

Zeitschrift:	Minaria Helvetica : Zeitschrift der Schweizerischen Gesellschaft für historische Bergbauforschung = bulletin de la Société suisse des mines = bollettino della Società svizzera di storia delle miniere
Herausgeber:	Schweizerische Gesellschaft für Historische Bergbauforschung
Band:	- (2000)
Heft:	20b
Artikel:	Les ressources minières du haut fourneau de Montagney : gîtes minéraux et exploitations minières
Autor:	Morin, Denis / Rosenthal, Patrick
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-1089769

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Les ressources minières du haut fourneau de Montagney. Gîtes minéraux et exploitations minières

Résumé

Deux grandes catégories de minerais de fer alimentaient le haut fourneau de Montagney : des minerais de fer pisolithique ou minerai «en grains» et des minerais de fer oolithique ou «en roche». Le minerai pisolithique a donné lieu à de nombreuses exploitations par minières à ciel ouvert à la surface du plateau et dans les cavités du karst. La mine de Fallon constitue un exemple d'exploitation karstique. Les mineurs ont vidé les remplissages sédimentaires ferrugineux qui occupaient grottes et gouffres du plateau jurassique. Le minerai oolithique était exploité en plateaues par galeries. La mine de Rougemontot fonctionna longtemps avec un mode d'abattage particulier lié au statut de la concession et à la concurrence des différents maîtres de forges propriétaires ou amodiataires du gîte. Ce mode d'exploitation par galeries longilignes et parallèles traduit les prémisses d'une exploitation par chambres et piliers.

Zusammenfassung

Der Hochofen von Montagney wurde vorwiegend mit zwei Sorten Eisenerz beliefert: pisolithische Erze oder «Bohnerze», und oolithische Erze oder «Stuferze». Das Bohnerz wurde in zahlreichen Tagebauen des Plateaus oder aus Karsthöhlen gewonnen. Das Bergwerk zu Fallon ist ein Beispiel für einen Karstabbau. Die Bergleute gewannen die eisenhaltigen Ablagerungen aus den Gängen und Spalten der jurassischen Hochebene.

Die oolithischen Eisenerzbänke wurden durch Stollen abgebaut. Die Art der Erzgewinnung im Bergwerk von Rougemontot blieb lange Zeit eine besondere, da sie mit den Satzungen der Konzession und der Konkurrenz zwischen den verschiedenen Hüttenmeistern, denen das Erzlager gehörte oder verliehen war, zusammenhing. Diese Abbauart über parallele Längsstrecken zeigt schon die Ansätze eines echten Pfeilerbaus.

Riassunto

Due tipi di minerale di ferro alimentavano l'altoforno di Montagney: il minerale di ferro pisolitico o minerale «in grani» e il minerale di ferro oolitico o «roccioso». Il minerale pisolitico è stato coltivato nelle numerose miniere a cielo aperto alla superficie dell'altopiano e nelle cavità carsiche come nel caso della miniera di Fallon. I minatori hanno vuotato il riempimento sedimentario ferruginoso che colmava parzialmente le cavità e le grotte dell'altipiano del Giura.

Il minerale oolitico è stato estratto in sotterraneo per mezzo di gallerie, come nella miniera di Rougemontot che fu coltivata a lungo per mezzo di un particolare metodo di scavo, legato al tipo di concessione e alla concorrenza di differenti mastri di forgia proprietari o affittuari del giacimento. Questo sistema di sfruttamento mediante lunghe gallerie parallele, anticipò la coltivazione per mezzo di camere sorrette da pilastri.

1. Introduction

Province riche en mines de fer à l'époque moderne, la Franche-Comté se situait à la veille de la Révolution, au second rang dans le royaume pour la production du fer. Le bilan envoyé par l'Intendant du Royaume au Bureau du Commerce en mai 1789 comprenait 52 fourneaux, 43 forges, 79 martinets, 3 fileries, 8 tireries. En 1825, la Haute-Saône et le Nord du Doubs étaient, avec la Haute-Marne, au premier rang des départements français pour la production métallurgique.

A l'époque médiévale, les concessionnaires de mines furent très souvent les monastères. Leurs chartes font mentions d'anciennes exploitations minières et de forges. Autour des abbayes de Bellevaux, Theuley, La Charité, Cherlieu, Marast se concentrait la plus grande partie de l'activité métallurgique.

Le plus ancien document, qui date du XIII^e siècle, concerne une donation en 1265, faite par Jean de la Roche à l'abbaye de Bellevaux, des dîmes de Cendrey et de celles de la grange de la Tour-de-Scey, avec l'autorisation d'exploiter des mines de fer dans toute l'étendue de ces terres.

Au XVI^e siècle, on exploitait le minerai de fer dans les forêts autour de la ville de Montbéliard, à Chagey et au Mont-Vaudois, ainsi qu'à Héricourt, Trémoins, Etobon, Belverne et Magny-d'Anigon, comme en font foi les comptes de la seigneurie d'Héricourt, de 1580.

La conquête française eut pour résultat de stimuler l'industrie métallurgique comtoise et de multiplier mines et minières. Louis XIV ordonna ainsi aux seigneurs qui possédaient du minerai de fer sur le territoire de leur seigneurie, d'édifier des fourneaux. En règle générale, les seigneurs confiaient à d'autres le soin de diriger leurs établissements.

Près d'un siècle plus tard, la richesse minérale de la Comté était connue dans le Royaume : «*Les mines de fer sont si communes dans la province que l'on peut regarder son sol comme tout ferrugineux. L'on compterait plus aisément les lieux où il n'y en a pas que ceux où l'on en trouve*».

Le haut fourneau de Montagney, situé au bord de la rivière l'Ognon a fait appel, pour son alimentation, à des ressources minières diversifiées tirées du sous-sol des communes environnantes dans un rayon inférieur à 10 km de l'usine. Il convient pour les caractériser de définir au préalable le cadre géographique et géologique de ces gîtes.

2. Situation géographique

Entre Belfort, Besançon et Vesoul, la moyenne vallée de l'Ognon (altitude : 250 m environ) forme un couloir orienté NE-SW, bordé au NW par l'escarpement du pla-

teau de Montbozon (altitude : 300 m environ) et au SE par les reliefs plus accidentés des collines préjurassiennes (altitude : entre 300 et 480 m).

Au bord de la rivière, Montagney est situé aux confins des départements du Doubs et de la Haute-Saône – la limite administrative suit sensiblement l’Ognon. Les gîtes qui ont alimenté le haut fourneau sont distribués sur les deux départements, de part et d’autre de la vallée.

3. Cadre géologique

Le cadre géologique du secteur fait apparaître deux unités structurales bien différenciées, au SE les Collines préjurassiennes, au NW, le fossé tectonique ou graben de l’Ognon (Fig. 1).

Les Collines préjurassiennes sont constituées de compartiments faillés disposés en touches de piano allongés selon une direction N-S et de largeur comprise entre 300 m et 2 km. Dans ces compartiments, les terrains sédimentaires secondaires ont un faible pendage vers le S, tel que du N au S, affleurent des couches de plus en plus récentes s’étageant du Trias moyen au Jurassique moyen. La terminaison N des différents compartiments coïncide avec des failles amenant les couches du Trias, du Jurassique inférieur ou Lias ou du Jurassique moyen des Collines préjurassiennes en contact, localement chevauchant, avec les calcaires du Jurassique supérieur du graben de l’Ognon.

Les argiles du Trias supérieur renferment des couches de gypse, de sel gemme et de lignites qui ont fait l’objet d’exploitations à quelques km au NE de Rougemont (mellecey...).

Séparant les marnes du Lias des calcaires du Jurassique moyen, une couche de minerai de fer oolithique d’âge aalénien (âge : 175 millions d’années) se développe entre la vallée du Doubs, où des mines furent exploitées à Deluz, Laissey, Roulans et celle de l’Ognon. C’est à ce vaste gîte stratiforme que se rattachent les mines de Battenans-les-Mines, Rougemontot et Rognon, qui font partie des sites ayant approvisionné Montagney.

Les entablements calcaires de Jurassique moyen surmontant la couche de minerai oolithique forment une cuesta à regard N (cuesta médico-jurassique). Ils sont localement couverts de placages de limons et d’argiles résiduelles pouvant renfermer du minerai de fer tertiaire en grains (minerai pisolithique).

Le fossé tectonique ou graben de l’Ognon, s’allonge suivant une direction NE-SW. Il est large de 6 à 8 km et sépare les Collines préjurassiennes des Plateaux de Haute-Saône. Les calcaires du Jurassique supérieur y sont souvent recouverts de placages d’argiles résiduelles à chailles et de limons. En rive gauche de l’Ognon persiste un complexe de terrasses alluviales anciennes. On compte de nombreux gîtes de minerai de fer en grains en relation avec ces placages et certaines terrasses anciennes. On leur attribue un âge plio-pléistocène (entre 3 millions d’années quelques dizaines de milliers d’années) par analogie avec des gîtes bien datés du val de Saône. Le haut fourneau de Montagney réduisait le minerai en grains de Bouhans-lès-Montbozon, Chazelot, Cognières, Montagney et Thieffrans.

A Montussaint, un petit gisement de terrains crétacés et de minerai de fer en grains rattaché à l'Eocène à faciès *Sidérolithique* (âge : environ 45 millions d'années), a été préservé de l'érosion; ce minerai était envoyé à Montagney.

Il ressort de ce premier aperçu que deux catégories de minerai de fer bien distinctes ont été exploitées pour alimenter le haut fourneau de Montagney : les minerais de fer pisolithique ou «en grains» et les minerais de fer oolithique ou «en roche». L'origine, la nature physico-chimique et le mode de gisement de ces deux types de minerai sont assez différents pour que l'on différencie sans ambiguïté les conditions de leur exploitation.

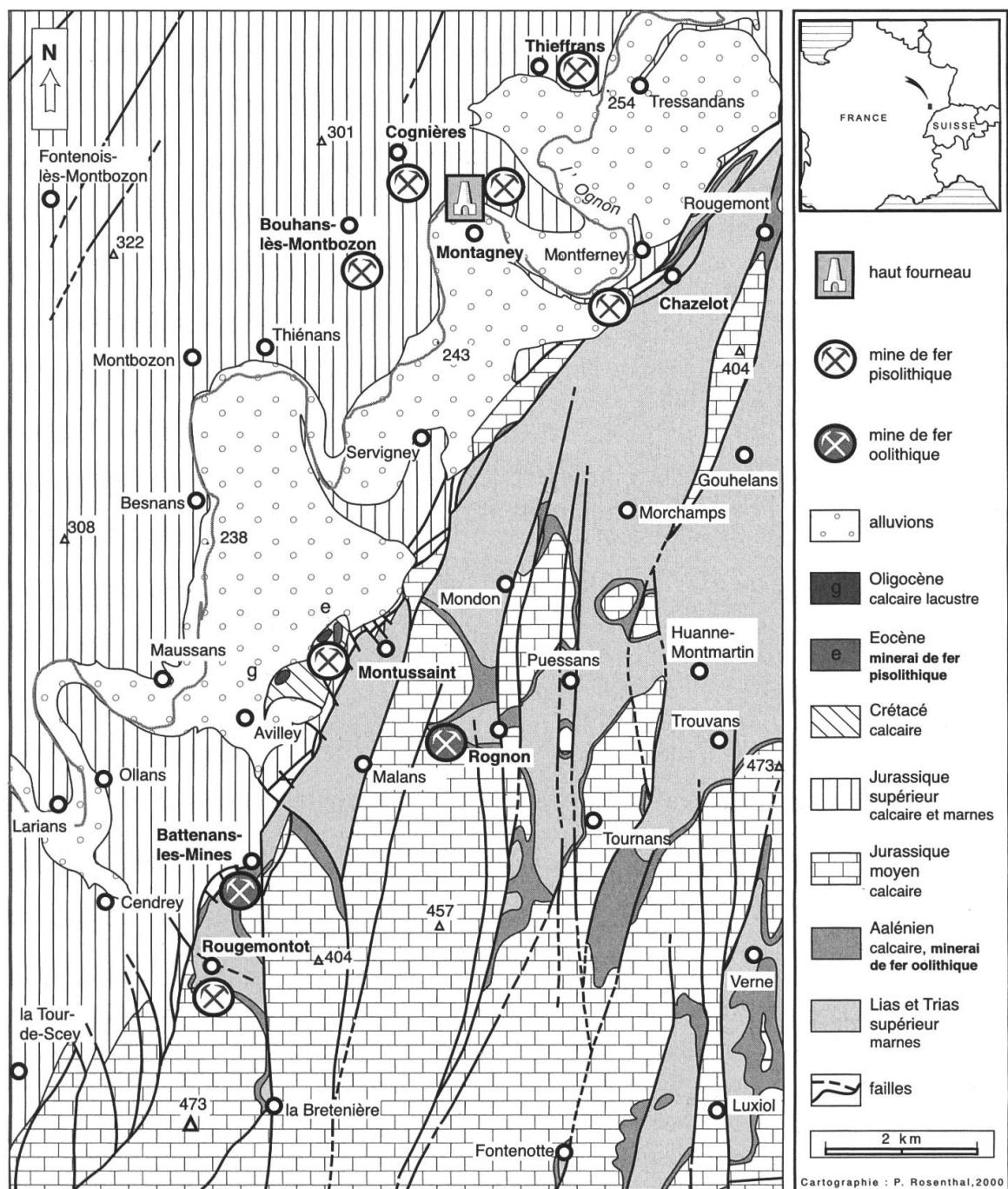


Fig. 1 : Carte géologique des environs de Montagney. Localisation du haut fourneau et des principales mines de fer.

4. Les minérais de fer pisolithiques

Abondants dans les grabens de la Saône et de l'Ognon, ils se sont formés, après l'émergence de la région, particulièrement à l'Eocène et au Plio-Pléistocène. Ils résultent de processus d'altération pédogénétiques (au niveau des sols) sous des climats variant de tropical humide à tempéré, aux dépendances soit des calcaires jurassiques soit des formations superficielles telles qu'argilites de décarbonatation et placages de limons.

Dans ces conditions, le lessivage d'éléments tels que le calcium et le silicium et la formation d'horizons où se concentre le fer, aboutit à la formation soit de cuirasses ferrugineuses de type latéritique (conditions réunies à l'Eocène) soit de niveau d'accumulation de pisolithes dans un sol argilo-limoneux ou dans une croûte calcaire (Plio-Pléistocène). Les gisements de ces minéraux correspondent soit aux horizons d'accumulation des paléosols en place, soit au démantèlement des cuirasses suivie d'un remaniement du matériel ferrugineux et de son dépôt dans des dépressions et des cavités naturelles du karst.

Le minerai, répandu sur une large superficie du territoire, se présente sous forme de petits grains sphériques – ou «pisolithes» d'oxy-hydroxydes de fer (goethite) – noyés dans les couches argileuses ou limoneuses plaquées sur les calcaires ou dans des sédiments plus grossiers tels que sables, graviers et brèches piégés dans les conduits karstiques. C'est en fonction de leur richesse très variable en pisolithes, que les couches argileuses, les remplissages karstiques ou ces brèches ont pu être exploités en tant que minerai. Les pisolithes ont de 1 mm à 15 mm de diamètre, la goethite apparaît

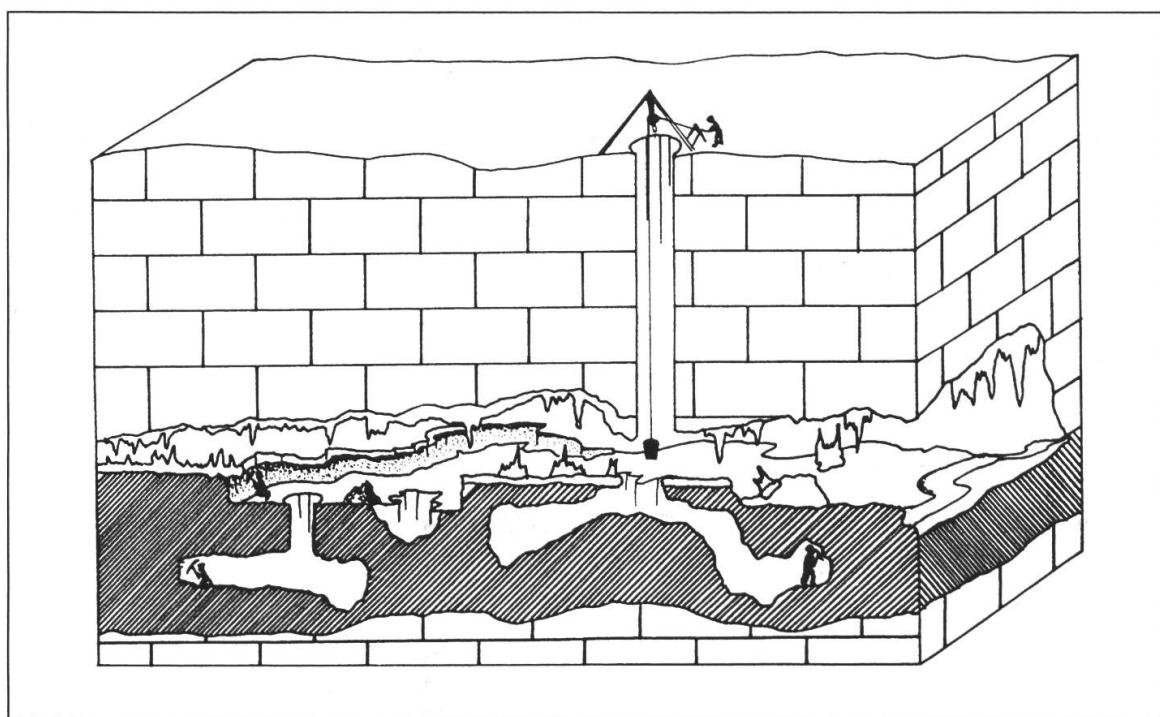


Fig. 2 : Bloc diagramme représentant une exploitation de minerai de fer dans le karst (Dessin : D. Morin).



Fig. 3 : Onans (Doubs) : Mine de fer pisolithique. Grotte-mine de «Coteau Couillary». Le plancher stalagmitique de cette cavité a été défoncé pour en extraire le minerai de fer sous-jacent. Au premier plan, reliquat d'un front de taille sous le plancher stalactitique d'origine. Au centre : voie de roulage (Photographie : D. Morin).

en couches concentriques enrobant parfois un débris insoluble tel qu'un grain de quartz. Seuls les pisolithes étaient utilisés pour la fusion. Au préalable, ils étaient débarrassés de l'argile qui les entourait par lavage, leur proportion variait de 0 à 50%.

Ces minerais ont donné lieu à de multiples exploitations par minières, mais aussi par puits et galeries rayonnantes.

Les conditions de gisement de nombreuses minières «en grains» résultent du mode de formation et de dépôt du minerai, et de l'histoire géologique postérieure au dépôt. Le remplissage karstique composé d'argiles et de minerais pisolithiques, généralement situé sous le plancher d'une cavité naturelle, était évidé à l'aide de pics et de houes dont les traces sont encore visibles sur les parois des galeries (Fig. 2). Pour atteindre les poches de minerai, les parois et les planchers stalagmitiques résistants étaient perforés. L'étayage était inexistant. Le stockage des stériles et du minerai était directement réalisé après tri, sur le sol initial de la cavité avant l'évacuation définitive à partir des puits forés à la verticale des conduits installés à intervalles plus ou moins réguliers. Dans les galeries, le transport s'effectuait à l'aide de brouettes sur des planches ou poutres grossièrement façonnées et posées à même le sol (Fig. 3).

L'accès aux postes de travail s'effectuait au moyen de puits artificiels ou de descenderies taillées dans la masse calcaire. En profondeur, les chambres d'abattage alternent avec des passages bas reliant les différents chantiers.

5. Un exemple d'exploitation du minerai de fer pisolithique : les mines de Fallon

Les mines de Fallon occupent pour l'essentiel le revers méridional du plateau qui domine le village de Fallon, au lieu-dit «Le Bois de la Côte» (Fig. 4).

Le site est séparé en deux zones par une faille d'orientation Nord-Sud, correspondant à la dépression du Bois des Côtelots. Le «Bois de la Côte» est situé sur le revers de la cuesta médico-jurassique² du Bajocien moyen et supérieur.

Construit en 1700, par le Marquis de Raincourt, le fourneau de Fallon dut très rapidement trouver un approvisionnement à la hauteur de ses capacités. De nombreuses mines de Haute-Saône et du Doubs vont être ouvertes pour alimenter ce complexe, telles les mines et minières de Viethorey, Bournois, Uzelle (Doubs) et enfin Fallon (Haute-Saône). La consommation de minerai de fer atteignait 9000 cuveaux, soit environ 600 tonnes en 1795. Ce fourneau était, selon l'enquête de 1772, «un de ceux de la Province le mieux exploité»³.

Une enquête de 1795 précise que 86 mineurs travaillaient pour l'usine, répartis dans les mines du Doubs : 28 à Bournois, 21 à Uzelle, 15 à Viethorey, 6 à Voillans, 5 à Rillans, 4 à Fontaine, 4 à Verne, 4 à Vergranne près de Baume-les-Dames, auxquels il faut ajouter les «voituriers» qui charriaient bois et minerai au fourneau.

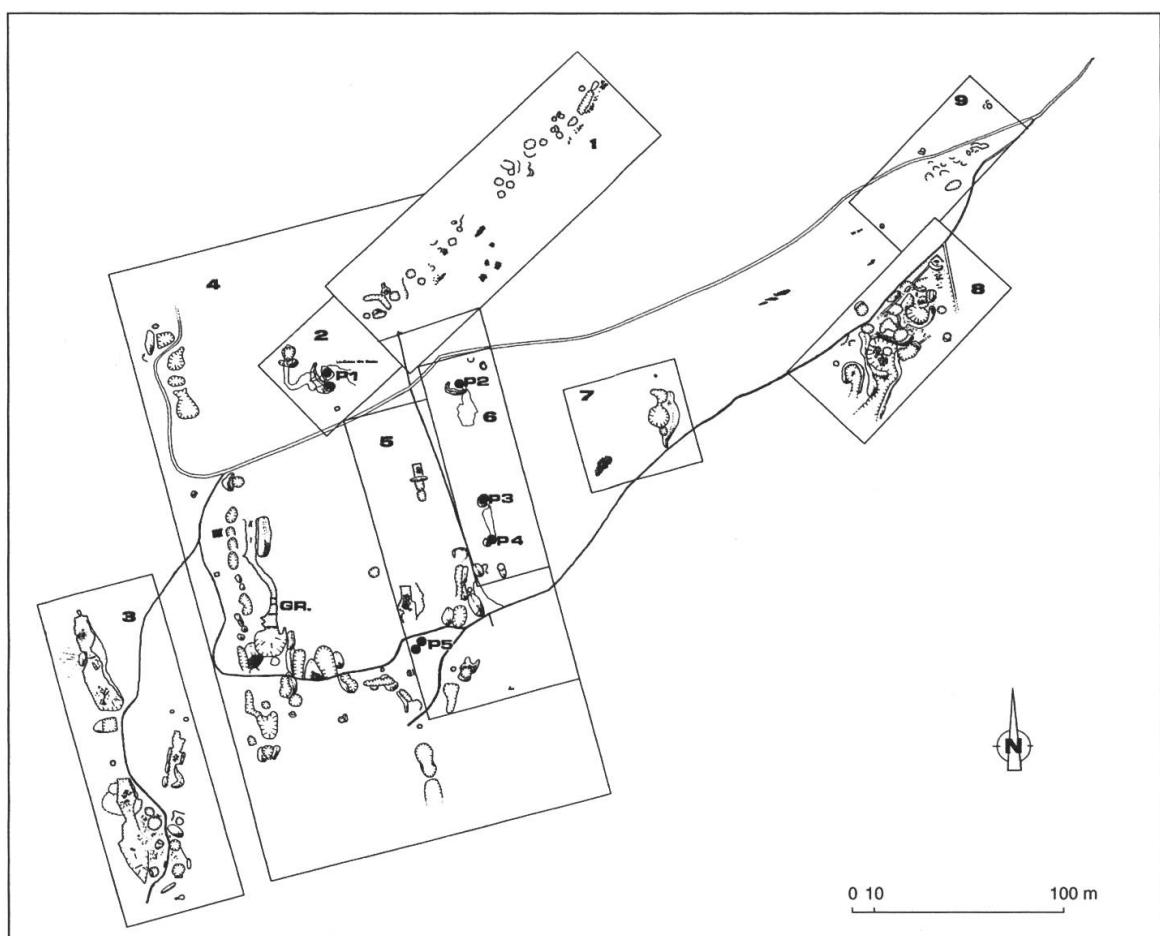


Fig. 4 : Fallon (Haute-Saône) : Topographie générale des mines du «Bois de la Côte». (Topographie D. Morin et J. Detrey).



Fig. 5 : Fallon (Haute-Saône) : Mines de fer pisolithique à ciel ouvert. Minière dans le «Bois de la Côte». (Photographie : D. Morin).

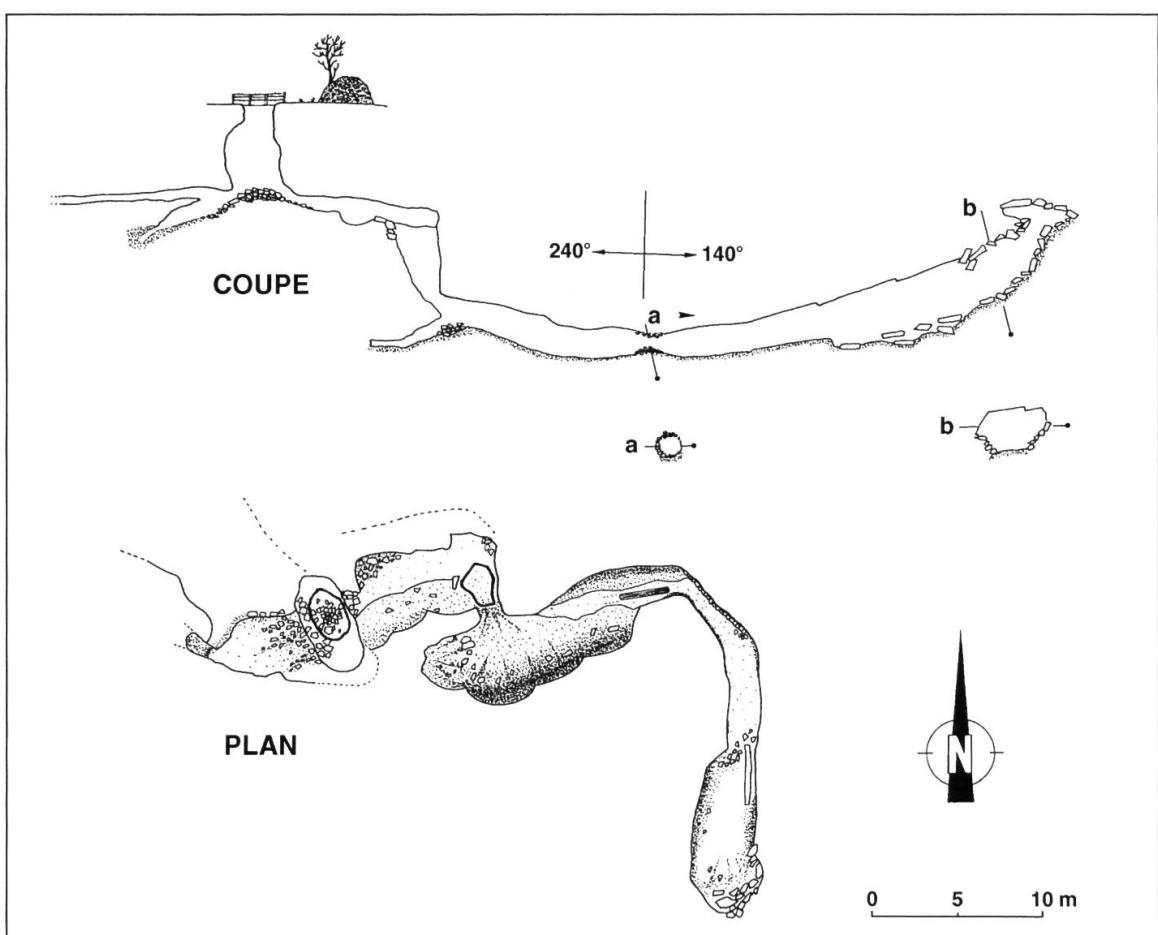


Fig. 6 : Fallon (Haute-Saône) : Topographie du «Creux des Morts». Gouffre et réseau karstique évidé par les mineurs.

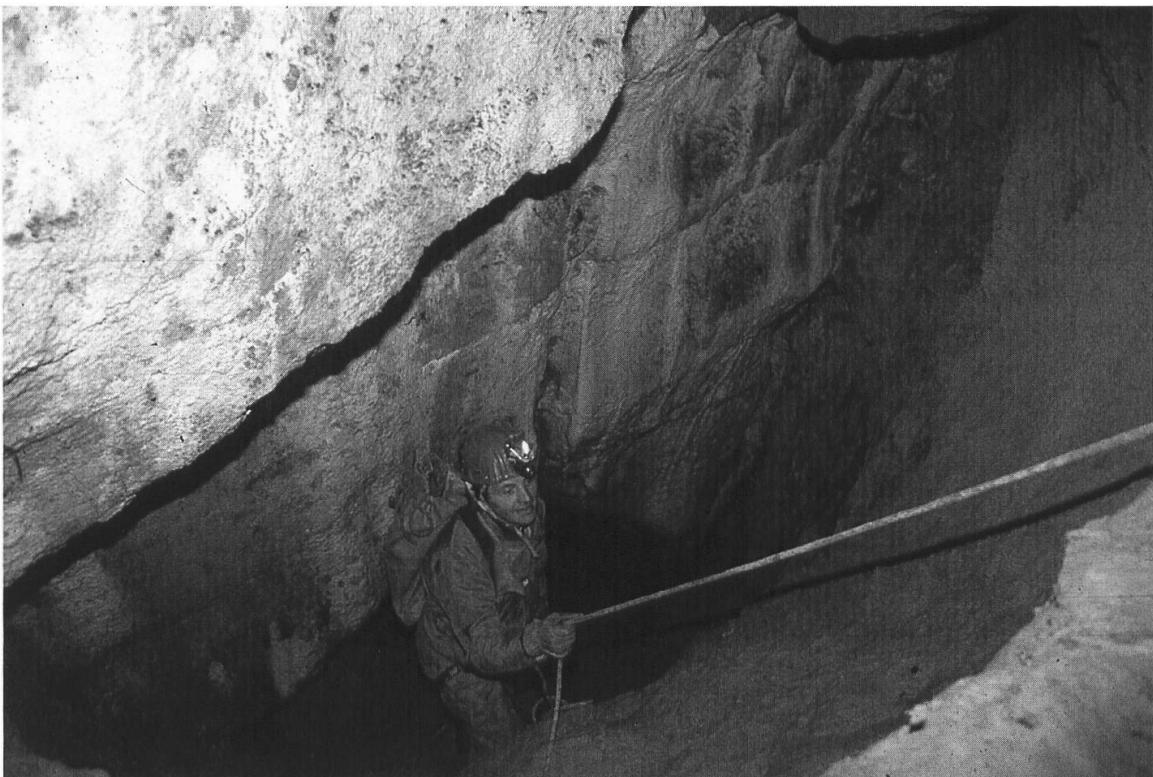


Fig. 7 : Fallon (Haute-Saône) : Le «Creux des Morts», gouffre karstique évidé. Puits d'accès au réseau inférieur taillé au pic et à la houe dans le remplissage argilo-sableux. (Photographie : D. Morin).

À Fallon, les minières se comptent par centaines (Fig. 5) et sont encore visibles sous le couvert forestier. Le complexe du Bois de la Côte, bien délimité, constitue à lui seul un ensemble d'exploitations diversifiées sur un même gîte de minerai pisolithique. Un inventaire des excavations effectué en 1818 indique des extractions plus anciennes.

Ces mines couvrent une superficie de 30 hectares et sont concentrées principalement dans le Bois de la Côte. Les travaux portent sur deux zones : le versant et le plateau. Ces deux entités géomorphologiques définissent des types distincts d'exploitation. Schématiquement neuf ensembles d'exploitations se partagent le site ; chacun d'eux a été transcrit sur le plan d'assemblage :

Le «Creux des Morts» est un puits en éteignoir d'origine naturelle, retaillé en surface (Fig. 6). Il donne accès à un petit réseau minier de cinquante mètres de développement. L'orifice s'ouvre au pied d'une halde demi-circulaire. Un puits de cinq mètres de verticale débouche dans une salle en partie colmatée par des éboulis ; il constitue un regard sur une galerie karstique. En aval, après quelques mètres de descente, le réseau est obstrué par un éboulement. Deux niveaux de galeries se partagent le tronçon ; une galerie supérieure très basse à voûte d'équilibre, fortement concrétionnée, très vite impénétrable, et un boyau inférieur taillé dans la masse argilo-sableuse du remplissage s'enfonçant en profondeur. Ce boyau, dont la voûte est manifestement taillée au pic, est effondré au bout de quelques mètres. Un épais plancher stalagmitique marque la séparation entre les deux vides. À l'amont, la galerie surcreusée

donne accès à un puits quadrangulaire ouvert dans le remplissage argileux, à la base duquel se trouve l'exploitation proprement dite (Fig. 7). Le passage, très étroit, débouche dans une galerie de 30 m de développement (Fig. 8). La hauteur moyenne est de 2 m à 2,50 m. Large de 4,50 m au départ, le conduit se rétrécit avant de bifurquer plein Nord jusqu'à l'effondrement terminal.

Les amas de stériles sont disposés de chaque côté de la galerie, jusqu'à mi-hauteur. Les traces de pic sont nombreuses et donnent le sens de progression de l'exploitation. Des planches de 30 à 40 cm de large, disposées au sol, servaient de voie de roulage. L'une d'elles a pu être dégagée au cours de l'exploration (Fig. 9) ; une étude dendrochronologique a permis d'en préciser la datation⁴. Quelques traces de combustion visibles au niveau de la bifurcation, attestent d'un éclairage rudimentaire vraisemblablement statique (lampe à suif).

Le site de Fallon compte près de cent trente structures minières : 102 minières, 16 tranchées, 6 réseaux souterrains et 6 vidages.

Les mines de Fallon se structurent à partir de paramètres géomorphologiques et tectoniques. Les mineurs ont concentré l'essentiel des exploitations sur le versant. Les exploitations suivent pour la plupart une même direction S-N. L'allongement des tranchées et des minières est dirigé dans un sens identique. Le démarrage de l'extraction se situe non loin des terres arables, le minerai étant parfaitement visible à l'affleurement.

Les minières coalescentes et la disposition des tranchées perpendiculaires à l'axe du versant ont amorcé l'attaque d'une exploitation continue et régulière. Ces structures profondes et longilignes accompagnent une recherche empirique liée à l'affleurement de couches plus ou moins riches en pisolithes. Sur le terrain, les traces de minerais sont peu apparentes et surtout dispersées. Il fallait, par tâtonnement, prolonger les quelques minières à la recherche d'une ou des concentrations les plus riches en fer. C'est ce que les rapports des mines désignent sous l'appellation de travaux effectués de «proche en proche».

Les dépôts de colluvionnement et de solifluxion ont affecté la zone. Les haldes nettement plus volumineuses attestent de l'importance des stériles extraits, mais aussi d'une recherche provoquée par l'accumulation de pisolithes, concentrés localement par gravité. Les observations de terrain montrent une présence abondante de minerai, liée aux phénomènes de colluvionnements.

Le cœur du gisement se situe à l'intérieur des réseaux karstiques mis au jour : «Grande Raie», minières et paléokarsts souterrains. Une série de fissures (anticlases), constituées selon un axe orienté N-S, déchirent verticalement le flanc méridional du Bois de la Côte. Ces fissures, dont les parois sont fortement corrodées, ont été colmatées en totalité par des sédiments argileux et sablo-argileux, renfermant une quantité variable de pisolithes.

Le vidage de la «Grande Raie» (Fig. 10) s'ouvre à la faveur d'une minière de fort diamètre (15 m). Ce canyon, très étroit, était aménagé en paliers, de manière à pouvoir remonter le minerai sans équipement lourd. Les gradins encore visibles sont

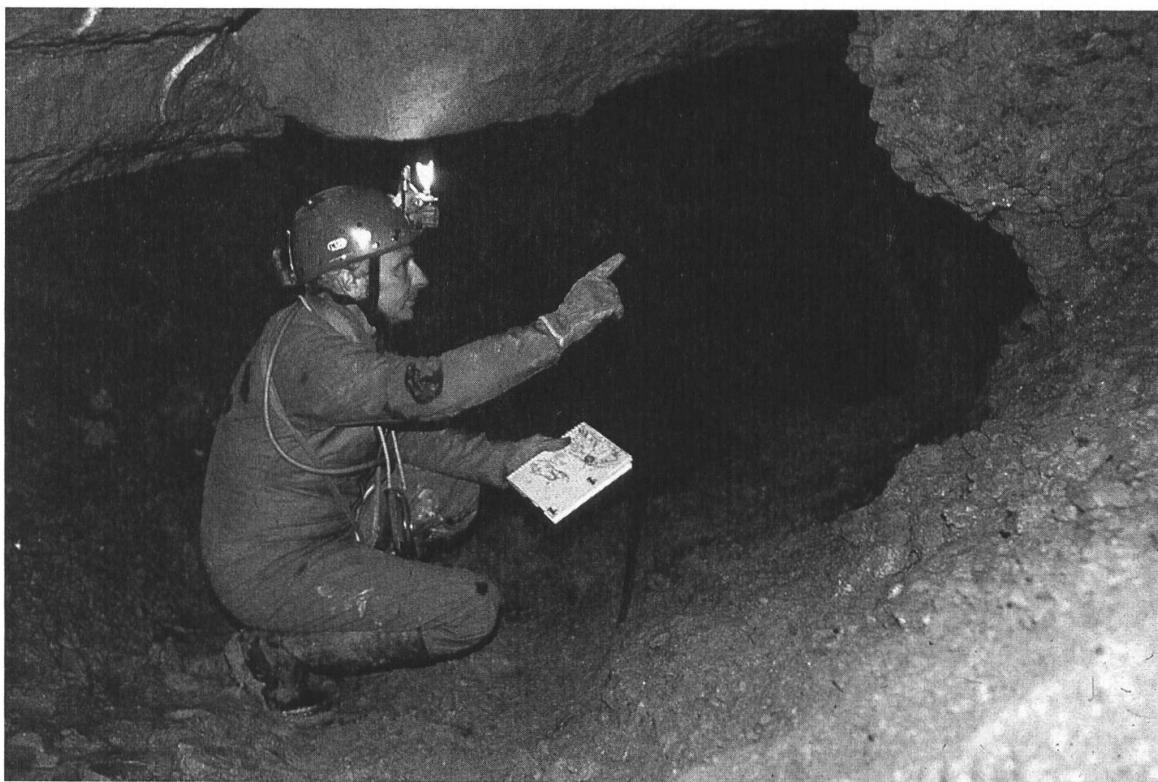


Fig. 8 : Fallon (Haute-Saône) : Le «Creux des Morts», gouffre karstique évidé. Front de taille dégagé à travers les sédiments composés de galets et de sables agglomérés par une argile plastique. (Photographie : D. Morin).



Fig. 9 : Fallon (Haute-Saône) : Le «Creux des Morts», gouffre karstique évidé. Galerie terminale avec planche de roulage en cours de dégagement. (Photographie : D. Morin).



Fig. 10 : Fallon (Haute-Saône) : La «Grande Raie» : Cavité karstique naturelle vidée de ses sédiments ferrugineux, vue depuis le Nord. (Photographie : D. Morin).



Fig. 11 : Fallon (Haute-Saône) : La «Grande Raie» : Cavité karstique naturelle vidée de ses sédiments ferrugineux : intérieur de la cavité. Les parois corrodées sont particulièrement visibles. (Photographie : D. Morin).

renforcés au moyen d'un appareillage grossier constitué de blocs plus ou moins jointoyés. Les parois présentent des cupules d'érosion caractéristiques des formes de dissolution du karst (Fig. 11).

Dans l'exemple de Fallon, l'architecture des conduits est conditionnée par la morphologie du karst ; l'étayage était inexistant. Le complexe de la «Grande Raie» s'organise autour de deux projets d'exploitation bien distincts chronologiquement :

- Une phase d'exploitation (la «Grande Raie»), précédée d'une phase de recherche empirique, suivant l'axe des fissures.
- Une phase d'anticipation à la surface du plateau : phase d'exploitation rationnelle et logique profonde : le «Creux des Morts».

L'exploitation s'est déroulée selon une phase de recherche préalable, suivie d'une phase d'extraction linéaire contrariée par l'encaissant. La logique d'anticipation reste identique, au demeurant fort intéressante, puisque, dans cet exemple, la recherche de solutions rentables a concentré les efforts sur des axes de diaclases en continu. Les exploitations souterraines de versant se sont développées suivant un axe d'orientation S-N. Elles appartiennent à une branche dissociée de l'exploitation cen-

trale. Les recherches, d'abord orientées S-N, se sont dirigées rapidement suivant un axe S-SE / N-NO. Elles sont précédées par des sondages et vraisemblablement des puits comblés localisés en pied de versant (Fig. 12).

Pour mener à bien une telle exploitation, la rentabilité du gîte devait être compatible avec les techniques et moyens mis en œuvre : fonçages à la poudre, boisages, éclairage, treuil...

Il paraît difficile de mettre en place une telle infrastructure pour un gîte aussi peu profond. D'autre part, le toit de la galerie est proche de la surface. Un vidage partiel aurait eu pour effet d'économiser du temps et de la main d'œuvre qualifiée.

Deux hypothèses se font jour :

- la richesse du gisement ; les pisolithes contenus à l'intérieur de ces conduits procurent une proportion de métal non négligeable par rapport à l'encaissant.
- d'un point de vue économique, la maîtrise des techniques d'extraction souterraines est bien acquise au XVIII^e siècle. Les maîtres-mineurs bénéficiaient d'une main-d'œuvre proche et bon marché. L'extraction souterraine s'apparente ici davantage à une tentative d'exploitation rapidement abandonnée qu'à un véritable chantier. La reconnaissance par puits semble donc postérieure aux exploitations à ciel ouvert, ou du moins sensiblement contemporaine.
- il n'est pas surprenant de constater l'existence de tentative d'exploitations souterraines. Au début du XVII^e siècle, les ouvriers sans travail à la forge étaient souvent envoyés non loin de là, aux travaux de la mine, renforçant ainsi la main-d'œuvre des paysans saisonniers locaux. Plus expérimentés et surtout mieux outillés, ces derniers avaient tout avantage à étendre les recherches en direction de gîtes plus importants, mais plus difficiles d'accès. Les maîtres de forges mainten-

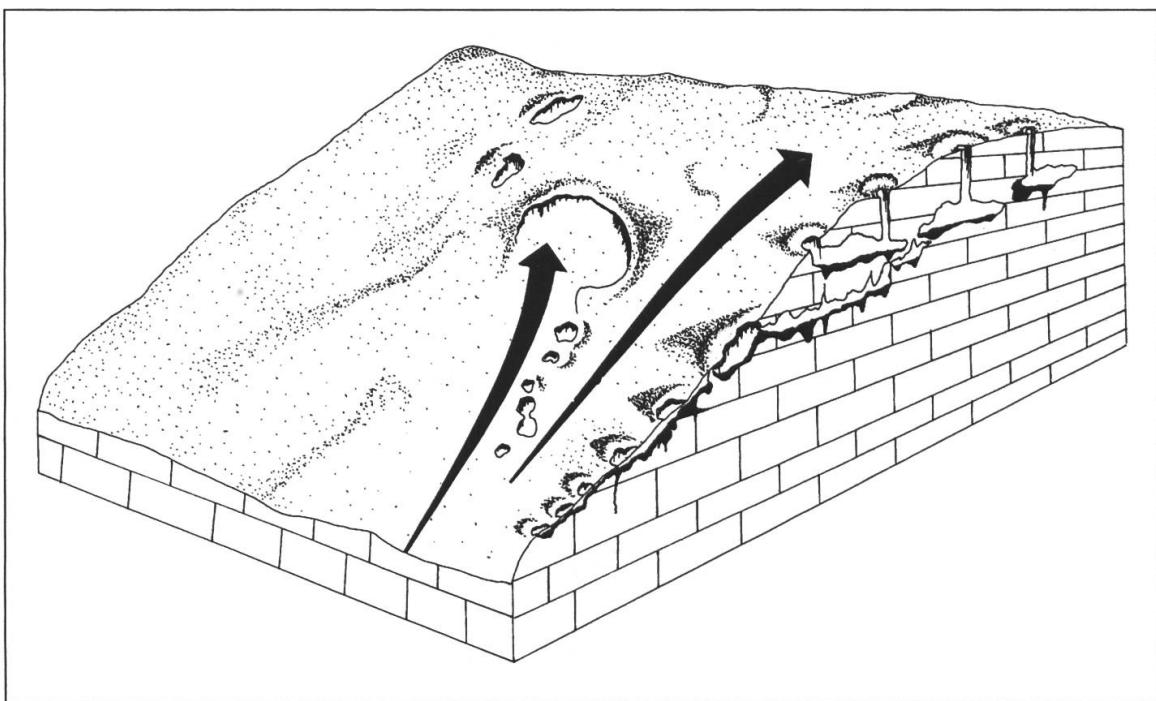


Fig. 12 : Fallon (Haute-Saône) : Schéma général montrant la dynamique d'exploitation. (Dessin : D. Morin).

naient fréquemment une activité minière proche de leur fourneau. L'intérêt était surtout de conserver des exploitations souterraines classées comme concessibles par l'administration générale des Mines.

Quelles que soient les raisons, le creusement de ces réseaux souterrains, de faible développement, constituait une réponse adaptée aux contraintes géologiques de l'encaissant, tout en assurant un maximum de lien avec la surface.

Les rares échantillons de minerais retrouvés sur le site de Fallon sont de trois types :

- un agglomérat très dense de pisolithes inclus dans une matrice sableuse à sablo-limoneuse pulvérulente. Ces sables brèchifiés, avec une forte proportion de pisolithes, se rencontrent par couches ou en amas irréguliers, principalement au niveau des parois. Ces brèches ferreuses, particulièrement recherchées par les mineurs de l'époque, constituent «la greluche», ainsi nommée à cause de son aspect granuleux et fortement cimenté.
- un conglomerat pisolithique exclusif et très dense.
- un encroûtement ferreux de quelques millimètres d'épaisseur présent sur les parois rocheuses. Ce dépôt est relativement peu développé.

Les mines de Fallon regroupent un certain nombre d'unités ou modules d'exactions. Simples ou complexes, isolées ou associées, ces différentes structures peuvent être dissociées et individualisées en vue d'une étude analytique généralisable à d'autres ensembles. Des haldes contiguës, de formes complexes accompagnent certaines concentrations de minières, comme dans la partie Est. Les glacis de haldes apparaissent seulement à l'Ouest longeant une tranchée en bordure de versant. Diverses structures et installations de surface ont été reconnues :

- des zones d'accumulations : des pierriers ou «murgers» sous forme de dépôts sont observables à différents endroits du site, proches des minières ou complètement isolées. Certains dépôts sont des haldes liées au vidage proche.
- une structure quadrangulaire, composée d'un amoncellement de roches, est localisée en tête des réseaux miniers de la «Grande Raie». Il s'agit vraisemblablement d'un fond de cabane.
- un réseau d'évacuation du minerai, constitué de sentiers d'accès et chemins de halage ; les chemins de voituriers, destinés à l'évacuation du minerai, correspondent aux sentiers actuels.

Il semble que deux principaux accès aient desservi l'ensemble du site : un accès Nord longeant le sommet du versant sur le pourtour de la butte, un sentier Sud bordant le pied du versant et le plateau. Ces deux sentiers se rejoignent pour atteindre la route qui descend au village. A cet endroit, plusieurs levées de terre parallèles d'axe Nord-Sud redescendent dans le vallon en formant un chenal; leur longueur varie entre 100 et 250 m. Leur fonction est peut-être liée à la collecte des eaux de ruissellement en vue d'un lavage sur place du minerai.

La logique des mineurs de Fallon suit une démarche d'ordre géomorphologique. Dans un premier stade, ce sont les dépôts remaniés des formations karstiques, qui sont recherchés parce que proches de la surface.

Au cours d'un deuxième stade, les sédiments piégés dans les fissures, font l'objet de fouilles en règle non sans une phase préparatoire de recherche. La mine souterraine du «Creux des Morts» appartient à ce deuxième stade.

Les puits du complexe central semblent appartenir à un stade terminal d'exploitation avec l'évidement de conduits karstiques aveugles, ce qui suppose la maîtrise de nouvelles techniques d'abattage, le contrôle et surtout un enchaînement technique à partir d'un axe préférentiel de recherche. À ce stade, le projet d'extraction se structure autour d'une conceptualisation volumétrique du gîte, alors qu'auparavant la gestion n'apparaît que strictement spatiale et superficielle.

6. Le minerai de fer oolithique aalénien

Il s'agit d'une couche de minerai calcaire dont l'épaisseur est comprise entre 2 m et 4 m située à la base de la série calcaire du Jurassique moyen. Ce minerai s'est déposé sur une plate-forme carbonatée marine de haute énergie, dans une mer chaude, peu profonde, animée de courants. La texture est typiquement oolithique, les oolites ferrugineuses sont des concrétions sphériques de diamètre inférieur à 1 mm, constituées de pellicules concentriques d'hématite ou de goethite enrobant soit un grain de quartz soit un débris calcaire (fragment de test fossile ou de calcite). La formation des oolites résulte d'une précipitation des oxydes de fer probablement liée à l'activité de bactéries spécifiques.

Le minerai oolithique a une teinte rouge à brun, avec souvent des plages d'hématite grises à éclat métallique. Sa teneur ne dépasse jamais 30 à 33% de fer métal. Une ancienne analyse⁵ donne les teneurs indicatives suivantes pour le minerai de Rougemontot :

Fer (métal)	26,5 %
CaCO ₃	25,3 %
Al ₂ O ₃	9,3 %
MgO	2,2 %
SiO ₂	0,7 %
Perte au feu	24,6 %

Il a une bonne cohésion, d'où son appellation de minerai en roche. Cette propriété alliée à sa situation stratigraphique sous les bancs de calcaires du Bajocien inférieur ont facilité les conditions d'exploitation souterraines, puisque les piliers comme le toit de la couche de minerai avaient une bonne tenue permettant d'économiser l'étayage. Le minerai aalénien a été exploité à l'affleurement, par carrière à ciel ouvert, puis par travaux souterrains étendus et complexes.

7. Un exemple d'exploitation du minerai de fer oolithique : la mine de Rougemontot

La mine de Rougemontot dans le Doubs exploitait une couche de minerai de fer horizontale à partir de longues galeries rectilignes sans communication entre elles et de grande largeur à partir de l'affleurement (Fig. 13). Plusieurs effondrements moti-

vèrent par la suite un étayage complémentaire par muraillements. Cette mine était exploitée par plusieurs fourneaux dès le XVII^e siècle, chaque maître de forge forant sa propre galerie.

La mine s'ouvre à la cote 300 sur le revers méridional du vallon de Rougemontot, dominé par la cuesta médico-jurassique des Collines préjurassiennes.

Le gisement est constitué par un affleurement des niveaux aaléniens couvrant une distance de 1000 m environ. Un peu plus haut, sur le plateau, plusieurs minières et tranchées ont été ouvertes sur le versant. Elles correspondent à l'exploitation de minerai de fer pisolithique. L'affleurement de minerai est contrarié à l'Est par une faille d'orientation Nord-Sud ; il se trouve délimité en trois grandes zones d'exploitation :

- Les mines de Battenans-les-Mines au Nord
- La mine de Rougemontot au centre
- Les mines de La Bretenière dont la localisation n'est pas encore connue.

Ces trois secteurs miniers ont été regroupés tardivement au sein d'une concession unique reconnue en 1830.

La mine existait dès le début du XVII^e siècle. Les décapages à ciel ouvert datent de cette période. Le minerai en roche était alors employé pour la fabrication de bom-

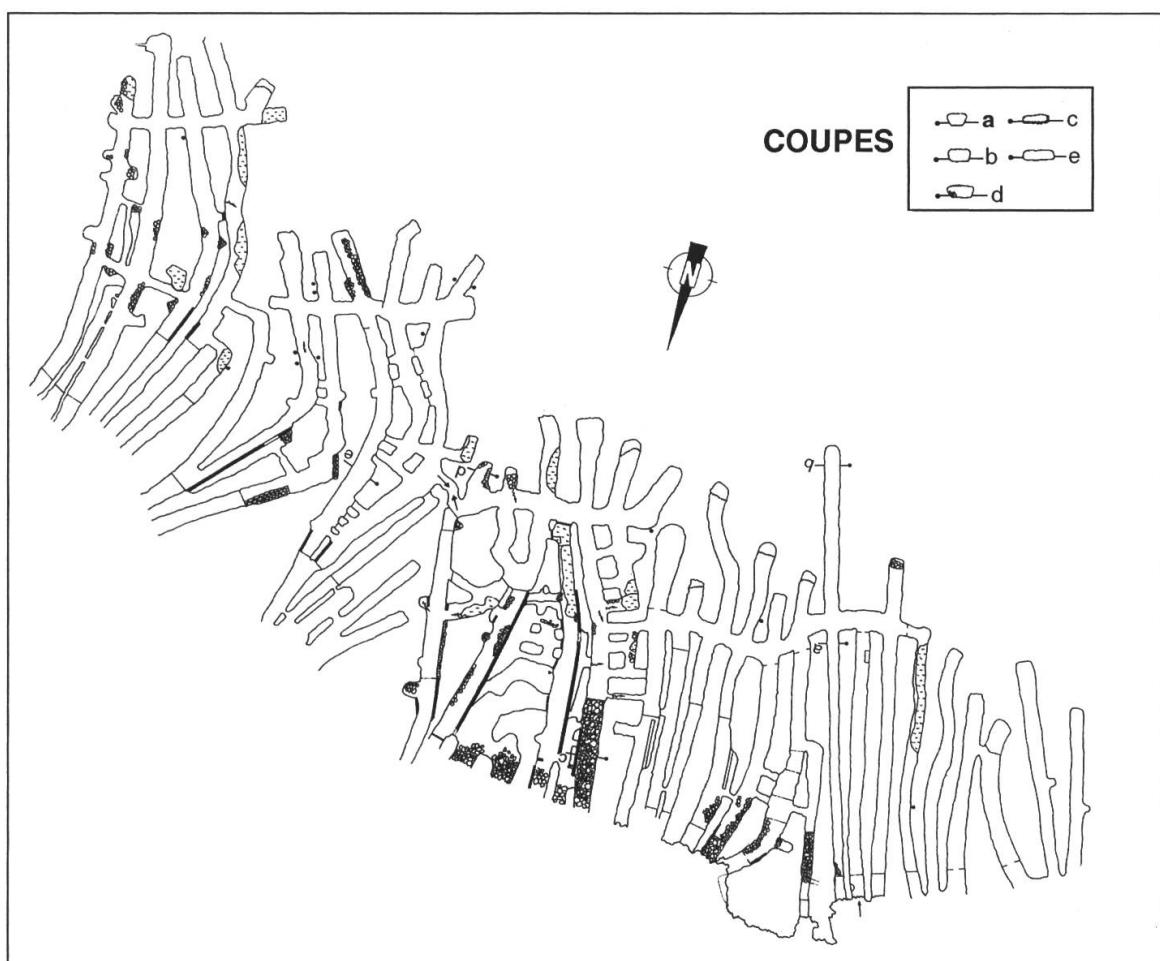


Fig. 13 : Rougemontot (Doubs) : Topographie de la mine. (Topographie : D. Morin, M. Cottet, M. Bôle et M. Py).

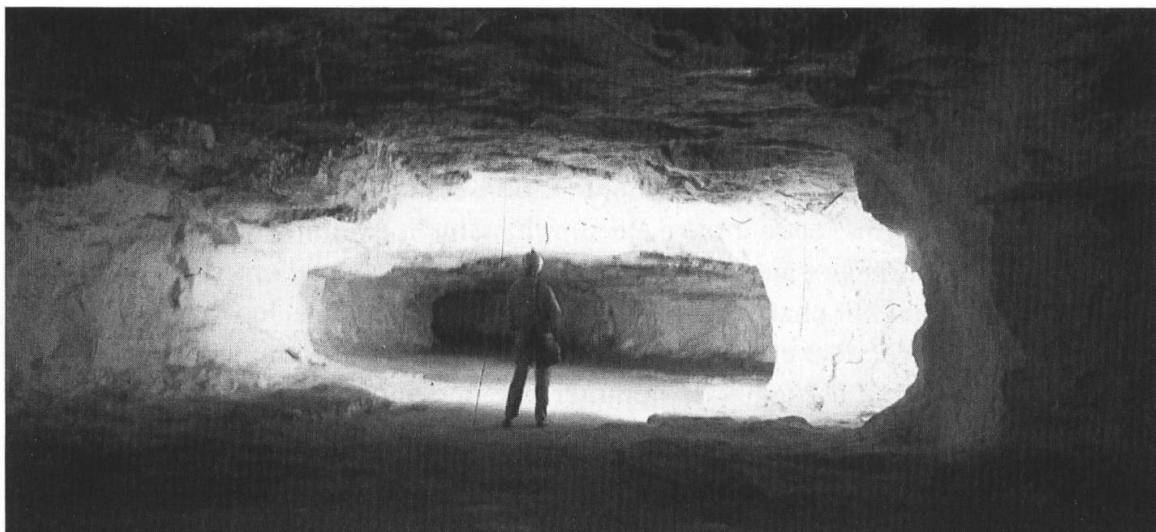


Fig. 14 : Rougemontot (Doubs) : Vue du réseau souterrain. Les galeries sont très larges et leur hauteur correspond à la puissance de la couche minéralisée. (Photographie D. Morin).

bes et boulets. Le concessionnaire était un privé unique, demeurant à Larians (70)⁶. Un peu plus tard, la mine de Rougemontot fit l'objet d'une concession par ordonnance royale en date du 21 mars 1830. Elle englobait deux exploitations, situées sur le territoire des communes de Battenans et Rougemontot, et couvrait une superficie de 66 hectares.

Cette concession fut accordée conjointement aux sieurs Derosnes et Cie, propriétaires du fourneau de Larians (70), Chaudot, propriétaire du haut fourneau de Loulans (70), et De Raincourt, propriétaire du haut fourneau de Fallon (70). En 1862, la production s'élevait à 3372 tonnes. Le nombre des ouvriers était de trente deux.

Cette mine contribuait à alimenter les hauts fourneaux de Loulans (25), Larians (25), Montagney (25) et Fallon (70) . Le rendement était de 25 à 30% de fonte.

Le minerai de Rougemontot est le seul minerai imposable qui ait été consommé dans le haut fourneau de Montagney annexé à cette exploitation. Il rendait 37% de fonte et les minerais en grains consommés rendaient également 37%⁷.

L'affleurement est dirigé Est-Ouest et le pendage de la couche est d'environ 10 degrés vers le Sud; sa puissance est de 2 à 4 m. L'exploitation avait lieu par galeries, suivant le pendage de la couche.

La mine a été abandonnée vers la fin de 1870 et vendue à un certain M. Calland F. de Loulans-les-Forges (70)⁸. Exploitée en champignonnière, la mine est actuellement abandonnée.

Au regard de sa production, la mine de Rougemontot comptait parmi les mines les plus importantes de Franche-Comté, avec les groupes de Laissey et Ougney, tant par sa puissance et l'étendue du gisement que par les travaux d'exploitation auxquels elle a donné lieu.

Pendant très longtemps, la mine de Rougemontot fut exploitée de manière irrégulière : «Les propriétaires des fourneaux qui en consommaient les produits laissaient exploiter les ouvriers sans direction, et ceux-ci abandonnés à eux-mêmes pratiquaient des excavations irrégulières et d'une grande étendue. La mine de Rougemontot offre

néanmoins la régularité et l'horizontalité presque parfaite de la couche, la plus grande facilité pour une bonne exploitation... »⁹ (Fig. 14).

L'intervention répétée des ingénieurs des Mines obligea les mineurs à respecter le cahier des charges, notamment en ce qui concerne les contraintes de taille : largeur et tracé des galeries. La division de l'exploitation était la cause de toutes sortes de malfaçons. À l'origine, cette mine a été simultanément exploitée par divers propriétaires de hauts fourneaux au nombre de deux en 1841. Chaque propriétaire avait un maître mineur qui était chargé de la direction des travaux dans les diverses galeries de la mine qu'ils s'étaient exclusivement réservés. Après la promulgation de la loi du 27 avril 1838, ils ont été tenus de nommer une personne comme leur représentant légal vis-à-vis de l'administration ; mais ils n'ont pas satisfait aux conditions décrites et ont continué à faire exploiter chacun par un maître mineur.

« Cette division de l'exploitation, vu la régularité de la couche, aurait peu d'inconvénients si chacun des maîtres mineurs avait l'intelligence et la fermeté nécessaires pour assurer la bonne conduite des travaux, tant pour le rapport des chantiers qu'ils font ouvrir que par la manière de maintenir les ouvriers dans les limites de direction et d'étendue qui leur sont prescrites. Mais il n'en est pas ainsi et un seul se trouve dans ce cas : la partie soumise à surveillance est en général conduite avec intelligence et suivant les indications qui leur sont données... »¹⁰.

Le 22 février 1852, deux mineurs trouvèrent la mort dans un éboulement. Cet accident devait mettre en évidence les anomalies de gestion dans l'exploitation du gîte en particulier la largeur exagérée des galeries. « L'accident du 22 février dernier n'est pas dû aux vices techniques que j'ai signalés dans cette partie ; il est arrivé dans un endroit où les premières exploitations avaient produit de vastes excavations et qui avaient été interdites quoiqu'on y eût construit des « muraillements » pour diminuer la portée du toit» (Fig. 15).

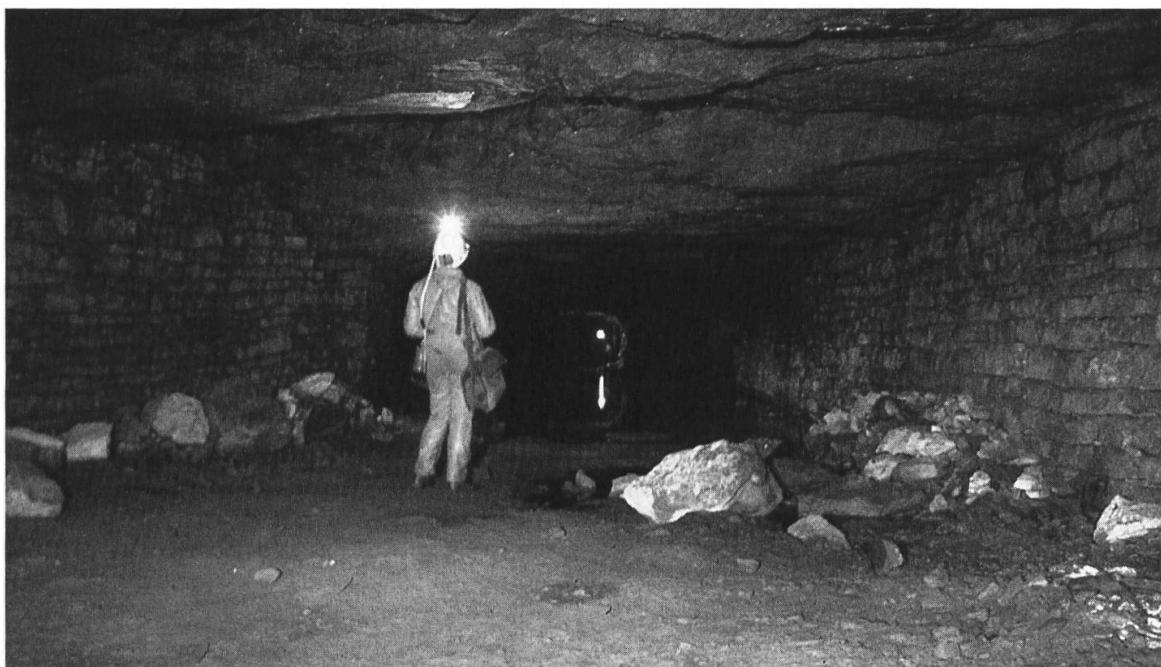


Fig. 15 : Rougemontot (Doubs) : Galerie de traverse dans la zone centrale. Des muraillements ont été mis en place des deux côtés à la suite d'un défruiteme trop large. (Photographie D. Morin).

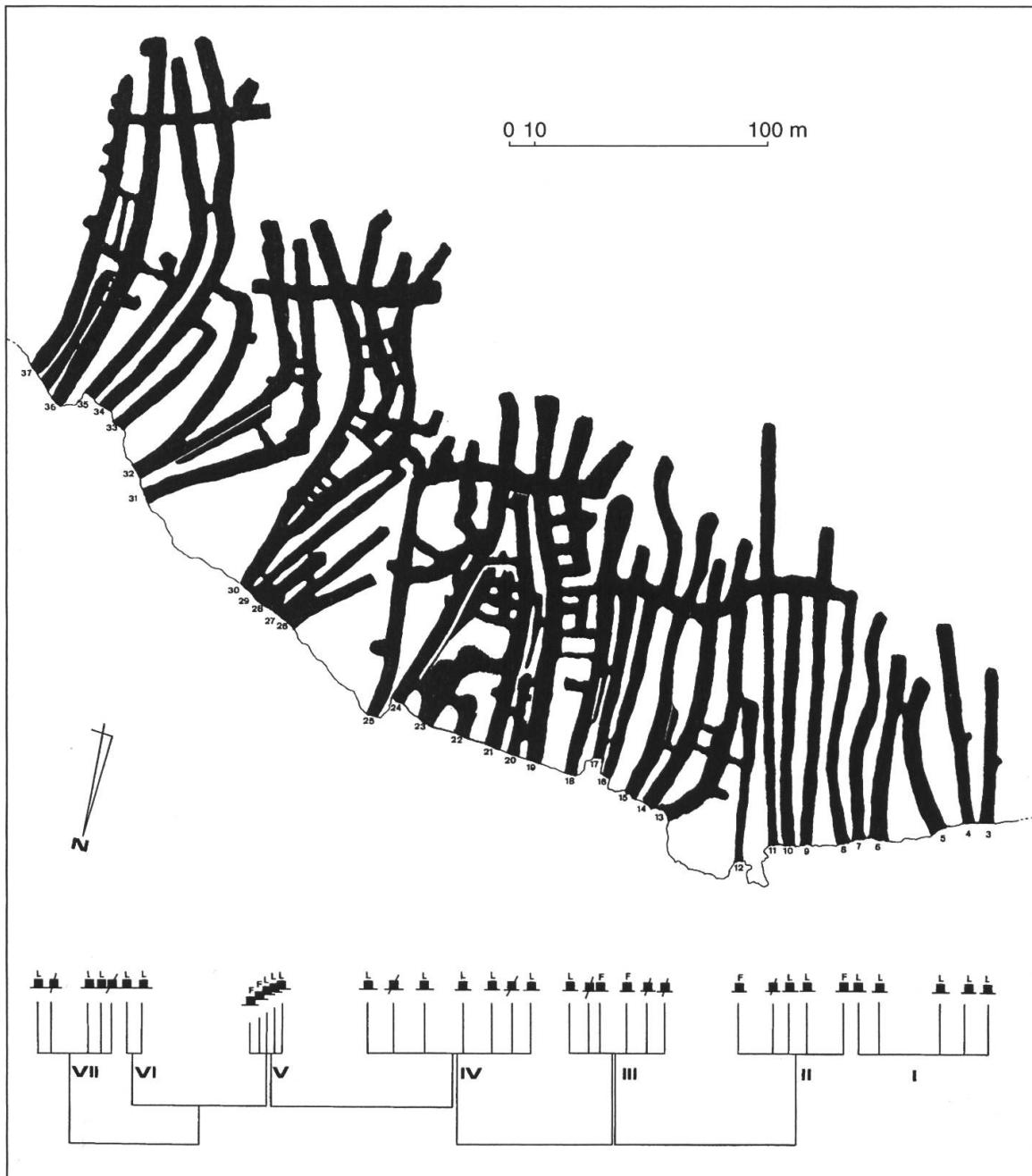


Fig. 16 : Rougemontot (Doubs) : Schéma d'interprétation. Découpage de la mine en secteur : dendrogramme. Découpage établi en fonction des données archéologiques et des sources (archives). L'amorce d'exploitations par chambres et piliers est visible en plusieurs points.

Les prescriptions, pour effectuer des travaux de «muraillements», feront l'objet de nombreux rapports. La mine de Rougemontot continuera d'être exploitée de la même manière jusqu'à son abandon définitif. L'ingénieur déplore d'ailleurs cet état de fait : «J'ai émis l'opinion que cet accident aurait pu être évité si le maître mineur avait su acquérir plus d'emprise et d'autorité sur les ouvriers et montrer à leur égard une volonté ferme et résolue. Quant aux vices techniques de cette partie de l'exploitation, j'ai indiqué successivement les travaux à exécuter pour y remédier ; ils consistent en «muraillements» disposés de manière à diminuer la portée du toit. Ces travaux ont

été fidèlement exécutés par les exploitants au fur et à mesure qu’ils leur eut été indiqués dans mes procès verbaux de visite, et je ne pense pas qu’il soit utile de prendre un arrêté pour prescrire leur exécution. Le seul moyen est un bon maître mineur. Depuis longtemps j’ai engagé les exploitants à confier la conduite de toute l’exploitation au maître mineur intelligent dont j’ai parlé (...).»¹¹

Trente-sept accès ont été percés côte à côté, entaillant perpendiculairement l’affleurement, sur une distance moyenne comprise entre 50 et 150 m (Fig. 16). Sur ces 37 galeries, 30 étaient en exploitation en 1833, réparties entre 28 mineurs, représentant 3 concessionnaires distincts : MM. Gauthier, Legrand maîtres de forges à Fallon, et Desrone maître de forges à Larians¹². Seules les galeries 3, 5 et 7 sont isolées dans le complexe. Les autres sont toutes reliées entre elles. La jonction s’effectuait dans le dernier tiers de leur longueur.

La mine de Rougemontot est ainsi exploitée par 2 systèmes de galeries parallèles inclinées de quelques degrés, les unes sur la direction, les autres sur l’inclinaison du gîte conformément au plan imposé aux concessionnaires par l’administration¹³.

La dynamique interne est donc largement influencée par une gestion empirique autonome, basée sur le souci d’un taux de défruitemment poussé au maximum.

La mine a été exploitée par chambres évidées, à partir de galeries de traverse uniques ouvertes à l’affleurement. Les mineurs ont exploité le gîte en perçant à flanc de coteau des galeries perpendiculaires à l’axe de l’affleurement, en suivant scrupuleusement la couche (Fig. 17). Sept groupes de galeries ont été reconnus, formant des assemblages plus ou moins individualisés de galeries. La mine comporte plusieurs phases d’exploitation. Leur combinaison aboutit à un plan d’exploitation sensiblement com-

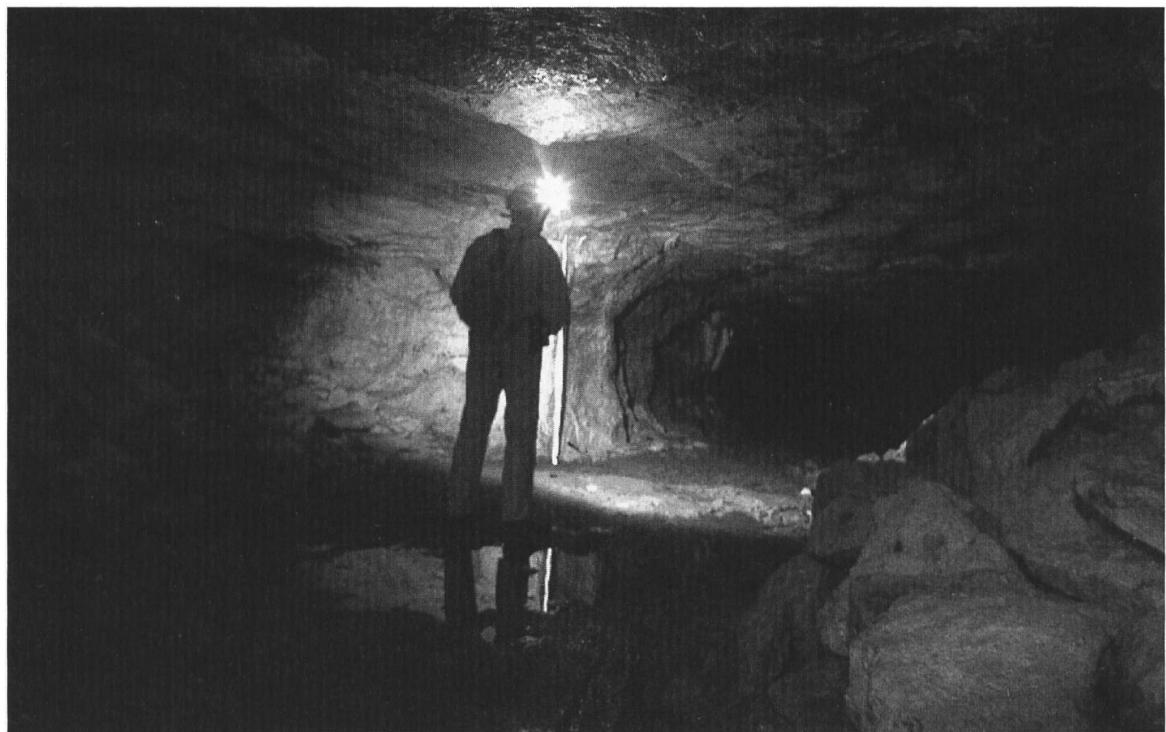
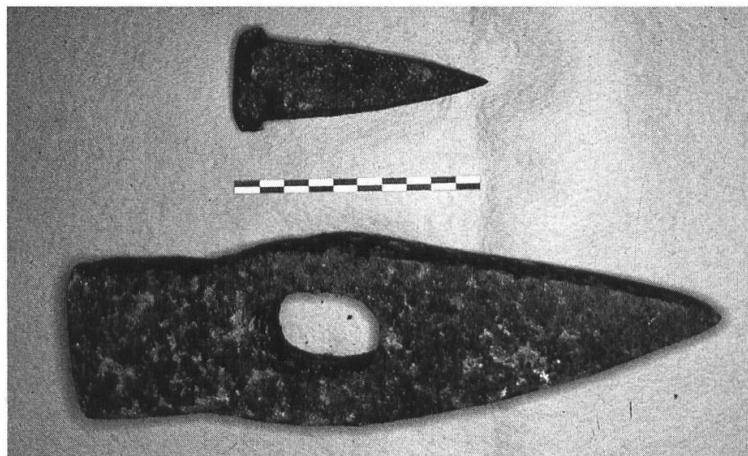


Fig. 17 : Rougemontot (Doubs) : Zone ouest non touchée par la réexploitation en champignonnière. Galerie de traverse et dépôt de mineraux. (Photographie : D. Morin).

Fig. 18 : Mines de fer oolithique de la vallée du Doubs : outillage manuel d'abattage. En haut : coin pyramidal. En bas : marteau pic utilisé pour enfoncer les coins. (Photographie : D. Morin).



parable à celui d'une extraction de type chambres et piliers abandonnés. Pourtant, à y regarder de plus près, ce schéma pose un certain nombre d'interrogations, notamment sur l'origine de certaines jonctions entre groupes de galeries, même si les sources permettent d'expliquer en partie l'état actuel du site.

Plusieurs secteurs sont l'expression d'un concept totalement linéaire, alors que d'autres évoluent vers une gestion volumétrique organisée du gîte, prémisses d'une exploitation par chambres et piliers, provoquée par la mise en place de recoupes.

L'abattage était manuel, au pic et au coin, avec l'usage de la poudre (Fig. 18). L'abattage ressemble à celui qu'utilisaient certains carriers (Fig. 19). Il se faisait en trois temps : l'ouvrier tranchait horizontalement au pic une entaille centrale, qui servait de bouchon d'attaque. Il donnait à cette saignée, ou havage, la largeur du front de taille sur une profondeur minimum de 0,70 m (ce qui correspond au souchevage dans les carrières souterraines), puis les blocs étaient détachés à la poudre successivement en bas, puis en haut (ce qui correspond au défermage).

L'entaille se faisait toujours à mi-hauteur du front de taille, ainsi les blocs situés au-dessus de celle-ci étaient extraits en chutant tandis que ceux situés en dessous étaient, au contraire, rompus en étant soulevés par la charge d'explosif. Ce système avait pour avantage de permettre une extraction relativement régulière.

L'exhaure est inexistante ; les infiltrations sont quasiment nulles, à l'exception de quelques circulations absorbées par les fissures du karst. L'éclairage était portatif. Une lampe «rave» a été découverte à l'intérieur des galeries. Un certain nombre de niches à lumière sont visibles aux carrefours importants ou lorsque les galeries amorcent une direction différente.

Aussi longtemps que la roche restait friable, l'abattage s'effectuait au pic ou au coin. Les pics étaient en acier de 3 à 4 kg, ils étaient à une ou deux pointes en opposition. Le plus courant était le pic à une pointe, beaucoup plus commode pour travailler dans les veines de faible puissance.

Pics et les houes étaient utilisés dans les mines et minières de fer «*en grains*». Les nombreuses traces observables sur les parois et au plafond des galeries montrent une utilisation constante de ces deux outils.

Les coins abondants ont été utilisés avec la masse dans toutes les mines de fer oolithiques. Le coin servait à éclater les blocs volumineux au front de taille ou abattus au sol. Le principe consistait à utiliser une fissure naturelle de la roche pour l'y enfoncer. L'abattage manuel traditionnel a longtemps prévalu au sein des mines de fer oolithique ; du moins a-t-il cohabité très longtemps avec d'autres techniques comme celle de la poudre (Fig. 20).

8. Les mineurs de fer... Des conditions de travail encore méconnues

Dans une note relative aux ouvriers à employer à la forge pendant qu'elle est en régie datée de 1662 et édictée par la forge de Chagey, il est indiqué que les mineurs sont recrutés à la tâche. «*Mineurs : Les faut avoir en bonnes saisons tant que l'on peut, pour les congédier quand l'on veut. Le plus expédient est de marchander le tirage et lavage par cuveaux de mine, pour éviter les fraudes qu'ils commettent à la journée*»¹⁴.

Les mineurs et les ouvriers qui travaillaient le fer étaient au plus bas de l'échelle sociale. Les maîtres de forge qui devaient gérer l'offre et la demande pour l'embauche et de matières premières en convenaient «*Ce ne sont pas des gens commodes ou riches qui travaillent dans les bois, ni dans les mines, comme ce ne sont ordinairement que des gens destitués de tout moyen pour vivre, lesquels n'ont pas sitôt fait une journée qu'ils voudraient déjà en toucher le paiement. Il en est pour travailler souvent fois plusieurs mois à fouiller et chercher des mines sans rien trouver, ou au moins guère trouver de quoi se dédommager d'une petite partie de leur frais, les coupeurs de bois sont dans le même cas et généralement tous les ouvrier travailleurs pour les forges.*»¹⁵

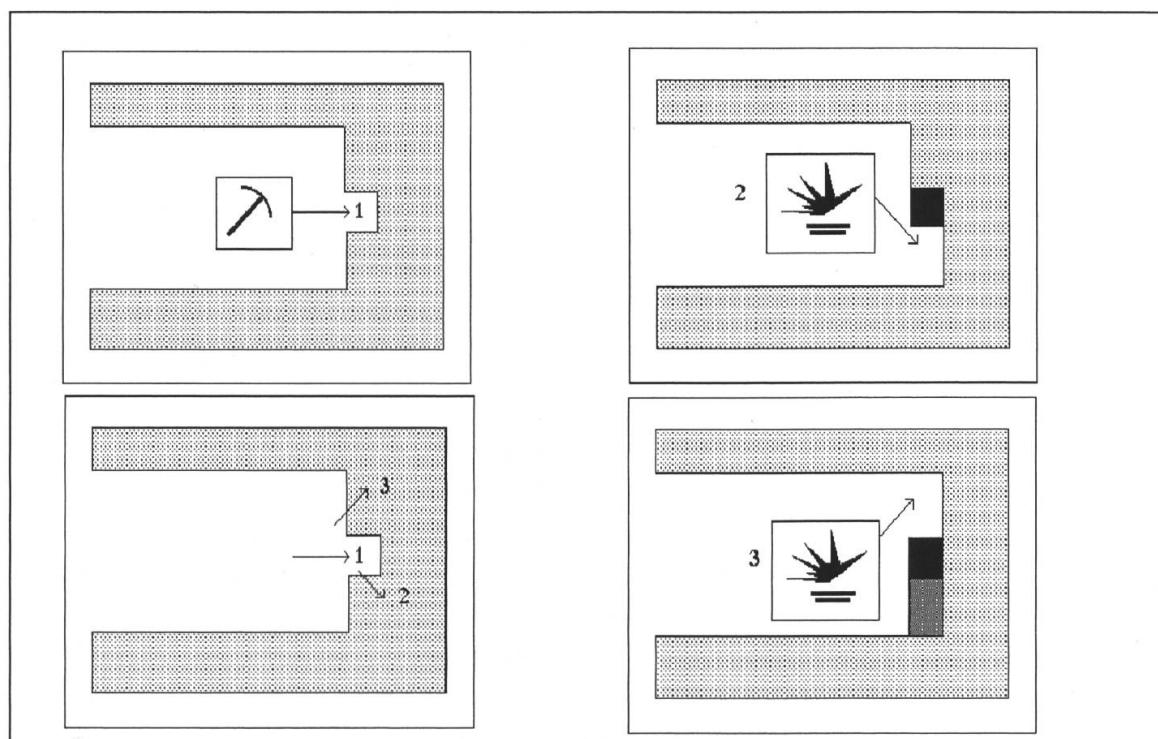


Fig. 19 : Schéma d'abattage de la mine de Rougemontot. (Dessin : D. Morin).

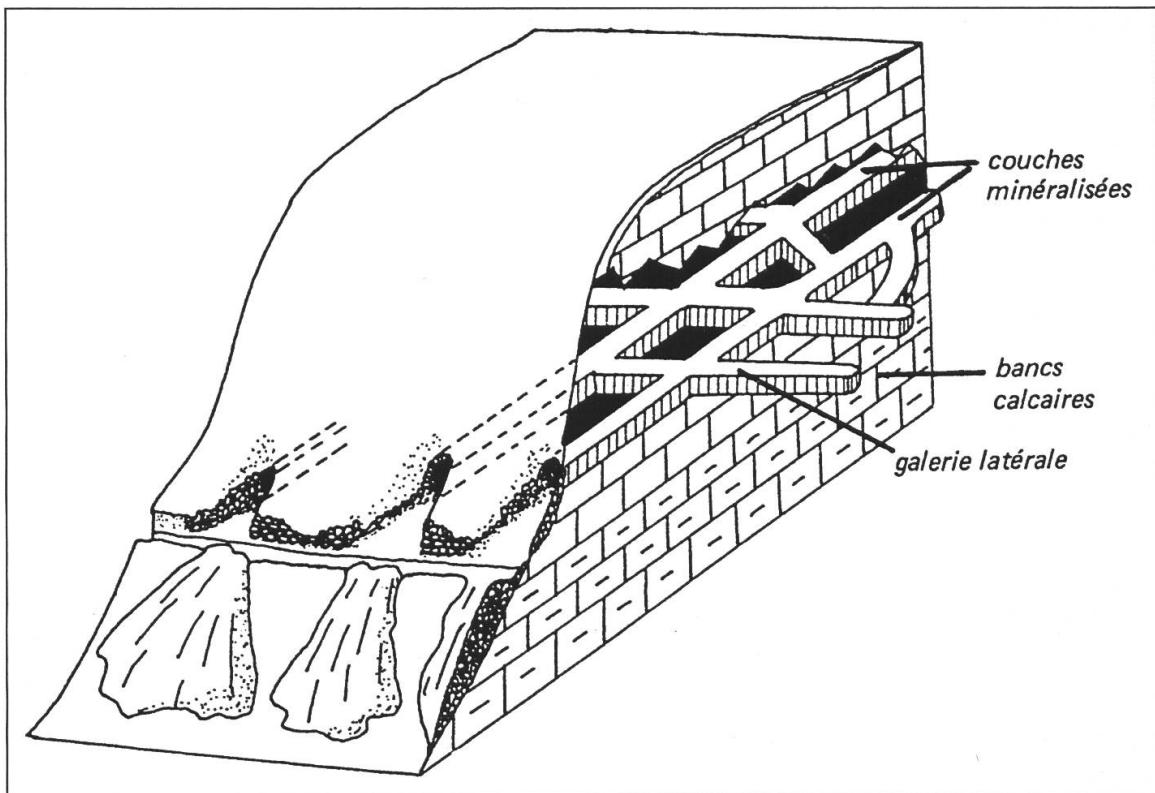


Fig. 20 : Bloc diagramme représentant une exploitation de minerai de fer oolithique. (Dessin : D. Morin).

L’administration minière aura beaucoup de difficultés pour réglementer les innombrables extractions dispersées sur le territoire. La loi de 1810 permit de faire de grands progrès dans la gestion des gîtes et dans la condition de travail des ouvriers. Cette évolution sera en fait de courte durée. Les maîtres de forge détenant l’essentiel du pouvoir sur une main-d’œuvre taillable et corvéable à merci. Les accidents, souvent mortels, étaient fréquents dans les boyaux étroits et souvent non étayés des minières du XIXe siècle.

Pour faire face à la demande de plus en plus forte des maîtres de forges, la législation minière dut s’adapter aux contraintes économiques. Les minières de fer d’alluvions échappaient ainsi à l’évolution normale du code minier. Quand les forges et fourneaux des plateaux de Saône firent appel à toujours plus de main-d’œuvre et de terres à mines, les minières se développèrent de manière considérable jusqu’au XIXe siècle.

L’étude de l’administration des mines et minières de fer sous l’Ancien Régime montre à quel point la Franche-Comté était concernée par le problème d’expansion des mines et minières d’alluvion. La lecture des recueils d’actes administratifs et de nombreux comptes-rendus de procès des bailliages apportent des témoignages innombrables de litiges sur la propriété du minerai et sur le droit à l’extraction ou à la «traite» : le transport vers les lieux de préparation et de réduction.

Cette situation des mines et minières de Franche-Comté pourrait bien avoir eu une influence décisive dans l’élaboration des principaux textes réglementant l’administration minière mais aussi les conditions techniques d’extraction au début du XIXe siècle pour l’ensemble des mines métalliques.

Bibliographie

- Bouveresse 1976 : BOUVERESSE (Abbé). – *Histoire des villages et du canton de Rougemont (Doubs)*. chez l'auteur, Vesoul, 201 p.
- Cayeux 1922 : CAYEUX (L.). – *Les minerais de fer oolithique de France. Minerais de fer secondaires*. Etude des gîtes minéraux de la France, Impr. Nat, fasc. 2 , 1051 p.
- Dreyfuss, Théobald 1972 : DREYFUSS (M.) & THEOBALD (N.). – *Carte géologique à 1/50 000^e de la France*, feuille de Baume-les-Dames. Et notice explicative. BRGM, Orléans.
- Eschenlohr *et al.* 1993 : ESCHENLOHR (L.), MORIN (D.) et PAUL (J-D.), ROSENTHAL (P.). – Recherches sur l'origine de certains minéraux de fer utilisés en paléosidérurgie en Franche-Comté (France) et dans le Canton du Jura (Suisse). *Actes du Colloque Transfrontalier, analyse et maîtrise des valeurs naturelles*, Saline Royale d'Arc-et-Senans, 22–23 septembre 1993, Besançon, 1993, p.121–124.
- Morin, Rosenthal 1997 : MORIN (D.) et ROSENTHAL (P.). – L'exploitation du minerai de fer dans le karst des plateaux du Jura : les mines de Béthoncourt et Onans (Doubs, France). *Akten des 10. Nationalen Kongresses für Höhlenforschung, Breitenbach Schweiz 1995. Actes du colloque de Breitenbach. 10e Congrès National de Spéléologie, 6–8 octobre 1995. Schweizerische Gesellschaft für Höhlenforschung, Suisse* p. 260–265.
- Morin 1995 : MORIN (D.). – Dynamique et évolution des systèmes d'extraction du minerai de fer sédimentaire du XVII^e au XIX^e siècle. L'exemple des plateaux de Saône et du Jura septentrional. *Paléométallurgie du fer et Cultures, Actes du Symposium international du Comité pour la sidérurgie ancienne et de l'Union internationale des sciences préhistoriques et protohistoriques. Belfort-Sévenans, 1-2-3 novembre 1990, Institut Polytechnique de Sévenans*, p. 429–452. Ed. Vulcain, 1995.
- Morin, Rosenthal 1995 : MORIN (D.) et ROSENTHAL (P.). – Techniques minières et vicissitudes de l'approvisionnement en minerai du district sidérurgique de Montbéliard (Franche-Comté, France), de la Renaissance au XIX^e siècle. *Actes du colloque international «The importance of Ironmaking–Technical Innovation and Social Change», 8–13 mai 1995, Norberg, Suède, Jernkontorets Bergshistoriska Utskott*, Vol.2., p. 201–210.
- Morin, Rosenthal 1994 : MORIN (D.) et ROSENTHAL (P.). – La mine de Rougemontot. l'exploitation du minerai de fer oolithique aalénien sur les plateaux du Jura septentrional du XVII^e au XIX^e siècles. Haute-Saône, France. in, *Actes du Colloque Archéologie et Archéométrie en Paléométallurgie. La Sidérurgie ancienne dans l'Est de la France dans son contexte européen. Besançon, 11/13 novembre 1993*. p. 409–415.
- Morin 1994 : MORIN (D.). – La mine de Fallon (70) l'exploitation du minerai de fer pisolithique dans les remplissages karstiques des plateaux du Jura septentrional du XVI^e et XIX^e siècles. Haute-Saône, France. in, *Actes du Colloque Archéologie et Archéométrie en Paléométallurgie. La Sidérurgie ancienne dans l'Est de la France dans son contexte européen. Besançon, 11/13 novembre 1993*. p.397–408.
- Morin *et al.* 1994 : MORIN (D.), PAUL (J. D.), ROSENTHAL (P.). – Variabilité des minéraux et évolution des techniques d'extraction et de réduction dans un petit district sidérurgique : la région de Briau-court / Conflans-sur-Lanterne (Haute-Saône, France). *Actes du Colloque Archéologie et Archéométrie en Paléométallurgie. La Sidérurgie ancienne dans l'Est de la France dans son contexte européen. Besançon, 11/13 novembre 1993*. p. 89–100.
- Morin 1993 : MORIN (D.). – Les systèmes d'exploitation du minerai de fer sédimentaire en Franche Comté (XVI^e au XIX^e siècle). Archéologie, Typologie et Dynamique des systèmes. U.F.R. des Sciences du Langage, de l'Homme et de la Société ; *Thèse de Doctorat de l'Université de Franche-*

Comté. (Direction de M. Mangin). 4 tomes–6 volumes, 1600 p. 73 planches photos, 291 fig. tableaux et cartes.

Ogérien 1865 : OGERIEN (Frère). – *Histoire naturelle du Jura*. Masson édit. Paris, t.1, 382 p.

Résal 1864 : RESAL (H.). – *Statistique géologique minéralogique et minéralurgique des départements du Doubs et du Jura*. Dodivers édit., Besançon, 371p.

Rosenthal 1990 : ROSENTHAL (P.). – Les ressources minières de la Franche-Comté : minérais métalliques. in JACOB (J.P.) et MANGIN (M.), De la mine à la Forge en Franche-Comté, des origines au XIXe siècle, *Ann. Litt. de l'Univ. Besançon, Les Belles Lettres*, Paris, n° 410, (Archéologie n° 37), p. 14–47.

Rosenthal 1995 : ROSENTHAL (P.). – Les minéraux de fer de Franche-Comté. *Bull. Soc. Hist. Doubs.*, t. 85, p. 25–62.

Notes

¹ Père Tiburce, 1775–AN, K. 1162 n° 32 Manuscrit.

² Carte géologique 1/50 000ème, Baume-les-Dames.

³ ADHS, CIC. 1C. 1381.

⁴ Laboratoire de dendrochronologie de l'UFR Franche Comté (dadation: fin du 17e siècle).

⁵ Ogérien, 1865.

⁶ ADD, L. 729.

⁷ AN F14 11176*, répertoire de mines, 1836 par mineraux et par département.

⁸ Archives DRIRE, Besançon.

⁹ Rapport de visite de l'ingénieur des Mines, 21 octobre 1841, ADD, 412. S. 1.

¹⁰ Rapport de visite de l'ingénieur des Mines, 21 octobre 1841, ADD, Rougemontot, 412. S. 1.

¹¹ Courrier adressé au Préfet du Doubs concernant l'exploitation de Rougemontot le 19 décembre 1842, ADD, 412. S. 1.

¹² ADD, 412. S. 1 Plan de la mine en date du 1er Novembre 1833.

¹³ ADD, 412. S. 2.

¹⁴ Forge de Chagey : note relative aux ouvriers à employer à la forge pendant qu'elle est en régie. 1662–ADHS, E. 98.

¹⁵ ADD, ib.

Adresse des auteurs : Denis MORIN

UMR CNRS 5060 Laboratoire de Métallurgies et Cultures
Institut de Recherche sur les Archéomatériaux
Université de Technologie de Belfort – Montbéliard,
Site de Sevenans
F-90010 Belfort Cedex, France

Patrick ROSENTHAL

UMR CNRS 5060 Laboratoire de Métallurgies et Cultures
& Département Géosciences, UFR des Sciences
Université de Franche-Comté
Route de Gray
F-25030 Besançon Cedex, France
patrick.rosenthal@univ-fcomte.fr