

La mise en place d'une telle organisation suppose une véritable gestion de l'espace souterrain. Paradoxalement, à Kutná Hora (Bohême), cette gestion n'apparaît pas dans le registre consacré au milieu souterrain; les hommes se déplacent à quatre pattes en tirant des cuveaux, et si les puits sont bien représentés, aucun élément n'évoque l'adoption d'un système raisonné d'exhaure (*fig. 3*). Mais il faut se garder de sur-interpréter une illustration. Au XVIe siècle, ce quadrillage de l'espace est une chose courante montrée dans tous les documents graphiques de cette époque; une des planches de La Rouge Myne de Sainct Nicolas illustre parfaitement cette organisation (*fig. 4*).

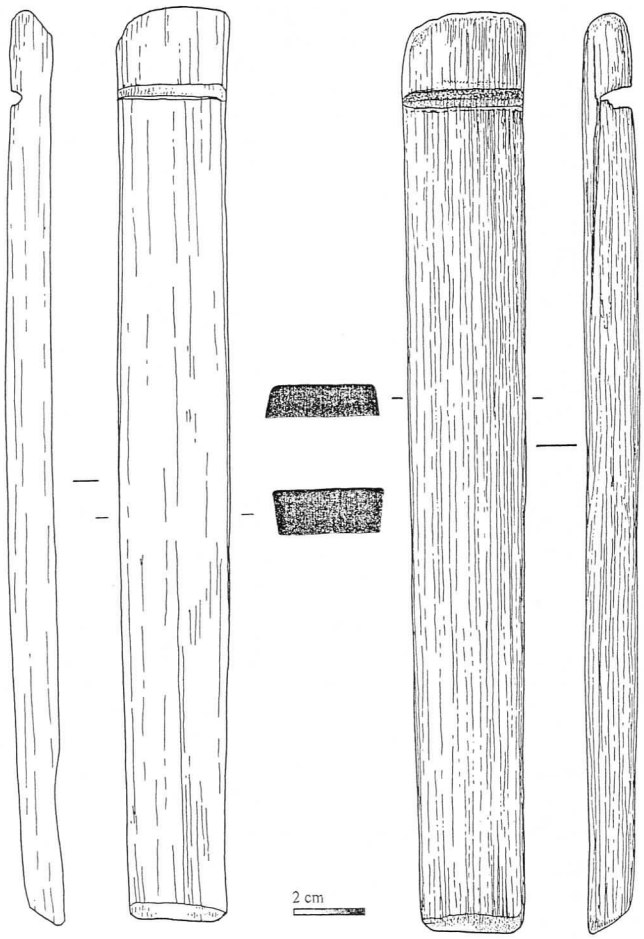

Fig. 2. *Douelles de cuveau retrouvées à Brandes. Dessin Marion Baudrand.*

Fig. 3. *Graduel de Kutná Hora (Bohême – 1490). Cliché M.-Ch. Bailly-Maître.*

Le principe est le suivant: l'eau court le long des parois et au sol des chantiers; elle a tendance à se concentrer dans les parties basses des réseaux où des galeries la collectent et l'évacuent à flanc de pente chaque fois que cela est possible. Ce dispositif peut se répéter à plusieurs niveaux des chantiers et les puits servent de relais, aussi bien pour remonter l'eau dans des outres en cas d'exhaure semi-manuelle, que pour la canaliser vers le bas des réseaux.

Sur le terrain, les sites archéologiques de Brandes (Huez-Isère) et du district d'Hierle (Saint-Laurent-le-Minier-Gard) permettent une étude concrète des dispositifs adoptés.

À Brandes, l'eau est omniprésente; c'est une eau de fusion de glacier qui constitue un handicap majeur à l'approfondissement des travaux miniers et qui finit, on l'a vu, par entraîner la faillite de l'entreprise. Sur le terrain, les aménagements mis en place paraissent, en effet, bien dérisoires. La gîtologie ne favorise pas le quadrillage de l'espace par des travers-bancs et des puits; des solutions empiriques ont été adoptées, mais se sont révélées peu efficaces.

La situation est différente suivant les trois principaux quartiers miniers. Sur le plateau même de Brandes, le rocher Saint-Nicolas porte la fortification et le site religieux et surplombe la vallée de la Sarenne qui coule 400 m plus bas. Le filon affleure à l'aplomb de l'église et se poursuit sur plus de 200 m de dénivelé. Les chantiers s'ouvrent sur la totalité de l'affleurement, en dépilages à ciel ouvert et en réseaux souterrains. L'eau a emprunté toutes les fissures et toutes les communications internes pour rejoindre la base de la minéralisation, sans réussir à sortir naturellement à flanc de pente à différentes hauteurs. Les mineurs ont donc favorisé cette disposition naturelle, et ont converti la galerie la plus basse (galerie Saint Philippe) en galerie d'écoulement (*fig. 5*). Cette dernière a d'abord était percée pour extraire du minerai, puisqu'elle est creusée dans la puissance du filon; puis, elle a été utilisée pour l'exhaure, de même que la galerie située immédiatement au-dessus (galerie du Porche), a été transformée, après abattage du minerai, en galerie de circulation (*Bailly-Maître 1998*, pp. 98–110). Pour faciliter le passage de l'eau, un équipement spécifique a été observé dans la galerie du Porche: la circulation des hommes et des traîneaux se faisait sur des aménagements en bois ou en lauzes, calés entre les parois du dépilage et l'eau empruntait une sorte de conduite taillée en V, sous la voie de circulation. De plus, dans la sole en roche, des regards rectangulaires étroits avaient été percés afin que l'eau ruisselle plus bas. Dans les chantiers plus orientaux du quartier de l'Écluse, il n'existe aucune possibilité de sortie naturelle de l'eau. En conséquence, l'exhaure était entièrement manuelle; c'est sur ce chantier qu'ont été retrouvées les douelles

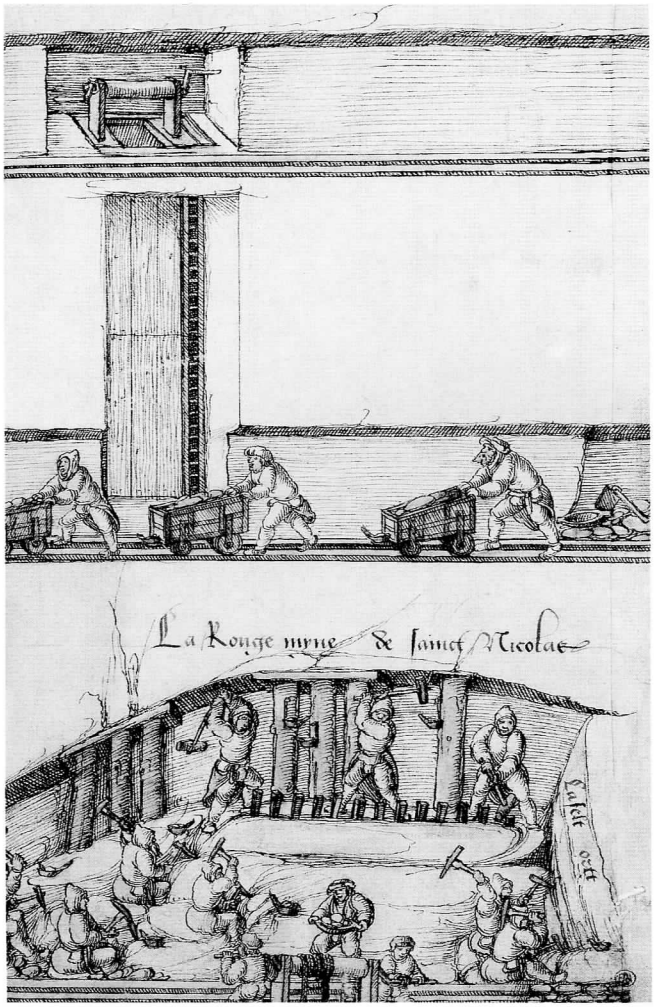

Fig. 4. *La Rouge Myne de Sainct Nicolas (1530). Cliché M.-Ch. Bailly-Maître d'après la publication: Brugerolles, E. et al. 1992: La mine mode d'emploi, Découverte Gallimard Album.*

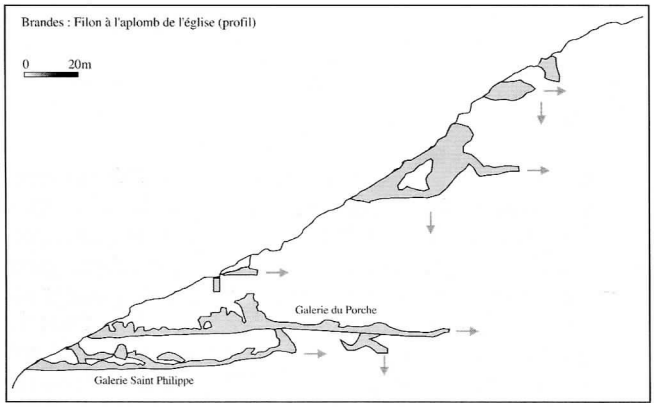

Fig. 5. *Brandes (Huez-Isère): chantiers miniers situés sous le rocher Saint Nicolas (coupe).*

de cuveaux, le puits équipé d'un treuil, puits dont une paroi possédait un cuvelage de planches. Enfin, au Lac Blanc, à 2700 m d'altitude, le système est sensiblement plus perfectionné; probablement l'exploitation de ces chantiers est-elle plus tardive de quelques décennies. À la base de la minéralisation, juste au-dessus du niveau du lac, une galerie étroite creusée dans une partie stérile du filon récupère, par un regard, toute l'eau des chantiers ouverts au-dessus, pour l'évacuer dans le lac.

Le cas Cévenol est très différent, bien que contemporain de Brandes. Dans ce vaste district connu par les archives dès la fin du XIe siècle, plus de 40 réseaux miniers distincts ont été recensés lors de prospections. On l'a vu plus haut, le code minier languedocien prévoit la question de l'exhaure et sa solution par le creusement d'une galerie spécifique. Les réseaux miniers reconnus depuis quelques années conservent les vestiges des équipements mis en place pour récolter les eaux.

Comme c'est généralement le cas, l'exploitation des filons de cuivre argentifère (bournonite) a débuté aux affleurements, mais très vite les chantiers se sont développés sous terre, sur des kilomètres de galeries et des hauteurs dépassant souvent les 100 m. Tout un ensemble de dispositifs a été mis en place pour limiter les nuisances engendrées par l'eau.

Dans tous ces chantiers, le quadrillage de l'espace souterrain est systématique et parfaitement maîtrisé (*fig. 6*). Les zones d'abattage du minerai sont desservies par des puits et des galeries de circulation et d'exhaure. Dans les galeries d'écoulement, des rigoles creusées en parois récoltent l'eau de ruissellement (*fig. 7*) et la guident vers le sol, selon une pente douce, avant de l'évacuer à l'extérieur car une petite canalisation; cette dernière est protégée des chutes de matériaux par une couverture en lauzes (*fig. 8*). Quand une galerie d'écoulement croise un puits ouvert au sol, la rigole s'interrompt, et devait être relayée par une goulotte en bois aujourd'hui disparue. Dans les puits quadrangulaires, une saignée court en spirale sur les quatre faces et entraîne l'eau à la base du puits.

Ce système devait être efficace lorsque les mines étaient en activité; aujourd'hui, il ne fonctionne plus, les parties basses des réseaux sont noyées et inaccessibles aux archéologues, à moins que l'on ne réussisse à le remettre en état.

Dans *l'aire germanique*, aux XVIe et XVIIe siècles, on retrouve les mêmes systèmes que l'on vient de décrire pour les mines cévenoles médiévales, en plus systématique: épuisement de l'eau grâce à des rigoles en parois dans les galeries, eau ensuite drainée vers des puits et des galeries de travers-bancs parfaitement calibrées pour faciliter à la fois l'écoulement de l'eau à flanc de pente et le roulage des matériaux.

À cela s'ajoutent divers dispositifs que l'iconographie Renaissance et l'archéologie montrent: pompes à bras, puis pompes hydrauliques, trains de norias (*fig. 9*), etc. L'eau devient alors l'alliée des mineurs pour l'épuisement de l'eau souterraine. Ainsi au Thillot (Vosges), mine de cuivre exploitée aux Temps Modernes, des pompes ont été installées assez profondément sous terre; elles étaient actionnées par une roue hydraulique implantée à l'extérieur, dont le mouvement était relayé par des trains de perches. Ces roues pouvaient aussi être souterraines, dans de vastes chambres creusées pour les accueillir. L'eau d'exhaure était réutilisée pour actionner les roues.

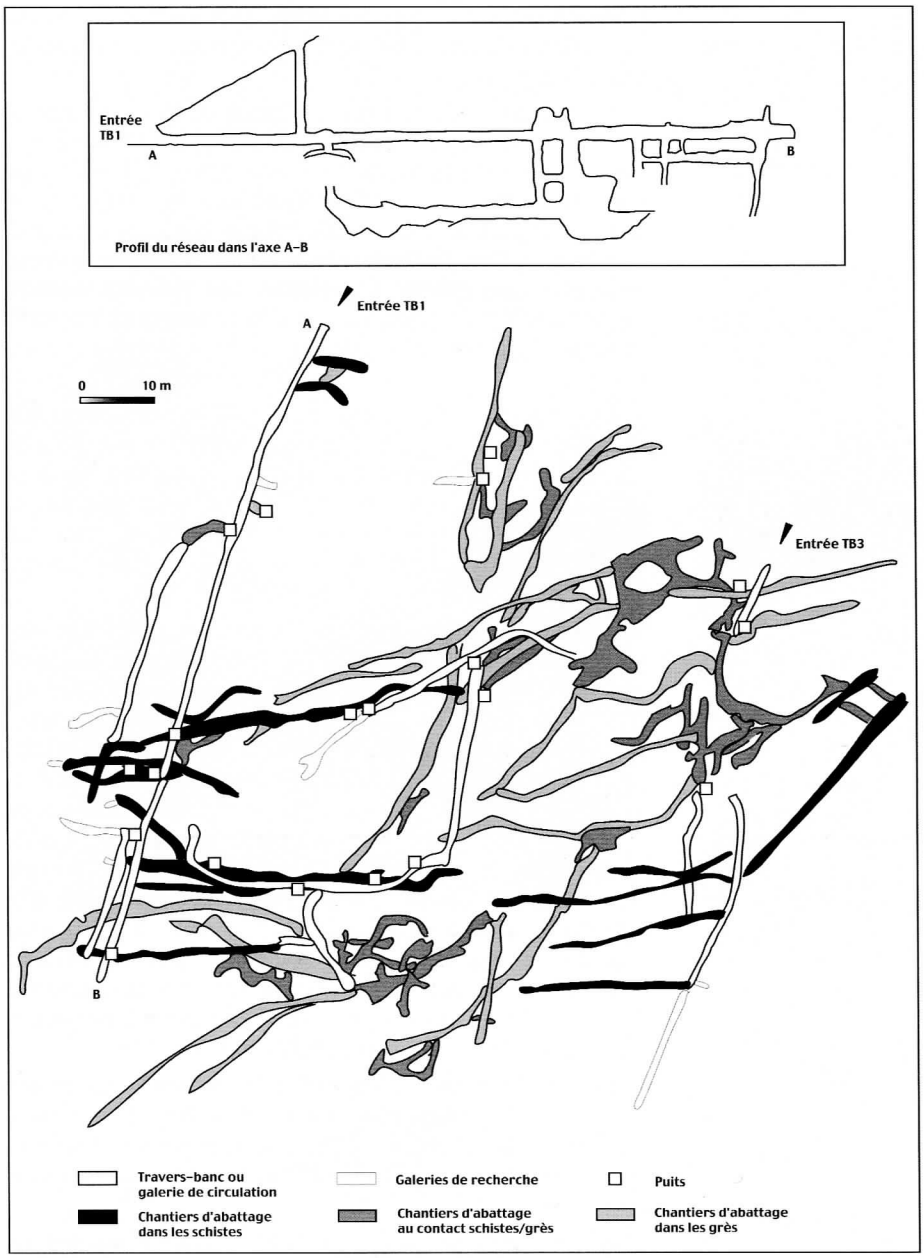

Fig. 6. *Petra Alba (Saint-Laurent-le-Minier-Gard): plan et coupe du réseau souterrain.*

2. L'eau, alliée indispensable du mineur et du minéralurgiste

Si, dans la première partie de cette présentation, seuls les chantiers extractifs ont été évoqués, dans ce second volet, il n'est pas hors de propos d'associer la minéralurgie. En effet, dans la plupart des cas, cette opération se faisait sur le carreau même de la mine et extraction/traitement mécanique étaient généralement associés dans la définition des concessions.

2.1. L'eau auxiliaire du travail de la mine

On vient de voir comment le chantier extractif «moderne» avait besoin d'eau ... pour évacuer l'eau grâce à des roues mues par l'énergie hydraulique actionnant des pompes parfois très en profondeur selon des systèmes de transmission d'énergie complexes (*fig. 10*).

Mais avant cela, les mineurs ont su utiliser la force de l'eau pour récupérer du minerai. Pline décrit ce qu'il appelle l'opération de *ruina montium* (*Domergue – Fontan – Herail 1992*, p. 15–34). Cette technique était employée par les mineurs durant l'Antiquité pour récupérer des paillettes d'or alluvionnaire; ils détournaient l'eau des rivières pour la conduire en sommet des collines et la lâcher sur les pentes, entraînant les sédiments vers le bas où ils étaient traités. La même technique a été utilisée dans l'Ouest américain au XIXe siècle, mais aussi au Moyen Âge, à Brandes. Dans ce dernier cas, la force de l'eau a été mise en œuvre pour décaper des morts terrains argileux recouvrant les filons.

L'abattage du minerai, enfin, nécessitait des outils parfaitement entretenus; pour cela, la forge jouait un rôle essentiel dans une entreprise médiévale et moderne (*Bailly-Maître 1996*, p. 333–348). Très vite, ces forges ont intégré des perfectionnements techniques,

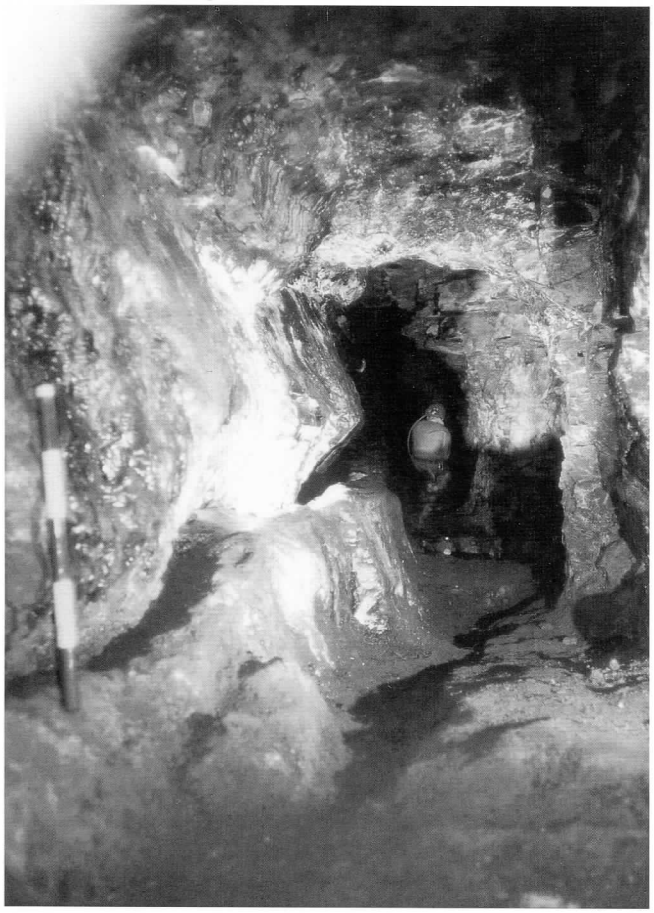

Fig. 7. *Petra Alba (Saint-Laurent-le-Minier-Gard): rigole en paroi d'un travers-banc. Cliché M.-Ch. Bailly-Maître.*

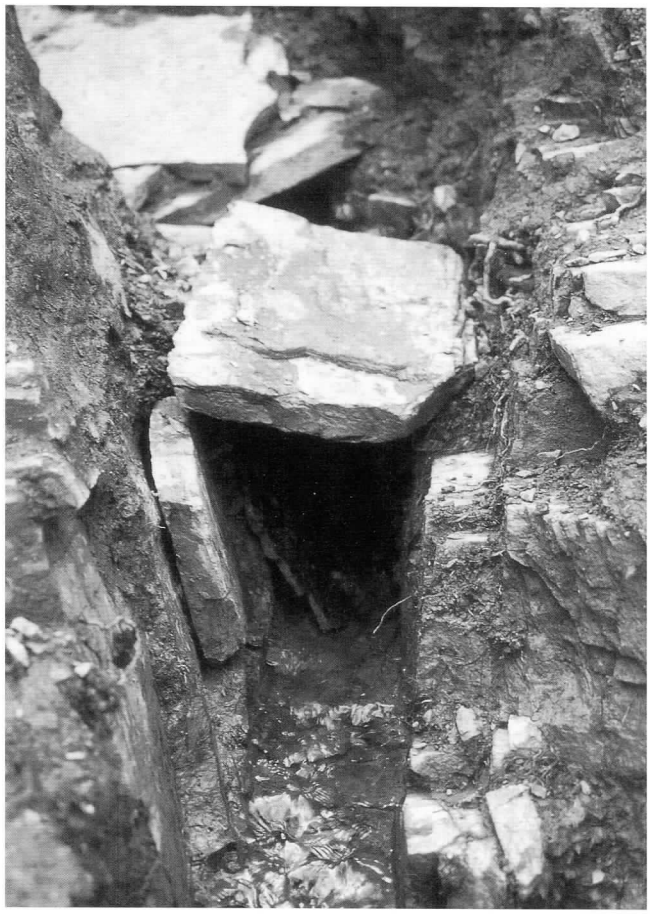

Fig. 8. *Petra Alba (Saint-Laurent-le-Minier-Gard): canalisation couverte de lauzes à son débouché au jour. Cliché M.-Ch. Bailly-Maître.*

avant les forges villageoises: soufflets, puis marteaux sont actionnés par l'énergie hydraulique (*fig. 1*).

2.2. L'eau et le traitement du minerai

Le minéralurgiste, pour sa part, doit séparer le minerai de sa gangue ou du stérile qui le contient. Cette séparation, dite aussi «enrichissement du minerai», se fait en trois principales étapes: le concassage, le broyage et le lavage. Pour chacune de ces étapes, l'ouvrier a besoin d'eau.

Le site de Brandes peut encore servir d'exemple, car il illustre bien l'usage de l'eau sur une entreprise minière médiévale. Dans une première étape, le minerai encore pris dans sa gangue, est concassé. Cette opération se fait le plus souvent totalement à sec; l'ouvrier frappe sur un mortier en pierre à l'aide d'un percuteur en pierre (à Brandes) ou d'un marteau métallique. Il obtient des gravillons ou une poudre mêlant minerai et gangue, selon la résistance des matériaux. À Brandes, quelques ateliers contenaient des mortiers installés sur des caniveaux, comme si le minéralurgiste avait fait du «débourbage», en cours d'opération. Si la gangue est très dure (quartz), un broyage est nécessaire. À Brandes, trois grandes canalisations parcourent le plateau, et amènent aux ateliers l'eau du Lac Blanc, situé 1000 m plus haut (*fig. 11*). La canalisation C3 servait au décapage des morts terrains du quartier oriental, alors que les canalisations C1 et C2 actionnaient des meules, mues par l'énergie hydraulique. Des meules identiques ont été retrouvées sur d'autres sites miniers médiévaux comme Pampailly (Lyonnais), Castel Minier (Ariège) et Peyrusse-le-Roc (Aveyron) – *Bailly-Maître – Benoit – Dubois 1997*, p. 62–69. À Brandes, à l'intérieur même du village, un système sophistiqué redistribuait l'eau des trois canalisations en différents points du site. L'étude du tracé et du pendage de ces aménagements plaide en faveur de l'intervention de spécialistes compétents, précurseurs des ingénieurs hydrauliciens.

À partir du XVIe siècle, l'iconographie montre l'emploi du bocard. Il s'agit de pilons en bois ferrés, actionnés par un arbre à cames mû par une roue hydraulique (*fig. 12*). Cet appareil à concasser le minerai ne semble pas exister au Moyen Âge.

Le lavage, dernière étape de la minéralurgie, était une opération délicate et essentielle. Par différence de densité, le minerai en poudre était séparé de la poudre de gangue qui n'avait pas été entièrement éliminée lors des opérations antérieures. La fouille d'un quartier de laveries, à Brandes, situé entre les canalisations C1 et C2, a montré que cette étape était parfaitement maîtrisée par les laveurs, que le broyage très fin avait permis de récupérer la quasi-totalité du minerai. Deux systèmes ont été employés, sans que l'on sache encore si

l'on a affaire à deux phases d'un même processus, ou si l'un des procédés représente une évolution technique par rapport à l'autre. Dans des ateliers, les laveurs plongeaient des tamis en osier dans des bassins remplis d'une eau stagnante. Les particules fines et légères se mettaient en suspension. Ces bassins étaient creusés dans le substrat argileux et construits en pierres simplement lutées à l'argile. Des installations identiques figurent sur les planches de la Rouge Myne de Sainct Nicolas au XVIe siècle. Plus haut sur le plateau, en bordure de la canalisation C1, un ensemble de bassins, plus grands, installés en aire ouverte, fonctionnaient selon le principe des sluices. Des caniveaux amenaient de l'eau sur des plans inclinés en bois, sur lesquels le minerai et sa gangue se séparaient; les sables étaient

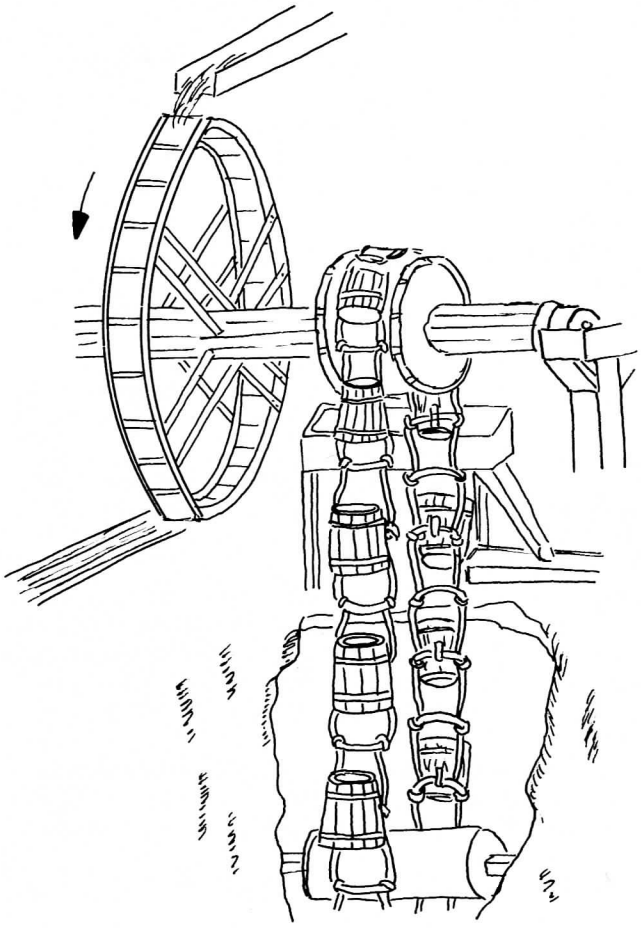

Fig. 9. *Exhaure par des trains de norias. Dessin d'après G. Agricola (1556): De Re Metallica.*

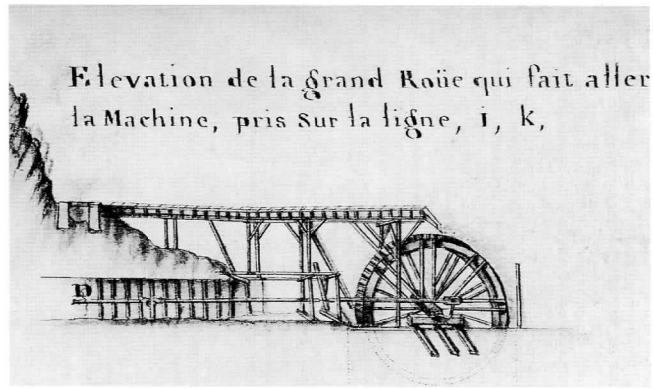

Fig. 10. *Roues d'exhaure sur le site de Banca (Pays Basque – XVIIIe siècle). D'après l'ouvrage de Pierre Machot (1995): Mines et établissements métallurgiques de Banca.*

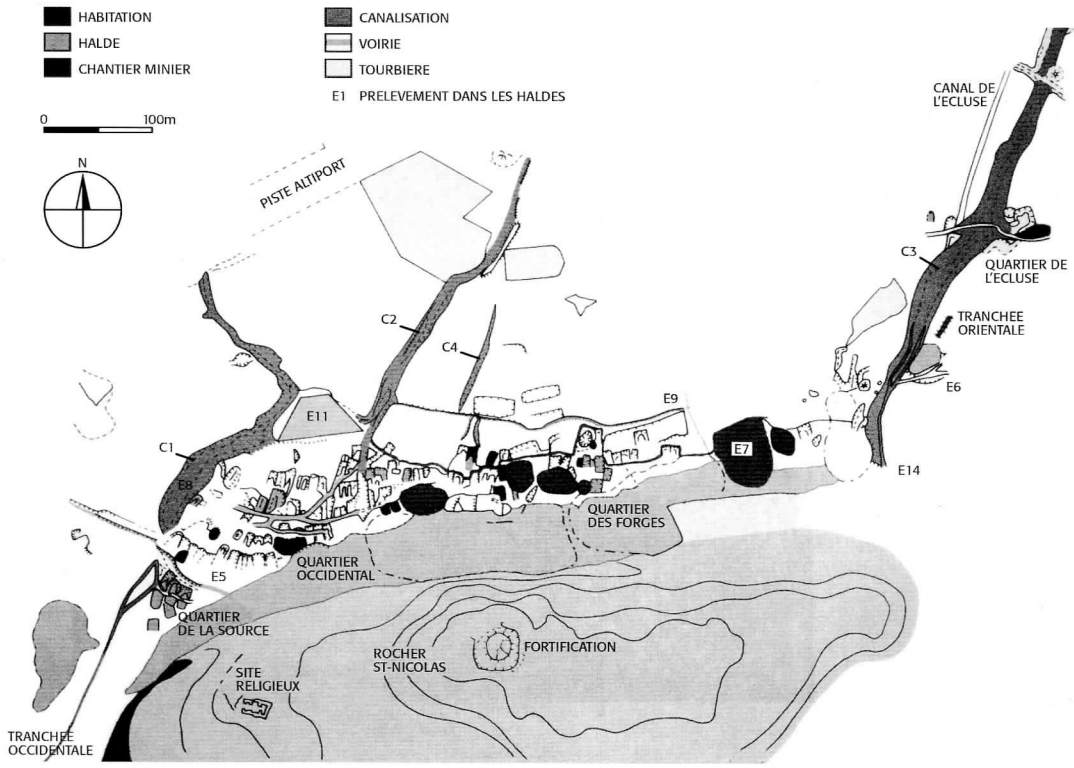

Fig. 11. *Brandes (Huez-Isère): Les aménagements hydrauliques du plateau. Dessin Marion Baudrand.*

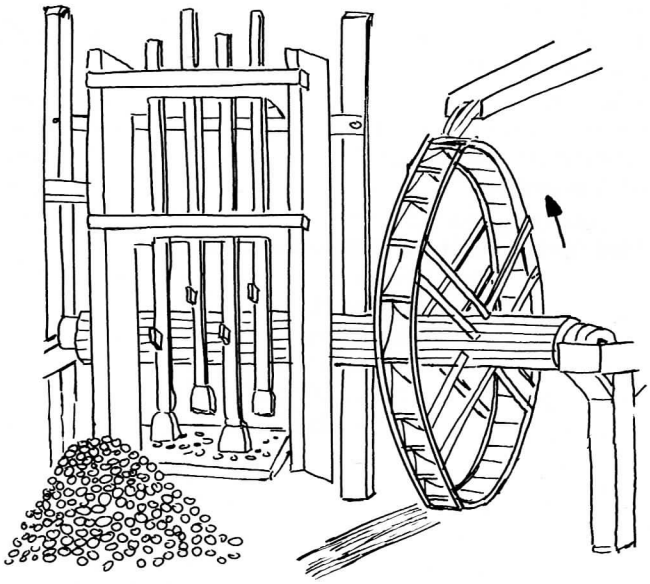

Fig. 12. *Bocard XVIe siècle. Dessin d'après le Graduel de Saint Dié.*

Fig. 13. *Lavage au sluice au XVIe siècle. G. Agricola (1556): De Re Metallica.*

entraînés dans les bassins où ils étaient récupérés et relavés plusieurs fois. Un tissu rugueux recouvrait les planches et retenait les paillettes de minerai. L'étude sédimentologique de ces sables montre à la fois le fonctionnement de ces structures et leur degré d'efficacité.[7] Le traité de Giorgius Agricola illustre, trois siècles plus tard, le fonctionnement des sluices (*fig. 13*).

[7] Cette étude a été réalisée par Christophe Marconnet, géologue; elle n'a pas encore été publiée.

Conclusion

L'histoire des mines médiévales est une histoire de métal, de feu et d'eau. La place de cette dernière est essentielle à la vie ou la ruine des entreprises.

Bibliographie

Agricola, G. 1556:
De Re Metallica. Bâle. Rééd. France-Lanord, A., éd. Klopp. Thionville, 1987.

Art (L') et les mines dans les Vosges 1982:
Art (L') et les mines dans les Vosges. Pierres et Terre, n° 25–26. Strasbourg.

Bailly-Maître, M.-Ch. 1990:
Pour une histoire des mines au Moyen Âge. L'exemple des mines de la Terre d'Hierle (Gard), Archéologie du Midi Médiéval, T. VII, p. 61–71.

Bailly-Maître, M.-Ch. 1996:
Mines et forges au Moyen Âge et au début des Temps Modernes. Réflexions à partir de l'exemple de Brandes. Paléométallurgie du fer et culture, symposium International du Comité pour la Sidérurgie Ancienne, Sévenans 1990, éd. Vulcain, A.E.D.E.H. Paris, p. 333–348.

Bailly-Maître, M.-Ch. 1998:
Tradition et innovation dans les mines médiévales. L'innovation technique au Moyen Âge, VIe colloque de la Société d'Archéologie Médiévale, Dijon 1996, Archéologie aujourd'hui, éd. Errance. Paris, pp. 98–110.

Bailly-Maître, M.-Ch. 2002:
L'argent. Du minerai au pouvoir dans la France médiévale, coll. Espaces médiévaux, éd. Picard. Paris, 264 p.

Bailly-Maître, M.-Ch. – Benoit, P. – Dubois, Cl. 1997:
Meules rotatives pour le broyage des minerais. Temps de l'innovation, colloque international Techniques et économie antiques et médiévales, Centre Camille Jullian 1996, Archéologie aujourd'hui, éd. Errance. Paris, p. 62–69.

Benoit, P. 1997:
La mine de Pamapilly XVe–XVIIIe siècles (Brussieu-Rhône), Documents d'Archéologie en Rhône-Alpes, n° 14. Lyon, 137 p.

Biringuccio, V. signor 1540:
De la Pirotecnia, Libre X. Venise.

Bonami, Ch. 1977:
Dans la haute vallée de l'Orb, les mines de Ceilhes et Rocozels au Moyen Âge, Mines et mineurs en Languedoc-Roussillon et régions voisines de l'Antiquité à nos jours, Fédération du Languedoc Méditerranéen et du Roussillon. Montpellier, p. 92–105.

Brugerolles, E. et al. 1992:
Brugerolles, E. – Bari, H. – Benoit, P. – Fluck, P. – Schoen, H.:
La mine mode d'emploi, Découverte Gallimard albums. Paris, 83 p.

Domergue, Cl. 1990:
Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine, Ecole française de Rome, 127, 625 p.

Domergue, Cl. – Fontan, F. – Herail, G. 1992:
Quelques aspects de l'exploitation des gîtes alluvionnaires à l'époque romaine et de nos jours, Les mines de l'Antiquité au XVIIIe siècle, 113e CNSS, Strasbourg 1988, CTHS. Paris, p. 15–34.

Eau (L') et la mine 1996:
Eau (L') et la mine. Pierres et Terre, n° 36. Strasbourg, juin 1996, 150 p.

Hesse, Ph.-J. 1968:
La mine et les mineurs en France de 1300 à 1550, Thèse de doctorat d'Etat, Droit. Paris, 3 vol.

Husa, V. – Petráň, J. - Šubrtová, A. s. d.:
Hommes et métiers dans l'art du XIIe au XVIIe siècle en Europe centrale. Paris, Gründ.

Machot, P. 1995:
Mines et établissements métallurgiques de Banca, éd. Izpegi. St Etienne de Baïgorry, 406 p.

Mollat, J. 1952:
Les affaires de Jacques Cœur: le journal du procureur Dauvet. Paris, p. 287.

Rendu, A.-Th. 1983:
La main d'œuvre d'une grande exploitation minière au XVe siècle: la mine de Pampailly en Lyonnais, Cahiers d'Histoire, n° 4, p. 59–95.

Schwazerbergbuch 1556:
Rééd. Verlag grückhauf GMBH. Essen 1988.

Marie-Christine Bailly-Maître, Directeur de Recherche CNRS, LAMM – UMR 6572, CNRS – Université de Provence, 1, Rue des Alpes, 38600 Fontaine; Tél./Fax : 04 76 26 36 03