



HAL
open science

Une mine d'argent à la Renaissance

Denis Morin, Hamon Hélène Morin, Bruno Ancel

► **To cite this version:**

Denis Morin, Hamon Hélène Morin, Bruno Ancel. Une mine d'argent à la Renaissance. 1075, 1996.
hal-04745303

HAL Id: hal-04745303

<https://hal.science/hal-04745303v1>

Submitted on 26 Oct 2024

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.

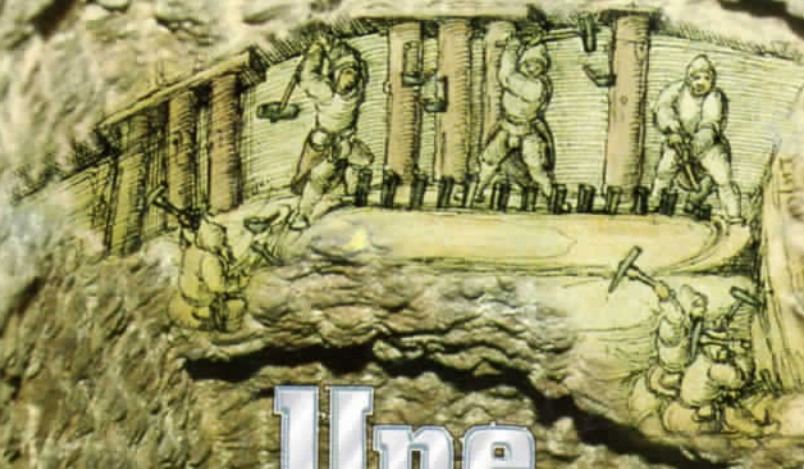
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

B'T

MAGAZINE DOCUMENTAIRE

10 N° PAR AN

1075



Une mine d'argent à la Renaissance

Petits animaux des cavernes

L'archéologie minière

COUVERTURE :

En fond, traces de pointerolles dans une galerie de mine. **Photo** : Bruno ANCEL

En inclusion, dessins d'Heinrich Gross. **Photo** : École nationale supérieure des Beaux-Arts de Paris.

Pièce de monnaie du XVI^e siècle, musée de Belfort.

Maquette de la couverture : Bernard TRINCAVELLI

Février 1996 - n° 1075 - 10 numéros par an : 326 F
N° d'impression : 8386

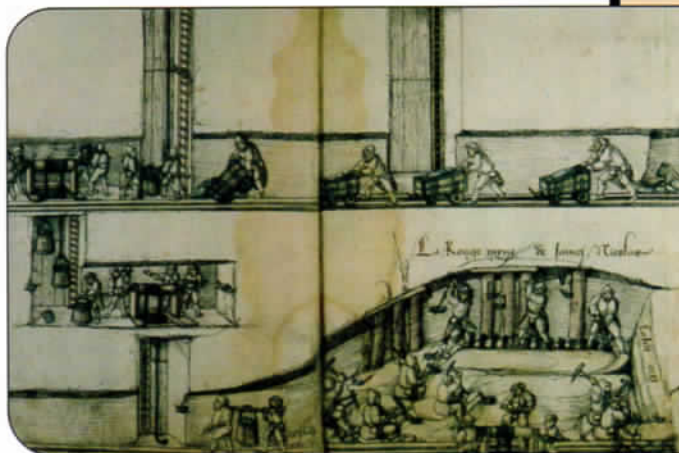
SOMMAIRE

BT

Revue fondée
par **C. FREINET**
© 1996
Publications
de l'École moderne
française

2

UNE MINE D'ARGENT EN LORRAINE A LA RENAISSANCE



Ce reportage a été conçu par Denis MORIN (archéologue, CNRS-Sevenans/CPEPESC), Hélène MORIN-HAMON (archéologue CPEPESC), Bruno ANCEL (archéologue, CCSTI, L'Argentière-la-Bessée) et Michel PY (archéologue CPEPESC).

Collaborateurs : Paul BENOIT (archéologue, maître de conférence, université Paris I), Philippe FLUZIN, chercheur, directeur de l'Unité propre de recherche AO 423 CNRS, paléométagallurgie du fer et culture - Sevenans), Gérard PROBST (archéologue, Fédération du patrimoine minier), Henri SCHOEN (historien, Fédération du patrimoine minier), Patrick ROSENTHAL (géologue, université de Franche-Comté), Jean-François SCHNEIDER (archéologue CPEPESC), Serge STEIN (minéralogiste, Fédération du patrimoine minier), ainsi que Marie-France PUTHOD, Pierre PEGUIN, Roland BOLMONT et Jean-Pierre JAUBERT.



Commission permanente d'étude et de protection des eaux, du sous-sol et des cavernes (CPEPESC), 3, rue de Beauregard - 25000 Besançon.

En supplément à ce numéro, la B.T. Carnet de voyages n° 3, *Le Portugal, une porte sur l'océan*, servie aux abonnés BT et supplément BT.

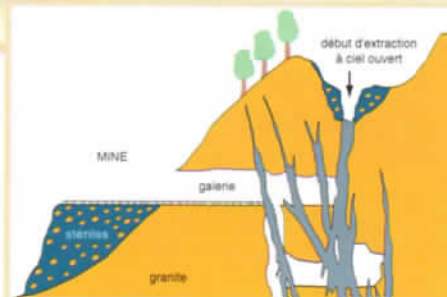
34

AUJOURD'HUI,
LES APPORTS DE
L'ARCHÉOLOGIE
MINIÈRE



40

COMMENT
LES FILONS
D'ARGENT SE
SONT FORMÉS



42

PETITS ANIMAUX
DES CAVERNES



Photographies :

Toutes les photos des dessins de Heinrich Gross sont de l'École nationale supérieure des Beaux-Arts de Paris - **Serge STEIN** : p. 2/3, 18 (en haut à droite) - **Bruno ANCEL** : p. 12, 18 (à gauche et en bas à droite), 34 à 39 - **Denis MORIN** : p. 2, 3, 4 (à gauche), 14 (en bas) - **Musée de Belfort** : p. 32 - **Michel RIBETTE** : p. 43, 44 (en bas), 45 (en haut) - **Jean-François SCHNEIDER** : p. 42, 44 (en haut), 45 (en bas), 46, 47.

Infographie : p. 40, 41, **Sophie GERBAUDO**, d'après un document de Patrick ROSENTHAL.

Maquette : **Marie SIANO** : p. 2 à 33 ; **Sophie GERBAUDO** : p. 34 à 48.

Correctrices : **Karine DELOBBE**, **Anne GARY**, **Sophie GERBAUDO**.



L'économie lorraine au XVI^e siècle se trouve sous l'influence politique du royaume de France, avec François I^{er}, et de l'empire de Charles Quint.

Terre de passage entre les pays français et germaniques, la Lorraine devient un lieu d'échanges.

Depuis le Moyen Âge, une industrie minière s'est développée avec l'exploitation des ressources naturelles de cette région : le sel, le plomb argentifère, le cuivre et le fer. L'industrie drapière favorise aussi des échanges.

Les marchands lorrains fréquentent les foires de Flandre, de Champagne et d'Italie du nord. Ils sont aussi présents à Cologne, Mayence, Francfort, Lyon et Genève. La foire de Metz est spécialisée dans le commerce de l'argent.

Toute cette vie économique crée des besoins d'argent qui nécessitent une activité bancaire importante. Le prêt à intérêt se développe. Il faut produire des pièces de monnaie, notamment en argent.

Vers 1530, dans un recueil de dessins qu'il offrit au duc Antoine de Lorraine, Heinrich Gross, peintre alsacien, décrit la mine de Saint-Nicolas, une des mines d'argent dont le duc est propriétaire.

Cette mine se situe sur le versant lorrain des Vosges, dans le district minier de La Croix-aux-Mines. Un autre centre minier existe dans le val de Saint-Dié. Ces exploitations fournissent la majeure partie de l'argent utilisé dans les ateliers monétaires des ducs de Lorraine.

Heinrich Gross effectue un véritable reportage constitué de dessins à la plume, à l'encre noire et rehaussés à l'aquarelle. Cette bande dessinée montre le travail des mineurs de la Renaissance, leurs outils, et la transformation en métal du minerai de plomb et d'argent extrait de la mine*.

* Le manuscrit d'Heinrich Gross est conservé à l'École des Beaux-Arts de Paris. Il comporte 25 feuillets dessinés recto verso. À l'exception du premier, dont manque une bonne partie, les dessins sont continus d'un feuillet à l'autre.

Ils mesurent en moyenne 31,7 cm de haut sur 41,5 cm de large.

Une mine en Lorraine à La R



Monnaies d'argent de
l'abbaye de Lure
(Haute-Saône)

Argent natif en cheveux.

Les minéraux d'argent natif (métal brut) sont rares dans les filons. Pourtant, des masses importantes ont été trouvées autrefois : plus de 500 kg à Kongsberg (Norvège) et à Sainte-Marie-aux-Mines (Haut Rhin).

d'argent

naissance

*Le marteau et
la pointeroille sont les
emblèmes mineurs.*



La Croix-aux-Mines	4
La maison du contrôleur des mines	4
L'organisation de l'exploitation	5
Le serment des mineurs	6
Les avantages accordés aux mineurs	6
Le transport du bois	8
Les charpentiers	9
L'éclairage au suif	10
La livraison des barres de fer	11
Les mineurs	12
La mine	12
Les décombres	13
Les tireurs d'eau et de minerai	13
Les tailleurs de rochers	14
Les passeurs de chariots	15
Les aménageurs	16
Les chefs mineurs	17
Le travail dans la mine de Saint-Nicolas	18
La paie des mineurs	21
La préparation du minerai	22
Le tri des déblais	22
Le tri du minerai	23
Le broyage et le tamisage	24
Le lavage	25
La sélection du minerai	26
Le partage du minerai	27
Le transport à la fonderie	28
L'industrie métallurgique	29
Le combustible : le charbon de bois	29
La livraison du charbon	30
La fonte et l'affinage	31
Les fourneaux	31
Les lingots d'argent	32
Conclusion	33

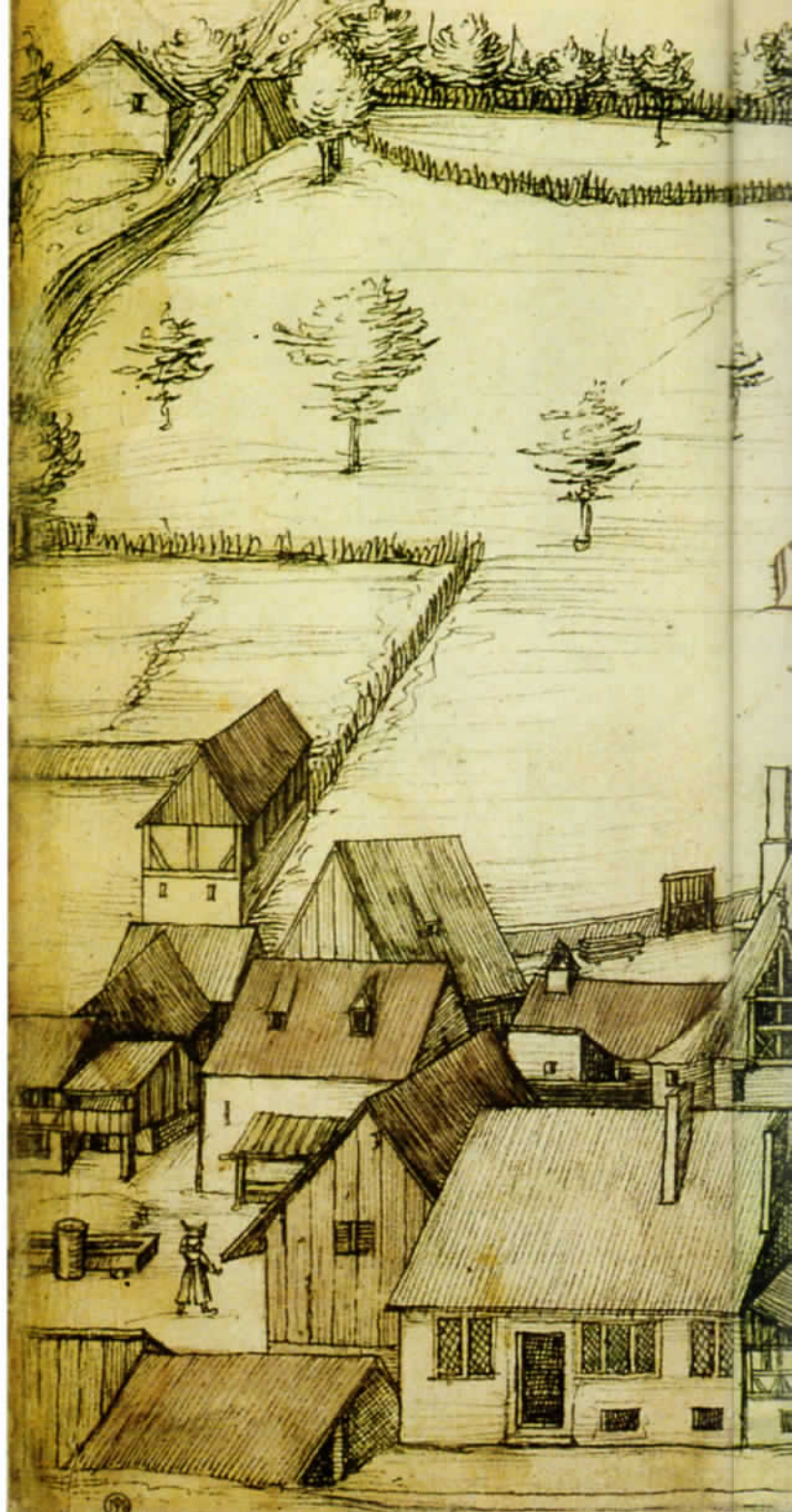
La Croix-aux-Mines



Ordonnance sur les mines. Édît de Philippe II, roi d'Espagne, datant de 1540 et réglant l'organisation des mines dans le comté de Bourgogne.

La maison du contrôleur des mines

Voici une partie du village de La Croix-aux-Mines, avec la belle maison du contrôleur des mines, Kointz. Le contrôleur des mines est un personnage important qui dirige l'exploitation au profit du duc de Lorraine.





L'organisation de l'exploitation

Pendant la première moitié du XVI^e siècle, le duc de Lorraine, propriétaire, emploie un juge minier qui distribue des concessions à des entrepreneurs ; ceux-ci supportent tous les frais d'exploitation de la mine et l'entretien des ouvriers.

Une concession donne le droit d'exploitation pour un temps parfois limité, en échange d'une somme d'argent proportionnelle à la quantité de minerais extraite, en général le dixième.

La propriété du sous-sol a longtemps été régie par une législation issue du droit régalien. Celui-ci conférait au prince le droit exclusif de désigner les personnes susceptibles de mettre en valeur les ressources minérales du sous-sol. Le prince était responsable de l'exploitation et percevait un tribut sur les produits extraits.

Vers 1560, arrive le minerai d'argent de Potosi* (Amérique du Sud) : le métal est moins rare, donc son prix baisse**.

L'exploitation de la mine revient plus cher à cause de l'augmentation du prix des outils et de la plus grande profondeur des puits. Les mines deviennent de ce fait moins rentables et entraînent un changement du système d'exploitation.

Pendant la deuxième moitié du XVI^e siècle, les concessionnaires emploient des mineurs en sous-traitance. Ces mineurs ont chacun un quartier à exploiter, distribué une fois l'an par le juge qui fixe le prix de vente du minerai. De la valeur du minerai extrait livré sont déduits la dîme, le suif, les outils, les frais de forge, les salaires des manœuvres, la cotisation à la Caisse des Frères (sorte d'assurance). Ce qui reste constitue la paie des mineurs. Parfois ces frais dépassent la valeur de la livraison : le mineur s'endette alors auprès des concessionnaires.

La différence est importante : les pertes et profits passent des concessionnaires aux mineurs.

* Potosi est une ville de Bolivie andine dont les mines sont aujourd'hui épuisées. Elle se trouvait à l'époque sous domination espagnole.

** En 1550, un marc d'argent fin (425 g) vaut sept francs lorrains. En 1585, il ne vaut plus que quatre francs lorrains.

Monnaie lorraine : 1 franc = 12 gros = 192 deniers ; 1 kg de froment vaut à peu près 19 deniers.

Le serment des mineurs

Les mineurs, appelés aussi compagnons, doivent obéir à un règlement. A l'embauche, chaque mineur jure d'obéir à ce règlement en levant la main droite devant le juge des mines.

Dans le duché de Lorraine, le juge des mines s'occupe non seulement de la réglementation de la mine, mais aussi des conflits en cas de vols, disputes et bagarres. Il contrôle aussi la qualité et le prix des produits du marché de vivres.

Deux mineurs sont dans la salle, face au juge, l'un en habit de travail, l'autre en costume de fête. Les personnages devant l'entrée de la maison sont habillés comme les gens riches de cette époque.

Les avantages accordés aux mineurs

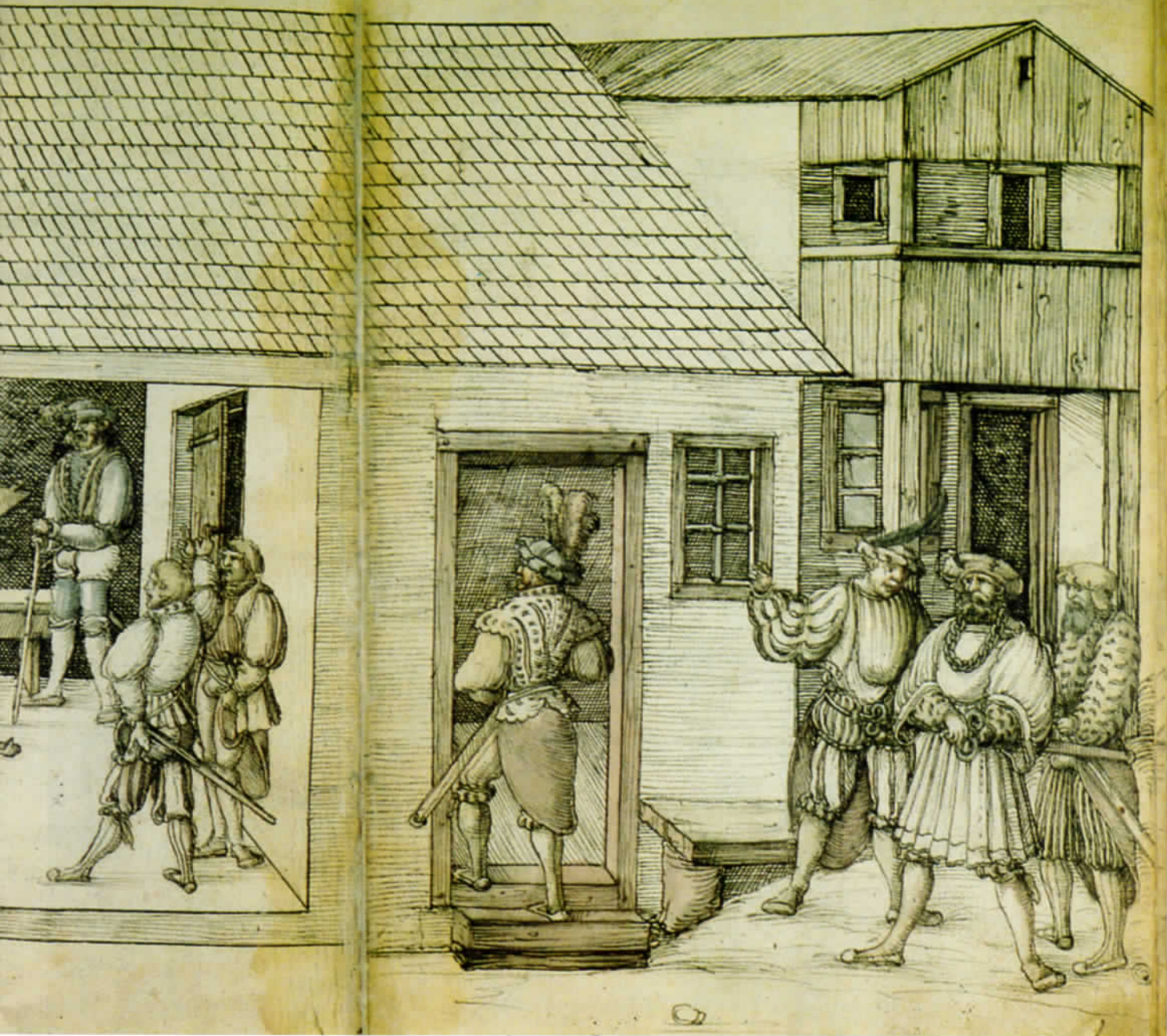
Le duc de Lorraine attire financiers et ouvriers. Sur les terrains qui dépendent de la mine, ceux-ci bénéficient des mêmes avantages que les habitants de beaucoup de villes neuves. Ces franchises accordées aux mines sont d'authentiques actes publicitaires destinés à inciter investisseurs et ouvriers à venir s'installer sur les lieux d'exploitation dans les régions éloignées encore peu peuplées :

- libre circulation sur tout le territoire ;
- libre usage des chemins, des pâtures et de l'eau ;
- dispense des corvées, du guet, de l'ost (service militaire) ;
- exonération de la taille, des aides, des taxes sur les boissons, de la taxe sur les bâtiments qui dépendent de la mine ;
- droit de couper gratuitement le bois nécessaire à la mine et à la forge dans la forêt seigneuriale.

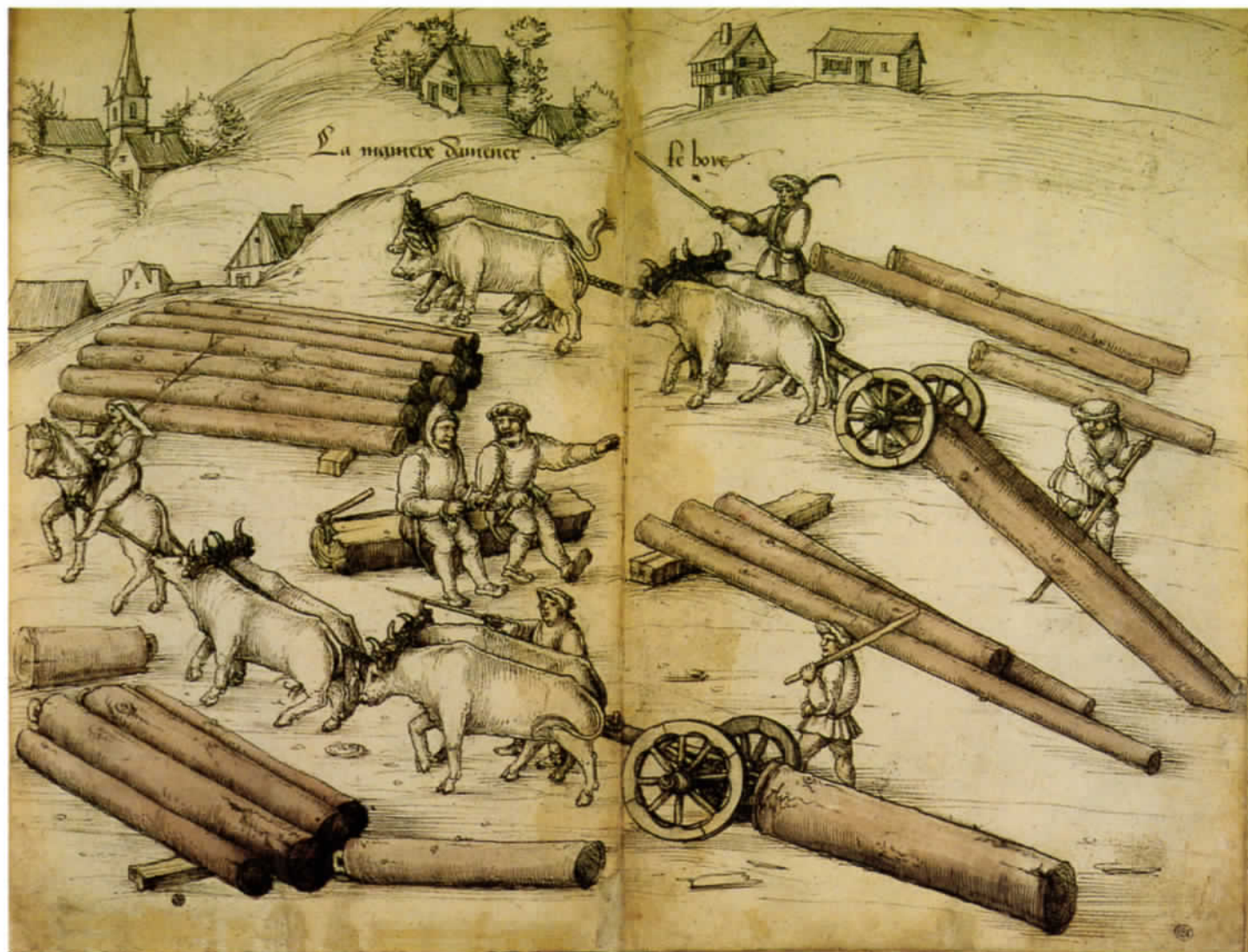
En Franche-Comté, un édit est signé en 1578 par Philippe II, roi d'Espagne. Enregistré au parlement de Dole le 10 janvier 1579, il réglait les conditions de travail dans les mines du comté de Bourgogne, alors partie de la monarchie espagnole.

Cet édit concernait les mineurs du bailliage d'Amont en Franche-Comté qui exploitaient les filons polymétalliques dans les Vosges méridionales. Chaque mine était concédée par le roi à un groupe de « personniers », concessionnaires de la mine, qui en faisaient l'exploitation à leurs frais, assumant pertes et profits. Ils étaient souvent nombreux afin de partager les risques. Chaque exploitation comptait trente-six parts en actions, réparties entre les personniers. Quatre parts étaient réservées au roi qui participait ainsi pour un neuvième aux frais d'exploitation. Il prélevait à titre d'impôt un vingtième de la production brute de la société. Cet impôt royal fut prélevé sur les mines et les carrières jusqu'à la fin du XVI^e siècle.





Le transport du bois



Le bois nécessaire au travail de la mine provient des forêts environnantes. Des paysans amènent **les grumes**, troncs d'arbres coupés et élagués, sur le chantier des charpentiers. Les chariots à deux roues sont tirés par deux paires de bœufs.

Au centre, un mineur compte les grumes en taillant des encoches sur une baguette de bois.

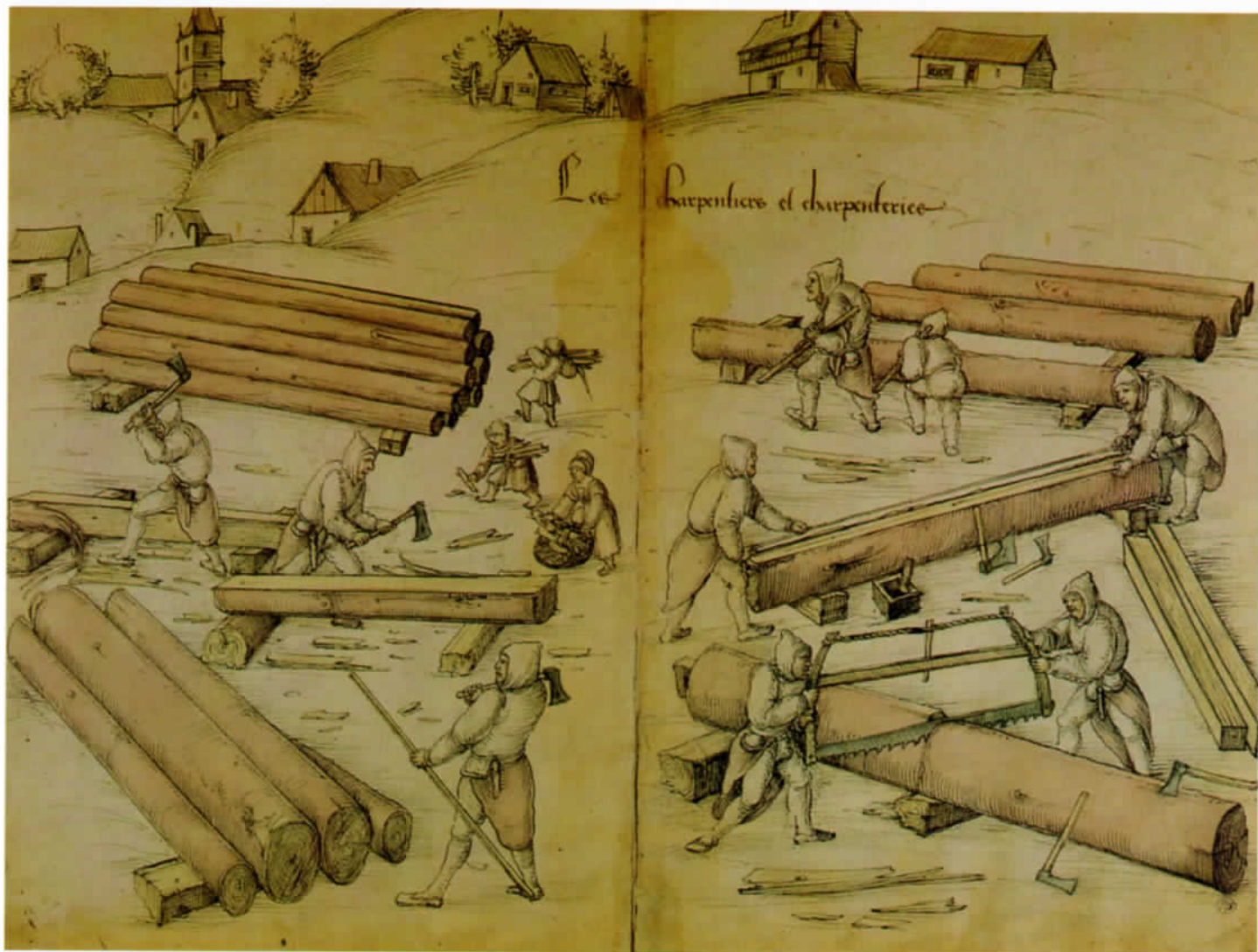
Les charpentiers

Les charpentiers-mineurs préparent les poutres et les étançons* destinés à l'aménagement des galeries. Ils utilisent haches et scies.

Des enfants ramassent les déchets de bois pour le chauffage des habitations du village.

En bas à gauche, un mineur tient dans sa main **une toise**, règle d'environ deux mètres destinée à effectuer des mesures de longueur.

* Étançon : pièce de bois qui soutient le plafond de la mine.



L'éclairage au suif



Les mineurs s'éclairent dans la mine avec des lampes à suif.

Le suif est de la graisse de mouton ou de vache. Coulé dans des moules, il forme des « pains ».

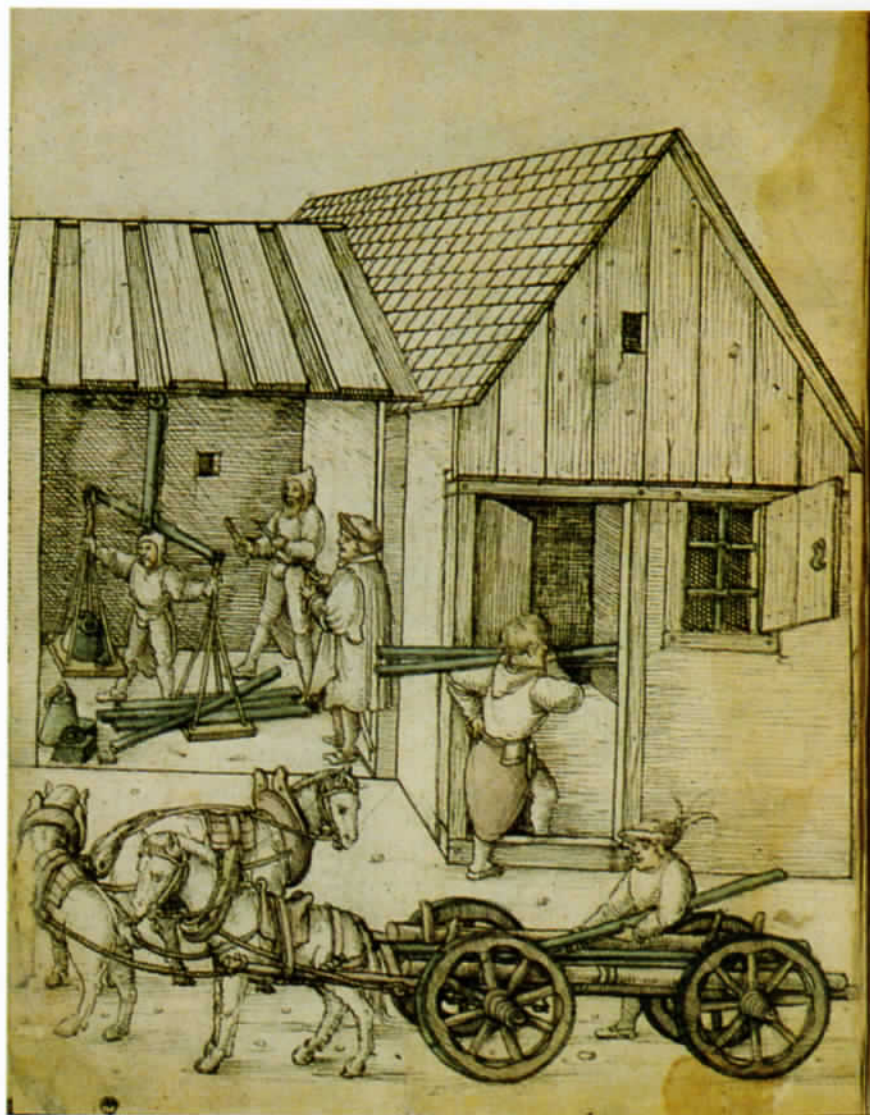
Un mineur compte les pains pesés en entaillant une baguette.

La livraison des barres de fer

Les barres de fer sont amenées sur un gros chariot tiré par trois chevaux, puis pesées et déposées dans un entrepôt situé à proximité de la forge.

Elles doivent servir au forgeron qui fabrique les outils des mineurs.

La balance à deux plateaux est suspendue au plafond. Les toits sont en planches ou en bardeaux, tuiles de bois. Pour éviter les vols, la fenêtre de la salle où le fer est entreposé est munie de barreaux et d'un volet.



La forge,
gravure sur bois extraite de
De re metallica de Georgius Agricola.

Georgius Agricola, médecin des mines de Chemnitz en Saxe, est considéré comme le père de la minéralogie. Il a réalisé la première encyclopédie sur l'art des mines et la métallurgie. Elle comprend 292 gravures effectuées par des artisans suisses, allemands et alsaciens et fut éditée à Bâle en 1556.

Les mineurs

La mine

A droite, les mineurs se présentent devant l'entrée de la mine. Certains arrivent du village, tenant leur lampe. Une voie de roulage constituée par des assemblages de poutres pénètre dans la galerie.

Des pointerolles, principaux outils utilisés par les mineurs pour tailler la roche, ont été déposées en tas sur le sol.

Voie de roulage sous l'eau. Depuis le XVI^e siècle, ces équipements en bois n'ont pu se conserver qu'à l'abri de l'air.



Les décombres

Les premiers mineurs qui entrent dans la mine sont parmi les plus pauvres : ce sont les **décombres**. Ils enlèvent les déblais, c'est-à-dire tous les morceaux de roche et de minerai qui sont retirés de la mine.

Comme tous les mineurs, ils portent l'habit de travail : le capuchon et le tablier de cuir ; à l'arrière, le cuir fessier, pour se protéger de l'humidité quand ils travaillent assis. Leurs outils sont la houe, sorte de pioche, et l'auge en bois qui sert de pelle. Le chef mineur distribue le suif pour les lampes.



Les tireurs d'eau et de minerai

Ces mineurs sont encore plus pauvres, parfois pieds nus et en haillons. Ils tournent les manivelles des **treuils*** pour remonter le minerai, mais aussi l'eau qui risque d'inonder la mine. Les seaux qu'ils utilisent sont en bois. Au-dessus de l'entrée de la mine, une croix de Lorraine est gravée. Elle indique que le duc de Lorraine est le propriétaire de la mine.

* **Treuil** : machine constituée d'un cylindre que l'on fait tourner sur son axe avec une manivelle et autour duquel s'enroule une chaîne destinée à monter des charges.



Les tailleurs de rochers

Ces mineurs-là taillent le rocher pour extraire le minerai. Ils emmènent avec eux un marteau et huit pointerolles réunies par une lanière de cuir. En effet, elles s'usent rapidement et devront être réparées par le forgeron après une journée de travail.

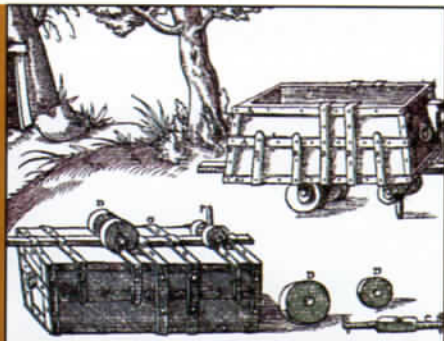
La pointerolle, outil caractéristique du mineur de la Renaissance, est un burin pointu d'une douzaine de centimètres. Une fois emmanché, on frappe dessus avec un marteau pour tailler la roche.



Le chariot, gravure sur bois extraite de *De re metallica* de Georgius Agricola.

Le chariot, surnommé « chien de mine », sert à évacuer le minerai sur de longues distances dans les galeries. Il est en bois renforcé de bandes de fer. Au-dessous sont fixés deux petits axes de fer au bout desquels tournent deux roulettes de bois maintenues par des clavettes (petites chevilles) de fer.

Le chariot circule sur la voie de roulage. Pour éviter les déraillements, il est muni d'une cheville de guidage en fer à l'extrémité arrondie. Fixée au fond du chariot, la cheville le maintient en équilibre entre les deux planches de la voie.



Les passeurs de chariots

Ces manœuvres poussent de petits chariots vides sur la voie de roulage. Une lampe est attachée devant chaque chariot qui sera rempli de minerai avant d'être ressorti de la mine.



Les aménageurs



Les derniers ouvriers qui pénètrent dans la galerie sont ceux qui amènent les poutres et les bois destinés à l'aménagement intérieur de la mine.

Les chariots bas sont tirés par des chaînes. Trois chefs mineurs discutent devant le cabanon.

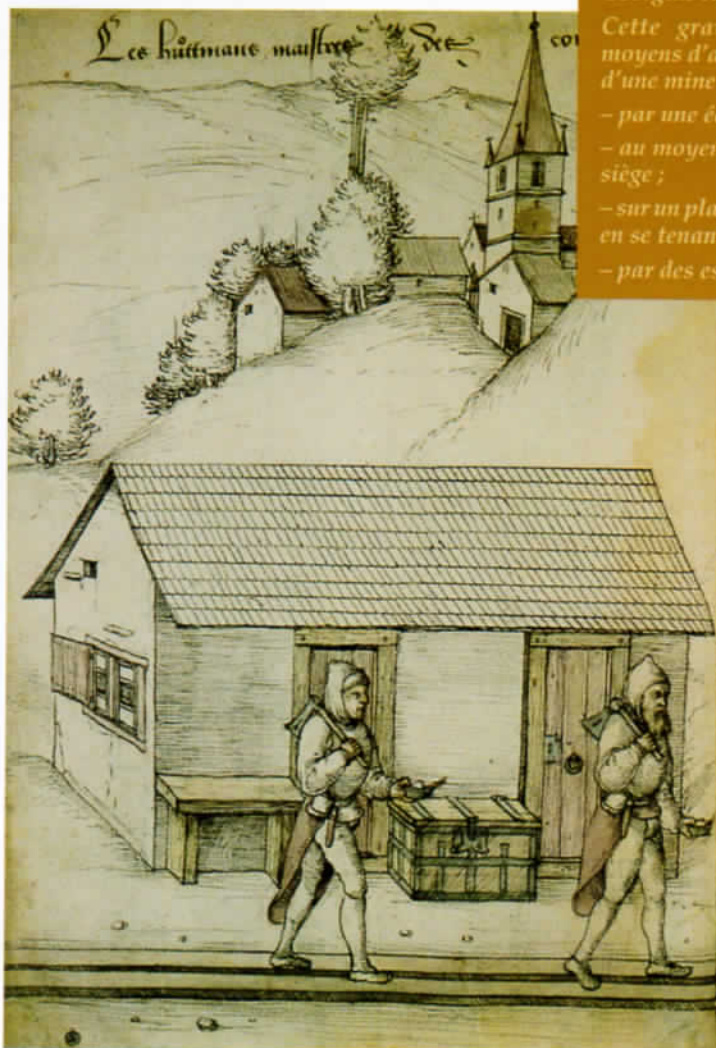
Les chefs mineurs

Les « **houttmans** » sont les chefs mineurs. Après avoir fermé le coffre qui renferme les lampes des ouvriers et le cabanon, ils pénètrent à leur tour dans la mine avec leur hache. Celle-ci les distingue des autres mineurs et marque leur position hiérarchique : ils ont la responsabilité de tailler les boisages et de garantir leur solidité.

La descente dans la mine, gravure sur bois extraite de De re metallica de Georgius Agricola.

Cette gravure montre différents moyens d'accès aux puits et galeries d'une mine :

- par une échelle ;
- au moyen d'un treuil, assis sur un siège ;
- sur un plan incliné assis sur du cuir en se tenant à une main courante ;
- par des escaliers.



Le travail dans la mine de Saint-Nicolas



Les argents rouges (sulfure naturel d'argent) sont souvent très bien cristallisés (faces très nettes). Le plus connu est la proustite.

Le chef mineur grave des croix pour contrôler l'avancement de la galerie.

La mine est profonde, jusqu'à 140 mètres. Les mineurs y descendent par des échelles. Des puits verticaux relient trois niveaux de galeries horizontales où circulent des chariots sur les voies de roulage.

La disposition des galeries et des puits témoigne d'une organisation parfaitement maîtrisée pour atteindre les zones minéralisées et permettre la circulation des hommes et des matériaux.

En bas à droite, une douzaine de mineurs s'activent. Beaucoup sont assis sur leur cuir fessier et abattent la roche avec leur marteau et leurs pointerolles. D'autres font éclater un gros bloc à l'aide de masses en frappant sur des coins* en fer. Les lampes sont posées à même le sol ou bien fixées au poutrage par des crochets.

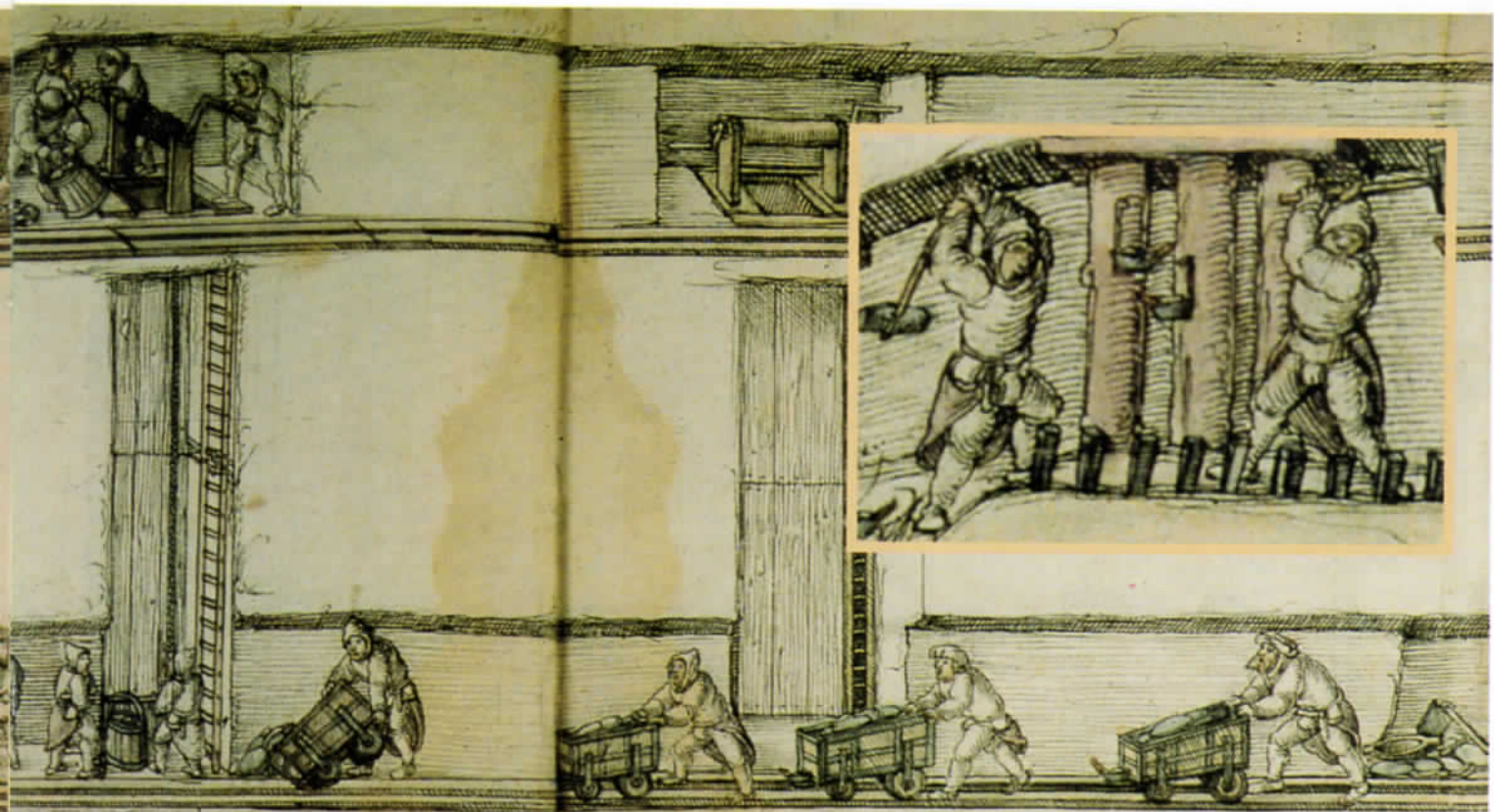
Deux ouvriers acheminent les déblais dans un seau vers le puits. Dans la galerie centrale, les déblais venant de plus loin sont acheminés dans des chariots. Un treuil remonte les seaux du fond : pendant qu'un seau plein monte, l'autre descend vide.

En haut, les déblais sont chargés dans un chariot pour être évacués à l'extérieur de la mine.

* Coin : pièce de métal amincie à une extrémité et servant à fendre la pierre.

Les parois de cette galerie en roche dure portent les traces laissées par les pointerolles qui décrivent de longues stries courbes orientées selon le sens du creusement.







Gravures sur bois extraites de *De re metallica* de Georgius Agricola

L'aération des galeries s'effectue grâce à des soufflets plus ou moins volumineux. Certains aspirent l'air vicié et le rejettent à l'extérieur. D'autres, dont le nez est engagé dans une gaine, soufflent de l'air frais dans la galerie.

Un moyen plus modeste consiste à agiter un drap, mais ce n'est guère efficace.



Lorsque la roche est très dure, les mineurs utilisent la technique du feu. Un bûcher est allumé au pied du front de taille ; la chaleur dégagée dilate et fragilise la roche sur une épaisseur de quelques décimètres. Le travail des mineurs s'en trouve facilité. Il en résulte des ouvrages aux formes arrondies, noircis par la suie. Une telle méthode d'extraction implique une forte consommation de bois et une bonne aération des galeries.

Treuil actionné par trois hommes. L'un d'eux est à la manivelle, les deux autres au cabestan, tenant des leviers : l'un les pousse pendant que l'autre les tire. Les hommes qui macœuvrent ce treuil doivent être forts afin de pouvoir fournir de gros efforts.

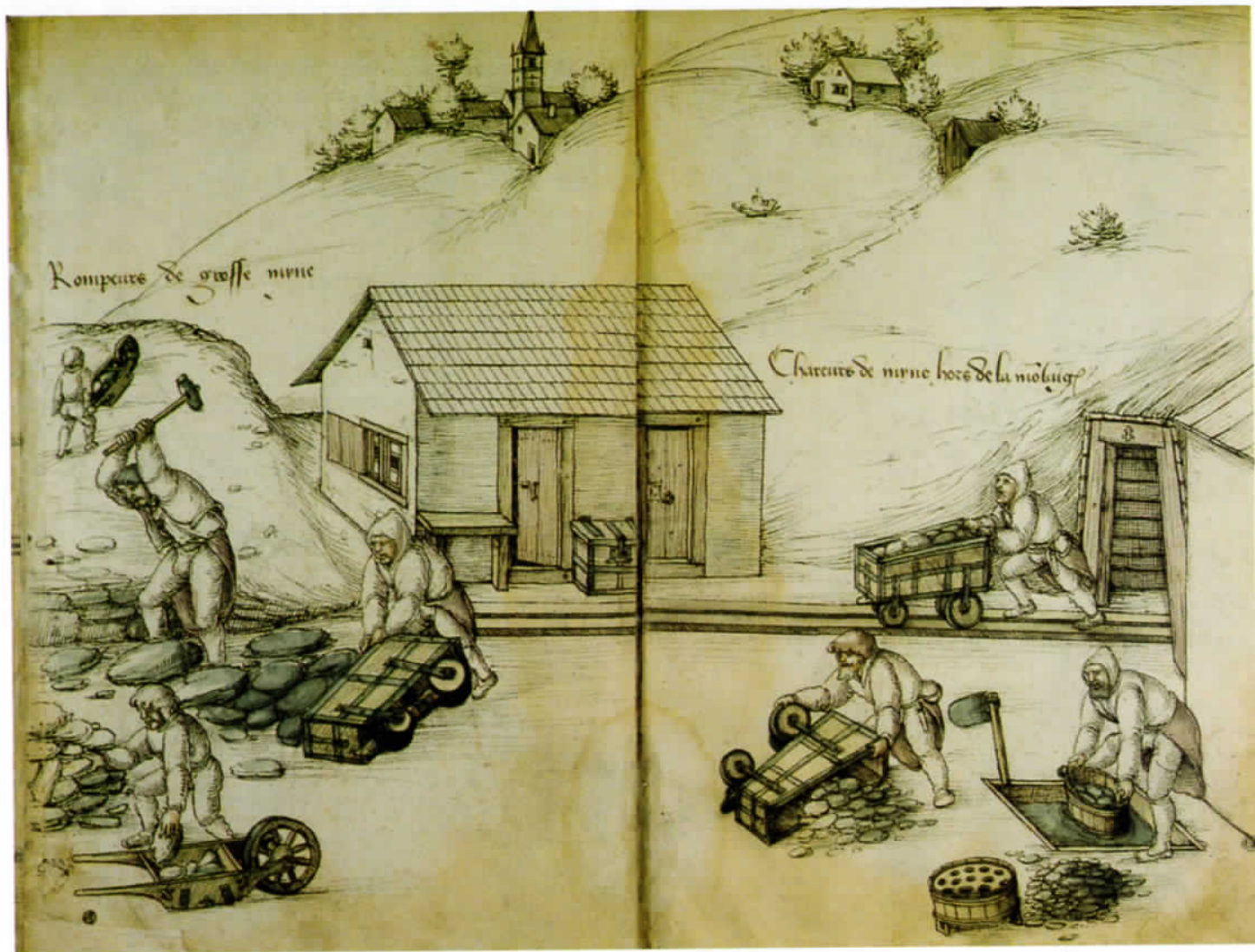


La paie des mineurs

Le « verweiser » est l'homme chargé de payer les mineurs. L'opération se fait sous la surveillance du juge des mines assisté d'un personnage armé.



La préparation du minerai



Le tri des déblais

Les déblais, constitués de minerais et de roches, sont sortis de la mine dans les chariots poussés par **les chareurs**. Les gros morceaux sont cassés à la masse par **les rompeurs**. Le minerai est séparé de la roche, puis lavé dans des cuves trouées.

Les roches inutilisées, **les stériles**, sont évacuées à la brouette vers une décharge, **la halde**.

Le tri du minerai

Les « *schaideurs** » sont des ouvriers qui trient le minerai en le cassant sur une enclume. Les morceaux riches en métal sont stockés à droite, les déchets sont dirigés vers la halde dans une brouette.

* « *Schaideur* » vient de l'allemand *scheiden* signifiant « séparer ».



Les *schaideurs* separens



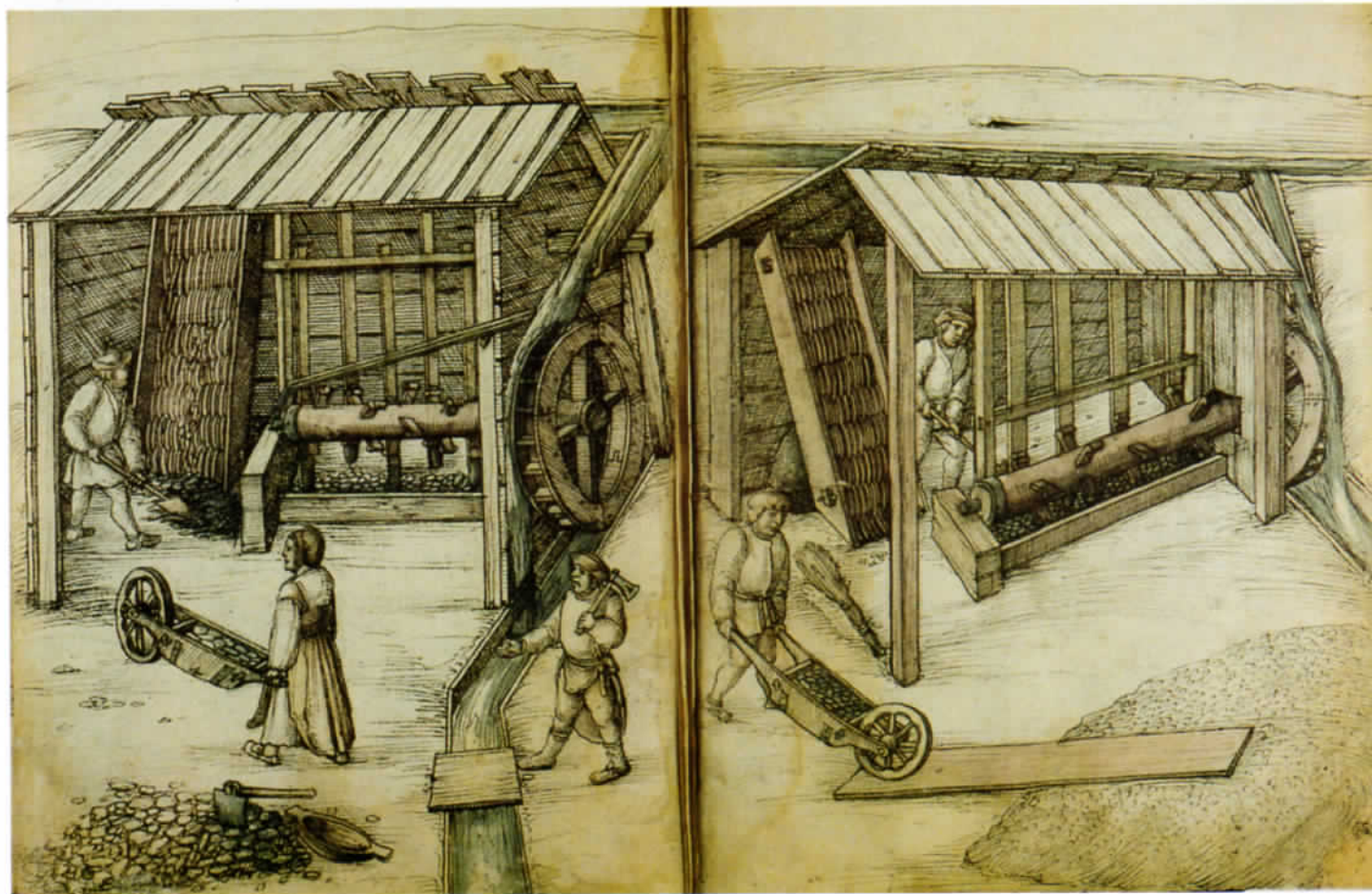
Le broyage et le tamisage

Le minerai, une fois trié, est broyé par les pileurs dans les **bocards***. Ce sont des machines hydrauliques, comme le moulin à eau : un ruisseau fait tourner une roue qui entraîne un système de pilons, barres verticales qui montent et retombent sur le minerai pour le réduire en morceaux plus petits.

Un ouvrier, le **passeur**, tamise le produit obtenu dans une **claie**** inclinée. Pour la première fois apparaît une femme...

* Le **bocard** est une innovation technique mise au point à la fin du XV^e siècle en Europe et largement utilisée dans l'industrie métallurgique.

** **Claie** : tamis vertical constitué d'une pièce d'osier tressée servant à effectuer un premier tri du minerai.





Le lavage

Le minerai est maintenant lavé sur des planches à l'aide de **râbles**, raclettes à long manche. Les laveurs le remuent constamment jusqu'à ce que la terre soit éliminée.

Des ouvriers entretiennent les canalisations d'eau qui alimentent les différents ateliers.



La sélection du minerai

Les « cloweresses* » sont toutes des femmes. Elles sélectionnent les meilleurs morceaux de minerai. Les « mis-senaies sasseurs » trient les parties riches de la poudre de minerai qui a été récupérée sur un tamis à mailles serrées appelé sas. Originaires de Meissen en Saxe, ces ouvriers sont réputés pour leur compétence ; ils se reconnaissent à leur habit traditionnel.

* « Cloweresse » vient de l'allemand *klauben*, « égrapper ».



Le partage du minerais

Le minerais, maintenant pur, peut être distribué aux différents partenaires ou concessionnaires de la mine. La répartition s'effectue sous le contrôle du juge des mines, personnage situé en haut de l'image vêtu d'un manteau de fourrure.

Le partage se fait à l'aide d'une unité de mesure : le **cuveau**. Chaque concessionnaire possède une aire de stockage spécifique. La comptabilité est tenue par deux personnages qui taillent des encoches sur des bâtons.



Le transport à la fonderie



Les concessionnaires font ensuite charger leur minerai, soit dans des chariots, soit dans des sacs portés par paire à dos de cheval. Aux fonderies, on fond le minerai pour en retirer le métal.

L'industrie métallurgique

Il s'agit d'extraire les métaux de leurs minerais, puis de séparer l'argent qui se trouve fréquemment mélangé au cuivre et au plomb.

Ces deux étapes nécessitent d'importantes énergies calorifiques. Le combustible utilisé au XVI^e siècle est le charbon de bois.



Le combustible : le charbon de bois

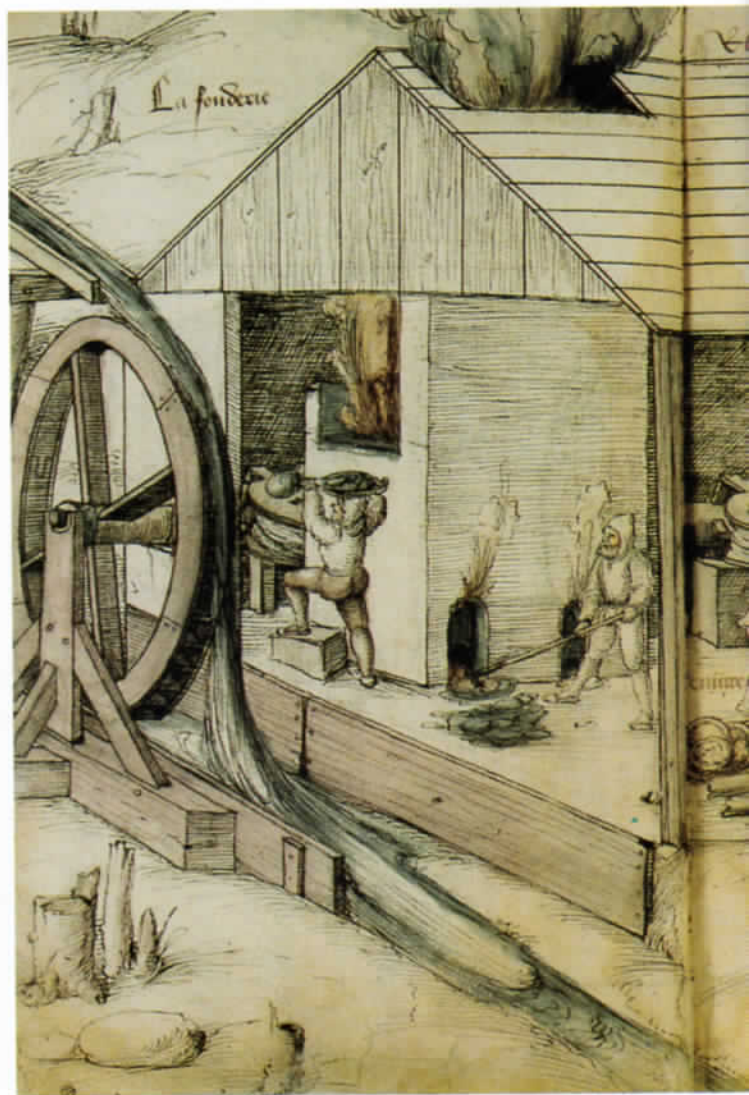
Les charbonniers construisent des **meules**, c'est-à-dire des empilements de bois qui vont être recouverts de terre. On y met le feu et le bois se transforme, au bout d'une dizaine de jours, en charbon de bois.

La métallurgie de cette époque a été responsable pour une grande part de la disparition des forêts. La pénurie de bois a favorisé la recherche d'une autre source d'énergie, le charbon de terre.



La livraison du charbon

Le charbon de bois est amené au village pour être livré à la fonderie dans des chariots en osier tressé. Il est déchargé à l'aide de grands paniers plats qui servent de mesure et sont comptés à l'entrée de la maison.



La fonte et l'affinage

Un seul bâtiment contient deux fourneaux très différents d'aspect. Le fourneau de fonte, à gauche, fond le minerai. On fait des lingots du plomb obtenu. Le fourneau d'affinage, à droite, sert à séparer le plomb de l'argent.



Les fourneaux

Les fourneaux sont alimentés en air par des soufflets. Une roue hydraulique à augets, sous le poids de l'eau qui arrive par-dessus, fournit l'énergie nécessaire. La roue fait tourner un arbre qui porte une came soulevant le soufflet ; la pierre sert de contrepoids et l'abaisse. L'air est alors envoyé dans le four par l'intermédiaire d'une tuyère.

Le fourneau de fonte est de forme parallélépipédique. Un ouvrier monte sur une marche pour y jeter le charbon de bois par le gueulard. Le minerai est enfourné de la même façon.

L'air pulsé fait brûler le charbon de bois à une température suffisante pour faire fondre le minerai qui, auparavant, a été grillé. Le charbon a un double rôle : il sert de combustible mais aussi de **réducteur**, c'est-à-dire qu'il s'associe à l'oxygène pour former du gaz carbonique et libère le métal. A la base du four, le plomb fondu et les scories coulent dans le creuset. Les scories, formées de matières provenant de la gangue et des impuretés du minerai, sont plus légères que le métal. Elles surnagent puis se solidifient au-dessus du plomb. La séparation des deux produits est aisée.

Les lingots de plomb sont entassés alors que les scories sont récupérées pour être retraitées, si elles contiennent encore du métal, ou jetées. Le métal sorti du four est qualifié de **plomb d'œuvre**. Il contient, outre du plomb, de l'argent en faible quantité. Une seconde opération est alors indispensable pour extraire l'argent.

Le fourneau d'affinage diffère par sa forme circulaire et par une coupole de fer qui peut se soulever avec une grue. Le plomb d'œuvre est placé sur **une sole*** en argile située sous la coupole. Il subit l'action d'un feu de bois (le dessin d'Heinrich Gross montre un ouvrier introduisant une bûche). Un soufflet apporte l'air nécessaire à la combustion. L'air, sous l'effet de la chaleur, oxyde très vite le plomb et le transforme en un produit, **la litharge****, qui forme une mince pellicule à la surface du mélange en fusion. Cette litharge coule du four par une échancrure latérale ; son mouvement est aidé par un ouvrier qui la tire avec une sorte de crochet. Cette opération appelée **coupellation** se produit à une température d'environ 960 °C. Elle est très différente de la réduction. Lorsque le plomb a été oxydé, l'argent apparaît, il brille. C'est ce que les fondeurs appellent « l'éclair ». Il faut alors arrêter rapidement l'arrivée d'air avant que l'argent ne s'oxyde à son tour.

L'argent subit souvent un raffinage pour le purifier davantage. La litharge peut être réduite à nouveau pour donner du plomb.

* **Sole** : partie du four qui reçoit les produits à traiter.

** **Litharge** : mot d'origine grecque signifiant « pierre de plomb ».

Les lingots d'argent

Les lingots d'argent sont pesés sous la surveillance du juge des mines. Le poids est gravé au poinçon, puis les lingots sont transportés par un cavalier au palais du duc de Lorraine qui en fait de la monnaie ou des objets d'orfèvrerie.

Dans la seconde moitié du XVI^e siècle, la litharge ou oxyde de plomb était vendue sur le marché lorrain ou à l'étranger. Les potiers l'achetaient car elle était un composant de la glaçure des pots et de la céramique du bâtiment.



Conclusion

Les mines de plomb argentifère, exploitées depuis le X^e siècle, ont joué un rôle essentiel dans l'économie lorraine. Elles ont attiré une main-d'œuvre étrangère, souvent d'origine germanique, et entraîné une extension de l'habitat. Ces mines, très riches, étaient des enjeux de pouvoir pour les ducs de Lorraine qui les défendaient contre les visées des seigneurs allemands. La mine Saint-Nicolas de La Croix-aux-Mines était la plus ancienne mais aussi la plus productive des mines du val de Saint-Dié.

Relancée au début du XVI^e siècle, la production déclina à partir de 1538, relayée par d'autres mines.

En une vingtaine d'années, les mines ducales auront livré près de trente tonnes d'argent-métal, dont une grande partie sera destinée à la monnaie de Nancy.

Les dessins du peintre Heinrich Gross constituent une œuvre exceptionnelle pour la représentation et la compréhension des techniques minières à la Renaissance. En illustrant de manière détaillée et artistique les différents corps de métiers, les ateliers, les machines, les outils jusqu'à la production de l'argent, cet artiste contribue à faire connaître une activité industrielle fondamentale pour l'économie de la Renaissance.



Reliquaire en argent de saint Théodule, sainte Ursule et saint Maurice. Maître B.H. Besançon, XV^e siècle. Trésor de l'église de Villersexel (Haute-Saône).

Page 32, au milieu et en bas à gauche : monnaies d'argent, frappées à Ensisheim (Alsace) à l'effigie de l'Empereur Ferdinand, Archiduc d'Autriche, XVI^e siècle.

Aujourd'hui, les apports de l'archéologie

Une archéologie souterraine

C'est à travers les archives que les historiens ont abordé l'étude des mines d'autrefois. Très abondantes à partir de la fin du XV^e siècle, ces sources historiques nous apportent une vision incomplète du monde minier.

Aujourd'hui, les travaux de terrain ont largement contribué à enrichir notre connaissance du patrimoine minier.



Les équipements en bois de jadis – échelles, planchers – ont disparu et les archéologues doivent utiliser des cordes pour explorer les anciennes mines.



Passage d'une chatière, endroit où l'on ne peut passer qu'en rampant à cause d'éboulements.

minière



Avec une boussole, le plan de la mine est relevé : il va servir de document de base pour toutes les études.

Pour étudier les anciennes mines les chercheurs doivent être à la fois archéologues et spéléologues.

Les investigations sont nombreuses et variées : topographie détaillée, photographie, désobstruction et consolidation des éboulements, dénoyage de puits inondés, fouille du sol des galeries, étude du mobilier, confrontation du terrain et des archives, datation par dendrochronologie*.

* **Dendrochronologie** (du grec *dendron*, « arbre », *klirónos*, « temps » et *logos*, « science ») : méthode de datation très précise fondée sur la mesure des cernes de croissance annuels des arbres.

Installation d'une pompe

Pour explorer les galeries noyées, il faut pomper l'eau. De telles opérations sont longues et peuvent durer plusieurs jours.



Galerie ogivale tronquée : cette galerie suit un filon stérile où la roche est très dure.

Ce front de taille dans la roche dure est la fin d'une galerie. Il présente plusieurs gradins et entailles verticales qui reflètent la méthode employée pour faire avancer la galerie. Selon la dureté de la roche, la vitesse de percement variait de 5 à 18 cm par jour, soit 15 à 60 m par an.



Les galeries : sentiers d'accès au filon minéralisé

La forme des galeries dépend beaucoup de l'état du terrain.

En roche friable ou fracturée, les galeries sont informes mais néanmoins hautes et étroites.

En roche dure, leur architecture est typique : on parle alors de section « ogivale tronquée » qui caractérise les mines du XVI^e siècle.

La fin d'une galerie, appelée front de taille, marque en quelque sorte une étape du creusement ; c'est le poste de travail du mineur, conservé dans l'état où il a été subitement abandonné.



Galerie sur faille : cette galerie suit une faille inclinée qui lui donne ce profil penché.

L'ancêtre du chemin de fer

Sur de courtes distances le transport du minerai se faisait avec des seaux ou des paniers.

Mais au-delà d'une cinquantaine de mètres, les galeries étaient équipées d'une voie de roulage pour le transport par chariot.

Ces voies sont constituées de poutres parallèles longues de 1 à 4 mètres, chevillées sur des pièces de jonction.

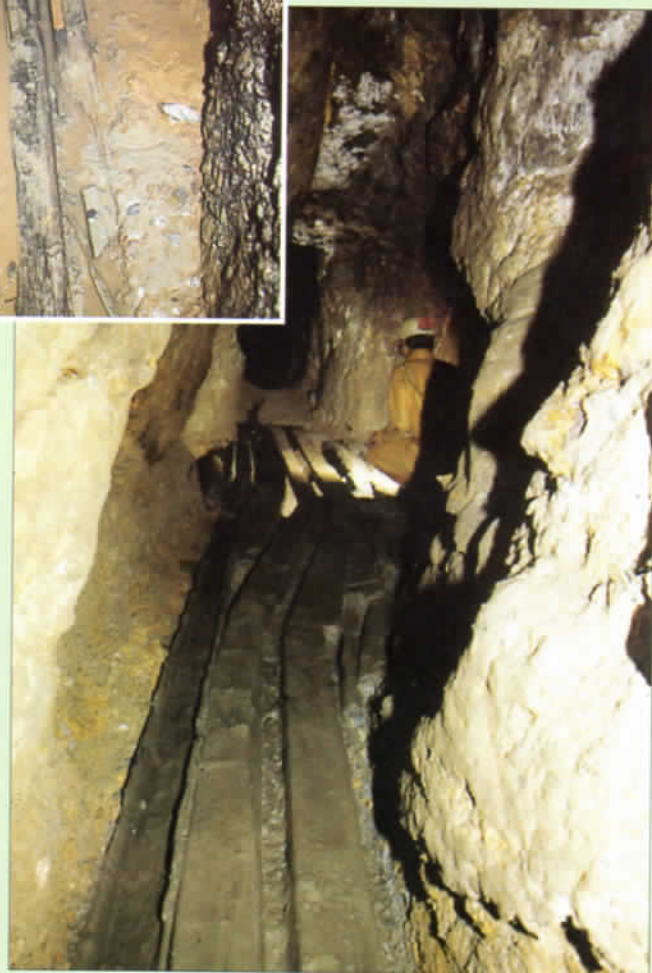
Les chariots, surnommés « chiens de mine », sont des caisses en bois renforcées par des ferrures. Les roues sont fixées dessous et un grand clou de guidage maintient le véhicule sur la voie.

Au XVI^e siècle, le système de roulage permit aux exploitations de s'étendre sur de grandes longueurs. Cette innovation joua un rôle considérable dans l'essor des mines.



Dans les virages, les raccords de voies pouvaient être renforcés par des ferrures.

En fouillant des galeries remblayées, on peut retrouver des voies de roulage parfaitement conservées.



Chariot surnommé « chien de mine » conservé dans un musée : ce surnom provient du bruit qu'il faisait en roulant dans les galeries.



L'eau a conservé les boisages de ce puits, mais le treuil a disparu.

Les boisages

Les entrées de galeries et les zones ébouleuses étaient équipées de boisages constitués de planches ou de dosses (planches épaisses) maintenues par des cadres. Dans les chantiers évidés, des poutres supportaient un plancher de circulation ou de stockage de déblais. Des pompages de puits inondés ont livré des boisages parfaitement conservés qui servaient avant tout à équiper le puits plutôt qu'à le consolider.

Cadre en bois dans une galerie ébouleuse
Les boisages de galeries ne sont conservés que dans les galeries inondées.





Cette rigole taillée dans la paroi d'un défilage (poche de minerai vidée de son contenu) protégeait les grosses poutres de l'eau.

Cette rigole au sol d'une galerie évitait aux mineurs de patauger dans l'eau.

L'eau, la hantise du mineur

L'eau qui s'infiltrait dans les galeries était l'ennemie du mineur.

Les eaux de ruissellement étaient canalisées vers des galeries de drainage par des rigoles taillées dans le sol ou sur les parois.

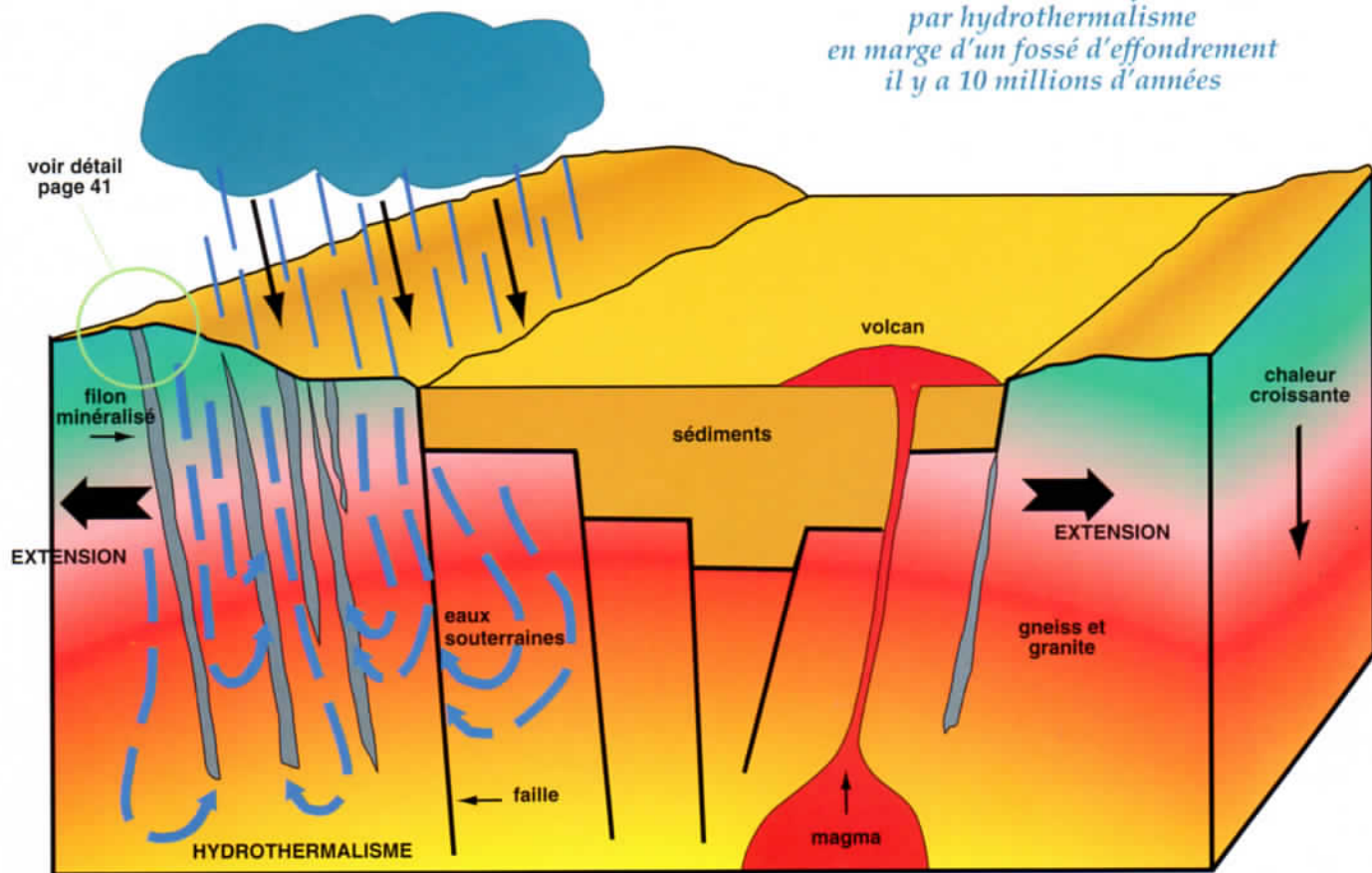
Reportage de Bruno Ancel,
archéologue minier au Centre de culture
scientifique, technique et industrielle de
L'Argentière-la-Bessée.



COMMENT LES FILONS D'ARGENT SE SONT FORMÉS

Entre les Vosges et la Forêt-Noire, la plaine d'Alsace est un fossé d'effondrement qui s'est ouvert au cours de l'ère tertiaire (de 65 à 1,64 millions d'années avant notre ère) par extension de la croûte continentale et formation de failles.

*Minéralisation de filons
par hydrothermalisme
en marge d'un fossé d'effondrement
il y a 10 millions d'années*



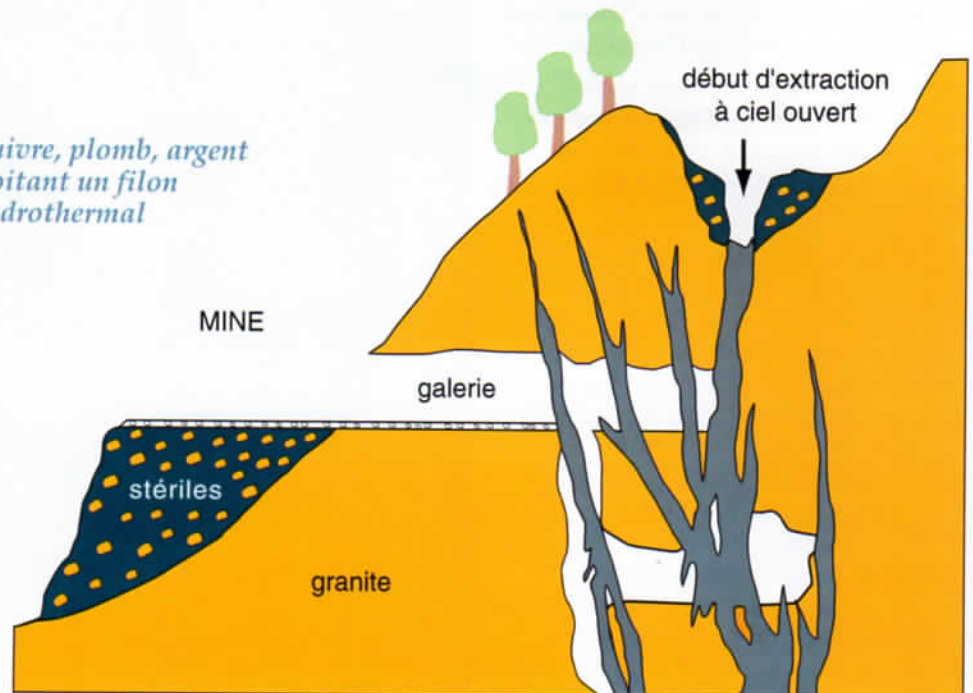
Dans cette région, sismiquement active, le gradient géothermique* est supérieur à la moyenne (à 900 mètres de profondeur, la température de la roche est proche de 50 °C aux mines de potasse d'Alsace). Il y a de nombreuses sources chaudes (65 °C à Pechelbronn, dans le Bas-Rhin). A l'est de Colmar, le volcan du Kaiserstuhl était actif il y a dix millions d'années, ce qui est peu à l'échelle des temps géologiques. C'est à cette époque que se sont minéralisés les filons qui ont fait la richesse des mines d'argent de Sainte-Marie-aux-Mines (Haut-Rhin) ou de Giromagny (Territoire de Belfort). Le processus hydrothermal met en œuvre des eaux d'origine magmatique et/ou des eaux contenues dans les roches et/ou des eaux d'infiltration qui, au cours de leur progression en profondeur, voient la pression s'élever et leur température atteindre plusieurs centaines de degrés.

Dans ces conditions, les eaux peuvent dissoudre de nombreux éléments chimiques, y compris des métaux, au contact des roches. L'extension du fossé favorisant l'ouverture des failles et des fractures, ces eaux très chaudes et minéralisées, sous l'effet de la pression, empruntent ces voies de passage pour remonter, en y déposant leur charge minérale. C'est ainsi que se forment les filons, où s'accumulent des masses minérales diverses (barytine, fluorine, calcédoine) formant la gangue à laquelle sont associés les sulfures métalliques (galène, chalcoppyrite, cuivre gris...) riches en plomb, en cuivre... et en argent.

* Gradient géothermique : profondeur à laquelle on s'enfonce pour observer une augmentation de température de 1 °C.

Mine de cuivre, plomb, argent exploitant un filon hydrothermal

Reportage de Patrick Rosenthal, du laboratoire de Géologie structurale et appliquée de Besançon.



Petits animaux des cavernes

LE MONDE SOUTERRAIN commence sous nos pas, exactement à un millimètre au-dessous de la surface du sol.

C'est un monde essentiellement minéral, dans lequel l'eau est souvent présente. Il est, dans son immense majorité, impénétrable à l'homme. C'est le domaine de l'obscurité, de l'humidité.

L'homme l'a pénétré grâce aux grottes naturelles qui dépendent de la nature géologique du sous-sol. Puis, par ses activités, l'homme a créé des milieux souterrains artificiels : puits, galeries, souterrains, mines...

C'est par ces « portes » que l'homme a pu commencer à mieux comprendre ces espaces mystérieux, sombres, inhospitaliers. Il y a découvert que la vie était présente, comme à l'extérieur, sous des formes très diversifiées et adaptées à des milieux variés, tant terrestres qu'aquatiques. Par contre, l'absence de lumière solaire exclut de ces milieux toute végétation chlorophyllienne : seuls quelques champignons ont pu y évoluer.

Certaines formes de vie ont complètement intégré l'espace souterrain et, après une longue évolution, s'y sont pleinement adaptées. Leurs caractéristiques essentielles sont les suivantes :

- organismes blancs : apigmentation ;
- organismes dépourvus d'yeux : anophtalmie ;
- moyens tactiles et préhension très développés ;
- durée de vie plus longue par rapport à des espèces sœurs de surface.



LES CRUSTACÉS

Les crustacés sont bien représentés sous terre et de nombreuses espèces sont de véritables troglobies – c'est-à-dire qu'elles vivent en permanence dans les profondeurs souterraines –, tant terrestres qu'aquatiques.

Un crustacé des sols : *Androniscus*

Androniscus survit dans des conditions difficiles : depuis longtemps, il a su s'adapter à son milieu. Il se nourrit du bois qui se trouve dans les anciennes mines.



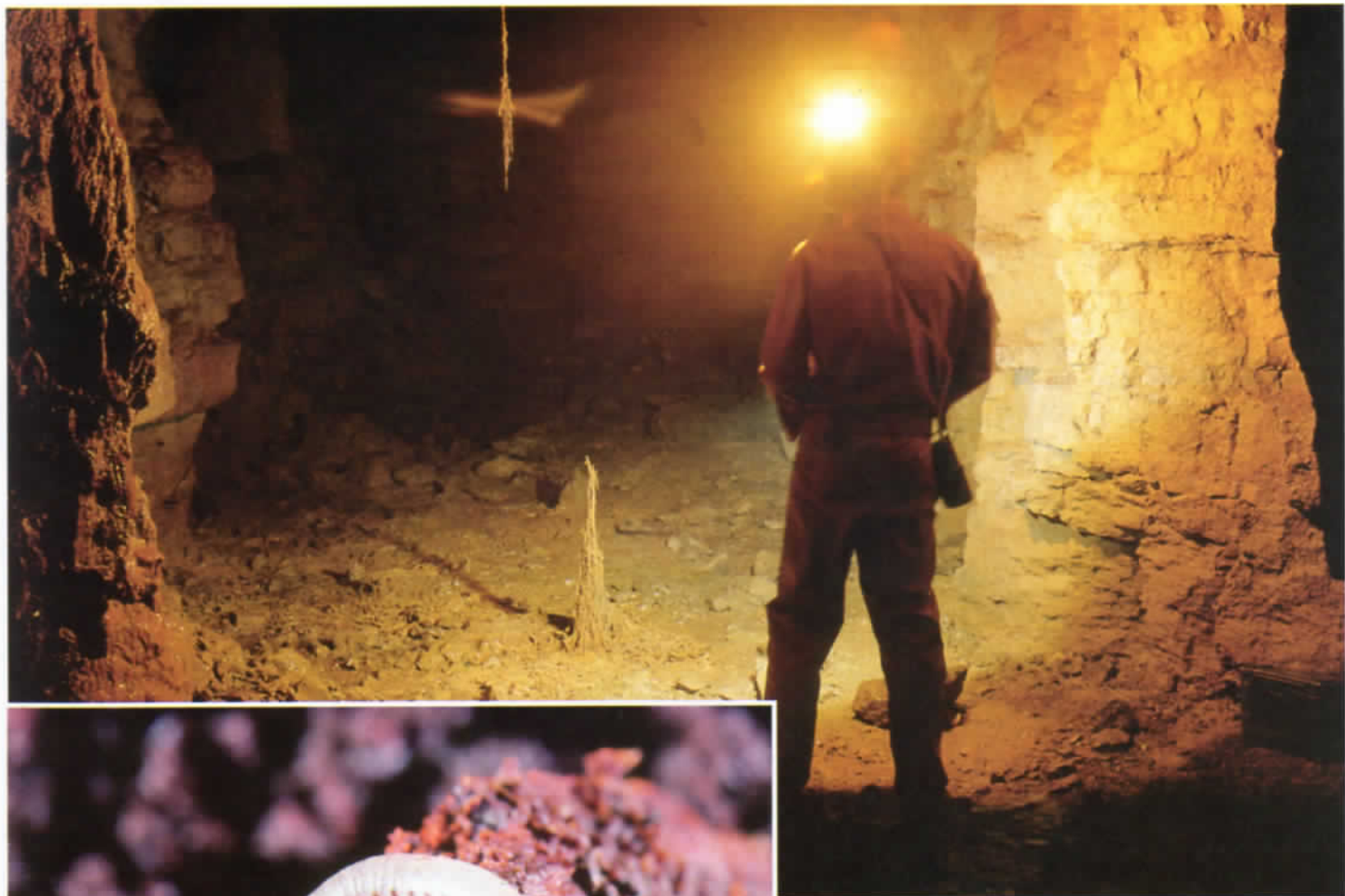
Blanc ou légèrement rosé, ce petit crustacé, proche des petits cloportes de nos maisons, vit dans des milieux terrestres souterrains diversifiés : sol, boues, bois morts.

Un crustacé d'eau : *Niphargus*

Niphargus est une crevette d'eau typique des milieux souterrains européens. Apigmentés, très sensibles à la lumière et à la chaleur, les *Niphargus* se développent dans tous les milieux d'eau : ruisseaux, mares, suintements de paroi.

Plus d'une trentaine d'espèces ont pu être reconnues dans les gouffres et grottes de France. Leur durée de vie peut atteindre dix ans. Ils se reproduisent sous terre et se nourrissent de limon, d'insectes morts, de guano. Ils nichent dans des terriers creusés dans l'argile du sol et peuvent, en cas de manque d'eau, y survivre jusqu'à huit à dix mois.





UN MYRIAPODE : LE IULE BLANC

Se nourrissant de bois mort et de nourritures diverses sous terre, ces mille-pattes ou iules blancs peuvent former, par endroits, de grands rassemblements, discrets mais actifs.

UN PAILLON : LA DÉCOUPURE

Les papillons séjournent régulièrement dans les cavités : certains d'entre eux peuvent même y hiberner. Tel est le cas de la découpure (*Scoliopteryx libratix*) qui entame, dès octobre, son long cycle d'hibernation.



Un escargot dévore un papillon mort.



Ces deux papillons se sont posés sur un cocon d'araignée.

Par dizaines – voire par centaines – ces papillons se retrouvent sous terre, plaqués contre les plafonds des grottes ou d'anciennes mines, non loin des entrées. Ils y resteront jusqu'au mois de mars-avril. Beaucoup mourront, soit parasités par des champignons, soit dévorés par d'autres prédateurs : araignées, mollusques ou chauves-souris.

Les survivants sortiront au printemps pour pondre et mourir rapidement.

UNE ARAIGNÉE : *META MENARDI*

Les araignées sont des carnivores typiques des chaînes alimentaires cavernicoles. C'est la raison pour laquelle elles choisissent de s'établir sur les voies de passage des autres animaux : accès et entrées des grottes et galeries. Elles tissent leurs toiles dans lesquelles viendront se piéger de nombreux arthropodes comme les mille-pattes.



Les petits de *Meta menardi* naissent et grandissent dans des cocons ronds et blancs qui sont accrochés aux parois des cavités.

UN INSECTE : LA PHRYGANE

Dans certaines galeries de mines, le sol est jonché d'ailes brunes de phryganes mortes qui témoignent de la présence de ces insectes. On peut les apercevoir de temps en temps en hiver, contre les parois des galeries. Leurs ailes sont repliées le long du corps et on voit leurs deux longues antennes.

Leurs larves vivent loin de là, au fond des rivières et des étangs. Les enfants qui vont à la pêche les connaissent bien et les appellent les porte-bois.



En effet, ces larves s'entourent d'un fourreau fait de brindilles ou de petits cailloux pour se protéger des nombreux prédateurs qui vivent dans l'eau. Ce n'est qu'une fois adultes que les phryganes quitteront l'eau et passeront la mauvaise saison dans le milieu souterrain.

UN BATRACIEN : LA SALAMANDRE

En dehors des chauves-souris, les batraciens sont des vertébrés qui fréquentent également le monde souterrain en Europe. Parmi ceux-ci, la salamandre tachetée pénètre dans les porches rocheux, l'entrée des grottes où elle peut hiberner sous des tas de feuilles et dans les pierriers. Plus rarement, elle peut s'y reproduire lorsque des mares enrichissent le site. La salamandre est un animal discret, sensible au dérangement, d'observation délicate.



Reportage réalisé par
Bernard Hamon et Jean-François Schneider.

TRENTE MOTS CLÉS POUR COMPRENDRE...



30 Mots



TRENTE MOTS CLÉS, une collection qui ouvre un livre parcouru à travers les mots et les concepts pour permettre à chacun de corriger les dérives de sens, de compléter ses acquisitions antérieures selon un cheminement personnel, de hiérarchiser et de structurer ses acquis, d'entrer dans le champ des concepts par une phrase clé, une schématisation graphique, une modélisation.

Format 12 x 21 cm

96 pages illustrées Reliure cartonnée





Bibliothèque de Travail

fondée par Célestin Freinet

• Publication éditée, imprimée et diffusée par les PUBLICATIONS DE L'ÉCOLE MODERNE FRANÇAISE Société anonyme - RCS : Cannes B 339.033.334 - APE : 221 E. Siège social : Parc de l'Argile, voie E - 06370 MOUANS-SARTOUX (France).

Directeur de la Publication :
Robert POITRENAUD.

Responsable de la Rédaction :
Jean-Pierre JAUBERT.

Comité de Direction :
Robert POITRENAUD ;
Président-Directeur général ;
Pierre GUÉRIN, Maurice
MENSAN, Georges DELOBBE,
Michel RIBIS : administrateurs.

• Administration - Rédaction - Abonnements : PEMF
06376 MOUANS SARTOUX CEDEX
Tél. : 92 92 17 57

Loi n° 49956 du 16 juillet 1949 sur les publications destinées à la jeunesse.

Dépôt légal à parution. N° CPPAP : 53288 - ISSN 0005-335X

Un grand reportage

UNE MINE D'ARGENT À LA RENAISSANCE

Vers 1530, dans un recueil de dessins à la plume, à l'encre noire et rehaussé à l'aquarelle, Heinrich Gross, peintre alsacien, décrit la mine de Saint-Nicolas, une des mines d'argent dont le duc Antoine de Lorraine est propriétaire.

Cette bande dessinée montre le travail des mineurs de la Renaissance, leurs outils et la transformation en métal du minerai de plomb et d'argent extrait de la mine.

Un reportage à lire et à regarder pour votre plaisir.

D'autres reportages :

– **Aujourd'hui, les apports de l'archéologie minière** : un reportage sur les travaux de terrain qui contribuent à enrichir notre connaissance du patrimoine minier.

– **Petits animaux des cavernes** : rencontre avec des crustacés, papillons et araignées qui vivent dans l'humidité et l'obscurité du monde souterrain.

MOTS CLÉS :

Pour faciliter votre classement, vous pouvez répertorier ces reportages aux mots clés suivants :

- argent, dessin, économie, Lorraine, mine, minerai, outil, Renaissance, Vosges ;
- araignée, archéologie, batracien, caverne, crustacé, galerie, humidité, insecte, myriapode, obscurité.