

MINARIA HELVETICA



District sidérurgique du Mont d'Or

SGHB
SSHM
SSSM

SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT FÜR HISTORISCHE BERGBAUFORSCHUNG
SOCIÉTÉ SUISSE D'HISTOIRE DES MINES
SOCIETÀ SVIZZERA DI STORIA DELLE MINIERE

24b/2004

Editorial	2
Alfred Lanquetin	
Présentation de la commune des Longevilles-Mont d'Or	3
Carte du district sidérurgique du Mont d'Or	5
Karte den Eisenverarbeitungsdistrikt von Mont d'Or	
Christophe Folletete	
Présentation de l'association «Un passé oublié»	6
Vincent Serneels, Christophe Folletete et Claude Jacquemin-Verguet	
Aperçu du district sidérurgique du Mont d'Or.	7
<i>(Übersetzung/traduction Sébastien Perret)</i>	
Übersicht über den Eisenverarbeitungsdistrikt von Mont d'Or.	20
Vincent Serneels	
La limonite du Valanginien, aspects minéralurgique et métallurgique.	32
Christophe Folletete, Vincent Serneels, Denis Morin avec des contributions de Michel Cottet, Urs Eichenberger, Claude Jacquemin-Verguet et Hubert Trouttet	
Les vestiges miniers du district du Mont d'Or	41
Vincent Serneels	
Les ferrières et les hauts fourneaux du district sidérurgique du Mont d'Or (versant franc-comtois)	76
Cinq documents concernant l'histoire du district sidérurgique du Mont d'Or	83
Claude Jacquemin-Verguet	
Les essais d'exploitation de différents minerais sur le Mont d'Or	97
Roger Bailly, avec une introduction de Christophe Folletete	
Mineur de fer au pied du Mont d'Or	99
Bibliographie générale	102
Adresses des auteurs	103
Impressum	104

Couverture/Titelbild: Extrait du «Plan général et géométrique de la dépendance et seigneurie de l'Abbaye de Mont Sainte Marie au balliage de Pontarlier» dessiné par Vallotton, arpenteur, en 1723, montrant le «Creux de Mine» au-dessus du village des Longevilles. Ausschnitt aus dem «Plan général et géométrique de la dépendance et seigneurie de l'Abbaye de Mont Sainte Marie au balliage de Pontarlier» des Landvermessers Vallotton (gezeichnet 1723), mit der Lokalisation des «Creux de Mine» über dem Dorf von Longevilles. (Archives Départementales du Doubs. Plan H25 Mont Sainte Marie. Cliché C. Jacquemin-Verguet).

Editorial

Die schweizerisch-französische Grenzregion Mont d'Or im Jura, die vor allem auch kulinarisch durch die Produktion typischer Käsesorten – wohl die berühmteste trägt den Namen Vacherin Mont d'Or – bekannt ist, gewährt der Schweizerischen Gesellschaft für Historische Bergbauforschung Gastrecht für die diesjährige Jahresversammlung, insbesondere die französische Stadt Longevilles-Mont d'Or.

Das Gebiet Mont d'Or ist seit altersher auch für seine mineralischen Rohstoffe bekannt, die bereits in der Frühzeit, wie Funde belegen, genutzt wurden. Sowohl unter geologischen, aber auch unter historisch-wirtschaftlichen Gesichtspunkten kann die Entwicklung dieser Grenzregion in unmittelbarer Nachbarschaft zur Schweiz als Sonderfall betrachtet werden. Im Zentrum der Tagung stehen die Eisenverarbeitung, die Eisenbergwerke und die Kalkgewinnung des Mont d'Or.

Das vorliegende Heft veröffentlicht in verschiedenen Beiträgen Hintergrundinformationen zu dieser, aus Sicht der historischen Bergbauforschung, äusserst interessanten Gegend. Wesentliche Informationen finden sich bereits in den Arbeiten von Roger Bailly (1998), Paul-Louis Pelet (1971, 1978, 1983) und Jean-François Belhoste et al. (1994).

Die Redaktion dankt allen Autoren dieser Nummer für ihre wertvollen Beiträge, ganz besonders aber dem Präsidenten Vincent Serneels für seine grosse Arbeit im Vorfeld der Planung und der Herausgabe des Heftes, wie auch Nicole Bruegger und Sébastien Perret für deren Mitarbeit und das Erstellen der Grafiken. Für den Inhalt von Text und Figuren sind die Autoren allein verantwortlich.

Die Jahresversammlung wird zusammen mit der Vereinigung «Un Passé Oublié» organisiert. Für die Mitarbeit bei der Vorbereitung und der Durchführung der Tagung danken die Redaktion und der Vorstand der SGHB Monique Bole, Michel Cottet, Christophe Folletete, Claude Jacquemin-Verguet, Alfred Lanquetin, Denis Morin, Jean-Marie Pourcelot, Verena Obrecht-Schaltenbrand, Vincent Serneels und weiteren, nicht namentlichen genannten, Mitgliedern der Vereinigung «Un Passé Oublié».

*Rainer Kündig
Urspeter Schelbert*

Présentation de la commune des LONGEVILLES MONT D'OR

Alfred LANQUETIN, maire des LONGEVILLES-MONT-D'OR.

Chers Amis,

La commune des Longevilles-Mont d'Or fait partie du canton de Mouthe, de la communauté de communes du Mont d'Or et des Lacs, du département du Doubs, de la région de Franche-Comté, rattachée à la France depuis 1678. Elle est située sur le bord de la rivière le Doubs, le long de la ligne de chemin de fer TGV FRASNE-VALLORBE.

Notre commune présente plusieurs aspects :

- Commune à vocation rurale qui dénombre encore six exploitations agricoles uniquement tournées vers l'élevage et la production laitière. Le lait est transformé dans un atelier de fromagerie récemment rénové et agrandi pour la fabrication de trois fromages en AOC - appellation d'origine contrôlée - Morbier, Comté et Mont d'Or.
- Commune à vocation touristique : la commune fait partie de la station Métabief-Mont d'Or un tiers des pistes de ski alpin sont tracées sur le territoire communal. La commune qui compte 374 habitants sédentaires au dernier recensement dénombre environ 1000 à 1100 lits de tourisme.
- Commune frontalière : elle présente une limite commune avec la Suisse sur 400 mètres, environ 50 % de la population dépend du travail frontalier, celui-ci s'exerce dans des activités diverses.
- Commune forestière : sur les 1330 ha de l'ensemble du territoire communal, la forêt constituée en grande partie de résineux, couvre 450 ha. La tempête de décembre 1999 a causé d'énormes dégâts estimés à 35 000 m³ de chablis. Le budget communal s'en trouve affaibli, alors que les revenus de la forêt étaient très importants auparavant.

La municipalité a cependant de nombreux projets. La construction du tunnel ferroviaire France-Suisse, qui avait provoqué une catastrophe écologique dans les années 1910 à 1913, va peut-être nous permettre l'exploitation d'une source d'eau minérale dont la résurgence se situe dans le souterrain. Donc la construction d'une infrastructure d'embouteillage et tout ce qu'une telle initiative représente comme activités industrielles, commerciales et immobilières. Une industrie ancienne : l'exploitation du minerai de fer a été très importante jusqu'à l'année 1843 et particulièrement aux Longevilles-Mont d'Or.

Je laisse le soin au président de l'association «Un passé oublié», Christophe de vous présenter son fonctionnement et les premiers résultats de nos recherches.

Je souhaite à tous les participants de cette assemblée générale, la bienvenue dans notre village, une rencontre pleine d'intérêts pour tous, et une excellente journée.

Extrait de la carte topographique

Les principaux sites décrits dans le cadre de l'Assemblée Générale 2004 sont positionnés sur la carte.

Ausschnitt aus der topographischen Karte mit der Lokalisierung der wichtigsten, im Rahmen der Generalversammlung 2004 beschriebenen Orte.

Carte IGN 1 :100'000 n°38 © IGN Paris 2003 - Autorisation n° 52034-023.

Secteurs miniers / Bergwerkssektoren :

- 1 Secteur d'extraction des Longevilles / Abbaagebiet von Longevilles
- 2 Mine de Métabief / Bergwerk von Métabief
- 3 Secteur d'extraction des Hôpitaux Vieux / Le Miroir
Abbaagebiet von Hôpitaux Vieux / Le Miroir
- 4 Secteur d'extraction des Fourgs / Combe du Voirnon
Abbaagebiet von Fourgs / Combe du Voirnon
- 5 Mine des Fourgs / Begwerk von Fourgs
- 6 Mine de Oye-et-Pallet / Bergwerk von Oye-et-Pallet

Entreprises métallurgiques / Eisenverarbeitende Betriebe :

- 7 Haut fourneau de Rochejean / Hochofen von Rochejean
- 8 Hauts fourneaux et autres usines de Vallorbe
Hochöfen und andere Verarbeitungsbetriebe von Vallorbe
- 9 Haut fourneau et autres usines de La Ferrière-sous-Jougne
Hochöfen und andere Verarbeitungsbetriebe von La Ferrière-sous-Jougne
- 10 Ferrières de Joux / Hydraulische Rennöfen von Joux
- 11 Haut fourneau et autres usines de Pontarlier
Hochofen und andere Verarbeitungsbetriebe von Pontarlier



Présentation de l'association «Un passé oublié»

Christophe FOLLETETE, Président de l'association «Un passé oublié»

C'est en 1997 que j'ai commencé à m'intéresser aux mines du Mont d'Or. Alors à la recherche d'un sujet original pour la rédaction d'un petit mémoire sur la région, je tombe sur quelques lignes dans une revue régionale indiquant la présence autrefois d'importantes exploitations de minerai de fer. N'étant pas moi-même originaire du secteur et n'ayant jamais entendu parler de ces exploitations, je consulte mes amis originaires des villages environnants qui me disent ne rien savoir de ce passé. J'avais alors trouvé ce que je recherchais à savoir un sujet d'investigation. Très peu de documentation existait sur ce sujet, il fallait donc mener l'enquête et trouver des personnes ayant un savoir sur ces mines. Suite à la rédaction de ce mémoire, il me paru dommage de laisser retomber ce sujet dans l'oubli d'autant que beaucoup de choses restaient à découvrir. J'allais alors trouver Alfred Lanquetin, maire des Longevilles-Mont-d'Or que je trouvai d'emblé passionné par le sujet. Nous décidons alors l'organisation d'une première conférence pour faire connaître ce passé à la population du village et la création d'une association pour poursuivre les recherches.

L'association «Un passé Oublié» a été créée le 5 mars 1999. Elle s'est donné pour objet l'étude, la protection et la valorisation du patrimoine minier et industriel du Haut-Doubs. Son siège social est fixé à la Mairie, 4 rue du crêt F-25370 Les Longevilles-Mont d'Or. L'association compte environ une vingtaine de membres.

Ses activités jusqu'à présent ont été les suivantes : organisation de conférences, recherches documentaires et de terrain, organisation de voyages et de visites sur d'autres sites miniers (Ste Marie Aux mines, Mont Chemin...). L'année 2004 voit l'aboutissement de deux projets importants pour l'association, la mise en place d'un sentier à thème sur les mines, et l'organisation de l'assemblée générale de la Société

Aperçu du district sidérurgique du Mont d'Or

Résumé

Le district du Mont d'Or renferme des gisements de minerai de fer appartenant à la «Limonite du Valanginien». Leur exploitation débute au Moyen Age avec l'apparition de ferrières hydrauliques dès le XIIIe siècle. A partir de la fin du XVe siècle, on voit s'implanter des hauts fourneaux, tant sur le versant Suisse que du côté français. Cette industrie prospère jusqu'aux années 1640 (10 hauts fourneaux). A cette période, la Franche-Comté, est ravagée par la guerre et, de manière générale, l'approvisionnement en matières premières, minerais et combustible, devient de plus en plus difficile. Le nombre de hauts fourneaux diminue régulièrement et la production de fonte se stabilise. Dans le même temps, les affineries et les forges se multiplient. Le dernier haut fourneau, celui de Rochejean est détruit par un incendie en 1843.

Zusammenfassung

Der Distrikt des Mont d'Or umschliesst zum «Limonit des Valanginien» gehörende Eisenvorkommen. Ihr Abbau beginnt im Mittelalter mit dem Aufkommen der hydraulischen Rennöfen im 13. Jh. Mit dem beginnenden 15. Jh. erscheinen die Hochöfen sowohl auf der französischen wie auf der schweizerischen Seite. Diese Industrie prosperiert bis um 1640 (10 Hochöfen). Um diese Zeit wird das Franche-Comté von Kriegen heimgesucht, und die Versorgung mit Rohstoffen wie Erz und Brennmaterial wird immer schwieriger. Die Anzahl der Hochöfen verringert sich regelmässig, bis sich die Produktion von Gusseisen stabilisiert. Gleichzeitig nimmt die Zahl der Umschmelzwerke und der Schmiedewerkstätten zu. Der letzte Hochofen von Rochejean fiel 1843 einer Feuersbrunst zum Opfer.

1 Le paysage

Vue depuis les bords des lacs du plateau suisse, la chaîne du Jura s'érige en une barrière continue d'est en ouest, depuis les contreforts du massif de la Forêt Noire et les bords du Rhin, jusqu'aux rives du Rhône près de Chambéry (Fig.1). Le versant abrupt de la première chaîne domine la plaine de près de mille de mètres. Il faut ensuite descendre puis remonter à nouveau trois ou quatre fois pour franchir les crêtes successives du Jura plissé et déboucher enfin sur la vaste étendue du Jura tabulaire. A une trentaine de kilomètres au Nord, ce plateau s'arrête brusquement par un escarpement qui domine la vallée du Doubs.

Quelques grands accidents transversaux ouvrent des passages difficiles au travers de la montagne. L'un d'entre eux passe par Vallorbe et débouche à Pontarlier. Au Sud les eaux s'écoulent par la vallée de l'Orbe, arrivent dans le Lac de Neuchâtel qui se déverse dans l'Aar, puis le Rhin pour rejoindre la Mer du Nord. Au Nord, c'est le Doubs qui s'écoule vers le Nord-Est avant de repartir dans la direction opposée pour se déverser dans la Saône, le Rhône et enfin la Méditerranée. Le Mont d'Or est la puissante montagne qui, sur la ligne de partage des eaux, culminant à 1463 mètres, domine Vallorbe (carte p. 5).

La chaîne du Jura est principalement formée de roches sédimentaires mésozoïques qui se sont déposées dans une mer tropicale relativement peu profonde. Au moment du dépôt, ce domaine constitue la bordure nord de l'océan qui s'est ouvert entre les plaques européenne et africaine. Les roches qui se déposent sont surtout des calcaires, mais aussi des marnes et des argiles. On rencontre aussi quelques fois des grès

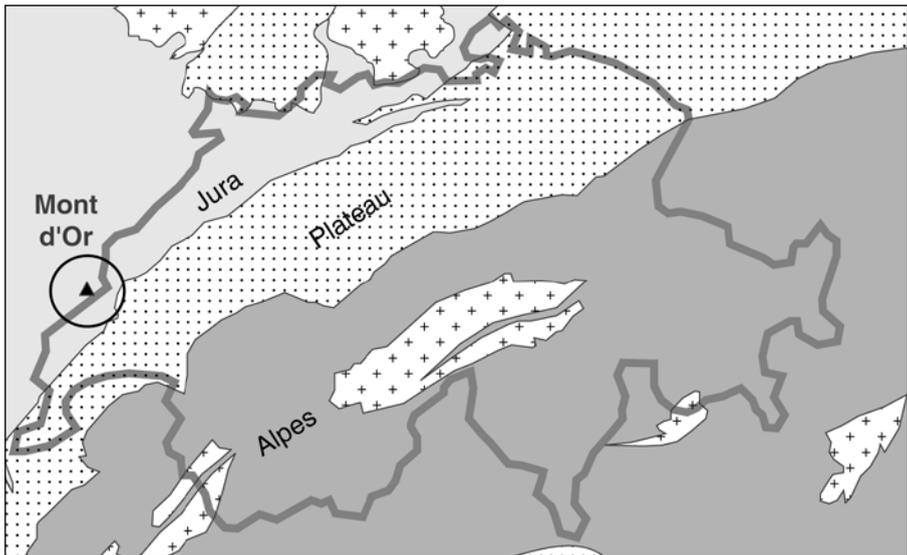


Fig. 1 : Localisation du district du Mont d'Or.



Fig. 2 : Aspects du paysage typique du haut Jura. Clichés C. Folletete.

A : Vue des falaises du Mont d'Or au-dessus de Vallorbe.

B : La haute chaîne (Suchet, Mont de Baulmes et Chasseron) vue depuis le sommet du Morond.

et des évaporites (sel). Entre 60 et 30 millions d'années, on assiste à la fermeture progressive de cet océan et à formation des Alpes par la collision entre l'Afrique et l'Europe. Dès la fin du Crétacé, la zone jurassienne commence à émerger et à subir une forte érosion. Des reliefs commencent à se former et, à partir de l'Oligocène, des sédiments molassiques se déposent dans les vallées les plus grandes qui sont occupées par des lacs ou des bras de mer. Le plissement se poursuit au Miocène, toujours en rapport avec les poussées alpines. C'est ce plissement qui donne au Jura sa topographie si particulière. Au cours du Quaternaire, les glaciers alpins, après avoir recouvert le plateau suisse déborderont localement la première crête jurassienne et déposeront leurs moraines.

Le paysage reflète directement le plissement (Fig.2). Les crêtes sont formées le plus souvent par les structures anticlinales dénudées. Les roches relativement tendres du Crétacé ont été complètement érodées, mettant à nu les calcaires massifs du Jurassique supérieur qui forment les sommets. Les synclinaux occupent généralement les vallées. Le fond de celles-ci est occupé par les sédiments récents apportés par les glaciers qui recouvrent les roches les plus récentes du Crétacé. Les versants recoupent les couches intermédiaires, souvent en position verticale. La grande faille transverse de Vallorbe-Pontarlier définit une zone de faiblesse qui facilite l'érosion par les cours d'eau qui ont dénudé localement les couches les plus anciennes. A l'Est et à l'Ouest, les grandes structures sont décalées les unes par rapport aux autres.

Après le retrait glaciaire, les crêtes du Jura se sont peu à peu couvertes de forêts denses. Les fonds de vallée, occupés par des zones humides, se trouvent à des altitudes de l'ordre de 1000 mètres. Le climat est rude en hiver et l'agriculture difficile. Au cours du Néolithique et de la Protohistoire, l'homme a préféré s'installer en des lieux plus cléments, mais des itinéraires de transit à travers la Haute Chaîne ont dû être ouverts très tôt. Sur ce plan, le secteur du décrochement de Vallorbe-Pontarlier est un des couloirs naturels les plus évidents. A l'Age du Fer, les échanges entre les deux versants du Jura sont déjà bien développés sans que l'on puisse démontrer avec certitude les tracés qui ont été réellement fréquentés. A l'arrivée des Romains, les voies de communications sont réorganisées. Deux voies, partant respectivement d'Orbe et d'Yverdon, se rejoignent à mi-chemin pour gagner Pontarlier et au-delà Besançon. Dès cette époque, l'importance de ce passage transjurassien est clairement affirmée et le restera tout au long de l'histoire jusqu'à nos jours.

Ce sont les hommes du Moyen Age qui ont laissé les traces d'occupation les plus anciennes que l'on connaisse dans le secteur de la Haute Chaîne. La colonisation est d'abord timide. Les moines chrétiens qui viennent établir des monastères dans des zones reculées jouent un rôle important. Rapidement, ils attirent dans leur orbite une population qui s'installe et fonde des villages. Les terres sont mises en valeur, ainsi que les autres richesses naturelles : le bois et le minerai de fer, ou encore le sel.

A l'échelle des nations, la chaîne du Jura est bien une frontière naturelle entre des zones d'influences. Politiquement, le Nord et le Sud sont séparés depuis le Moyen Age. Vallorbe et le Pays de Vaud sont rattachés à la Savoie jusqu'en 1536, date de la

conquête bernoise qui va entraîner le développement de la Réforme sur le plan religieux. Par la suite, ces territoires partagent le destin des cantons suisses. La Franche-Comté est initialement rattachée au duché de Bourgogne. Elle passe aux Habsbourg en 1493 et sera annexée par la France en 1678 à la suite des guerres de Louis XIV. Par contre, à l'échelle locale, le tracé qui sépare les deux pays est complètement arbitraire. L'ensemble du district partage les mêmes contraintes naturelles et les mêmes ressources.

2 Les minerais de fer

Parmi les différentes couches sédimentaires du Jura, plusieurs niveaux sont susceptibles d'être enrichis en fer (Fig.3). Dans les niveaux les plus anciens, localement, on trouve des marnes à oolithes ferrugineuses. On connaît des gisements plus ou moins riches dans les couches qui se trouvent à la limite entre le Lias et le Dogger (Aalénien/Toarcien) et d'autres, à la limite entre le Dogger et le Malm (Callovien et Oxfordien). C'est le cas du principal gisement de Suisse qui se trouve dans la région du Fricktal AG (Minaria Helvetica 22b, 2002). Le minerai se présente sous la forme d'une roche assez argileuse, plutôt friable, contenant une infinité de concrétions microscopiques sphériques constituées principalement par des oxydes (goethite, limonite) et un silicate de fer (chamosite). Pour la formation de ces concrétions, on évoque un milieu marin relativement profond (80 à 100m), en bordure de zone de sédimentation argileuse (Gygi 1981). Le fer des argiles est lessivé durant la compaction et précipité en surface du sédiment. Les particules d'oxyde de fer remises en suspension par les courants sont transportées en périphérie où elles se déposent. De faibles courants sous-marins occasionnels favorisent la formation d'oolithes. Ces minerais oolithiques contiennent une riche faune d'ammonites, de bélemnites, etc. Ces minerais n'apparaissent pas dans le district du Mont d'Or.

Les minerais sidérolithiques se sont formés au cours de l'Eocène. Ils résultent d'un processus complexe d'altération des roches sous un climat chaud et humide en milieu continental. Les eaux de pluie abondantes, rendues corrosives par une végétation importante, provoquent l'altération de la roche et le lessivage de presque tous les composants à l'exception de la silice, des oxydes d'aluminium et des oxydes de fer. Ils s'accumulent pour former un sol latéritique épais dans lequel les oxydes de fer recristallisent sous forme de concrétions ovoïdes, les pisolithes. Lors de l'érosion de ces niveaux, les pisolithes sont transportés et resédimentés dans les pièges de la topographique. On trouve aussi des remplissages sidérolithiques dans les fissures des roches sous-jacentes ou dans les grottes karstiques formées dans les calcaires. Les grands gisements de la vallée de Delémont appartiennent à cette catégorie (Minaria Helvetica 13b, 1993). On attribue une origine comparable à certaines formations plus récentes, d'âge Plio-quadernaire.

Le Sidérolithique, bien connu dans la vallée de Delémont, est aussi présent au pied du Jura vaudois dans la région de La Sarraz VD. Il aurait aussi été exploité aux Grangettes près du Lac de Saint-Point (Pelet 1971). Du point de vue géologique, la présence

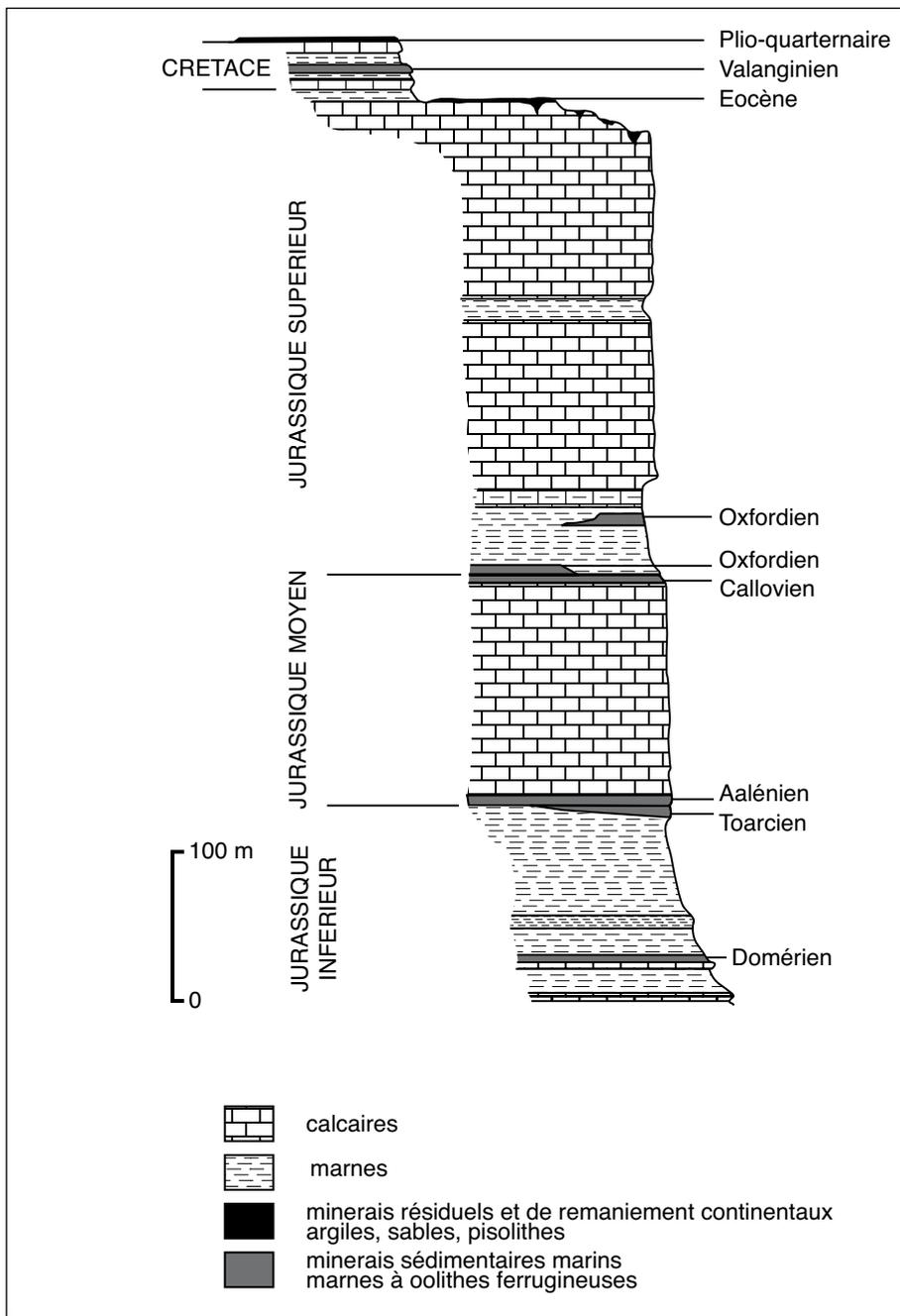


Fig. 3 : Colonne stratigraphique du Jura occidental. Les principaux niveaux susceptibles de contenir des minerais de fer sont indiqués. D'après P. Rosenthal 1990.

de poches de Sidérolithique est possible dans tout le district du Mont d'Or. C'est un minerai qui a pu être exploité occasionnellement dans ce secteur.

Enfin, le minerai typique du district du Mont d'Or fait partie des dépôts du Crétacé inférieur, plus particulièrement au Valanginien. Localement, il prend le nom de «Limonite de Métabief» ou «Limonite du Valanginien». Elle correspond à un faciès particulièrement riche de la formation des «Calcaires Roux» (Guillaume 1966). Ce faciès est constitué de calcaires ou de marnes à oolithes et débris clastiques plus ou moins ferrugineux. Il est interprété comme le résultat d'une sédimentation plutôt détritique avec de forts indices de remaniement. Les «Calcaires Roux» sont présents dans toute la partie Sud-Ouest de la chaîne du Jura, mais le faciès de la limonite est nettement plus restreint (Rosenthal 1990). La principale zone d'affleurement s'étend de Mouthe (France) jusqu'au haut Val de Travers (NE) en passant par la Vallée de Joux (VD). Le cœur du district se trouve dans les environs de Métabief et des Longevilles. Une autre zone, d'importance moindre, se trouve plus à l'Ouest, dans le secteur de Nozeroy, près de Champagnole.

Sur les crêtes anticlinales, la couche a été totalement érodée. Dans les vallées, elle est normalement recouverte par les terrains glaciaires et les sédiments de l'Hauterivien. Par contre, elle affleure le long des versants des vallées, souvent en position verticale. Sa position correspond approximativement avec la limite de la forêt actuelle qui recouvre les calcaires du Malm alors que les couches marneuses du Crétacé sont recouvertes de pâturages.

C'est cette limonite du Valanginien qui a été à la base du développement du district sidérurgique du Mont d'Or. La zone la plus riche se trouve sur le flanc septentrional du Mont d'Or, au-dessus du village des Longevilles où se trouvait la mine principale (carte p. 5, N°1). D'autres vestiges d'exploitations ont été repérés sur le terrain, au-dessus de Métabief (N°2), aux Hôpitaux Vieux (N°3), dans la Combe du Voiron (N°4), au village des Fourgs (N°5) et, plus au Nord, près de Oye-et-Pallet (N°6). En pratique, la situation est plus complexe et l'exploitation a sans doute été beaucoup plus diffuse. Il est en fait probable que partout où affleure la couche de minerai, il y a eu des travaux de surface de faible ampleur.

Du côté suisse, on trouve plusieurs gisements dans la vallée de Joux VD, près du Brassus, de L'Abbaye, aux Charbonnières et au Mont d'Orsières. Un autre groupe de gisements a été exploité dans le haut Val de Travers, à cheval sur les cantons de Vaud et de Neuchâtel : L'Auberson, Ste Croix, La-Côte-aux-Fées et St Sulpice. Dans un cas comme dans l'autre, seules quelques mines importantes sont localisées avec précision, mais le minerai affleurerait de manière assez diffuse et a dû faire l'objet de ramassages et de travaux de surface (Pelet 1983, p.315-319).

Accessoirement, il faut aussi mentionner l'existence d'autres gisements qu'il est difficile de caractériser avec précision. C'est le cas, par exemple, sur le Mont Risoux, où une ancienne exploitation a existé au lieu-dit «Les Mines», mentionnée en 1651. Aujourd'hui on peut encore y voir des vestiges miniers et y ramasser des concrétions scoriacées et des croûtes d'hydroxydes de fer. Le gisement est apparemment encaissé

dans les calcaires du Jurassique supérieur fissurés. En fait bien peu de choses sont réellement connues sur ce gisement.

3 L'exploitation (Fig.4)

3.1 L'Antiquité

Dans l'état actuel de la recherche, il n'y a aucun indice permettant de faire remonter le début de l'industrie sidérurgique dans le district du Mont d'Or à l'époque romaine ou auparavant. Dans les environs de La Sarraz, plus au Sud, une petite zone de production a été très active au cours du Haut Moyen Age. Plusieurs fourneaux datant de la période mérovingienne ont été étudiés (Pelet 1993, Serneels 1993). Quelques indices laissent penser que cette production démarre à une période plus ancienne, mais seulement sur une faible échelle. Toujours est-il que ce district est nettement distinct de celui du Mont d'Or. Géographiquement, une vingtaine de kilomètres sépare les deux régions. Sur le plan technique, les bas fourneaux du pied du Jura exploitent le minerai sidérolithique pour produire du fer par la méthode directe de réduction et sans utilisation de l'énergie hydraulique. Dans le Haut Jura, même les plus anciennes entreprises semblent fonctionner avec l'énergie hydraulique. Au départ, on y utilise toujours la méthode directe (ferrières hydrauliques), mais rapidement, on passe à la

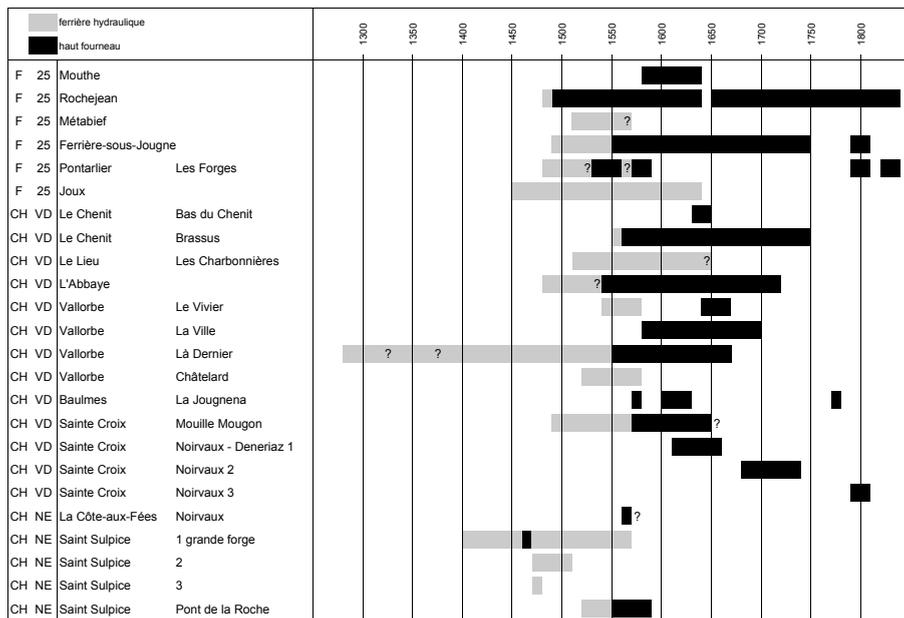


Fig. 4 : Chronologie générale des usines métallurgiques du district du Mont d'Or. Le tableau est établi sur la base des travaux de P.L. Pelet et col. 1978 et 1983 (canton de Vaud), R. Bailly 1998 et J.F. Belhoste et col. 1994 (département du Jura) et Montandon 1920 (canton de Neuchâtel).

méthode indirecte (haut fourneau). Ce sont clairement les couches de la limonite du Valanginien qui ont été exploitées en priorité. Chronologiquement, il semble que toute activité avait cessé dans la région du pied du Jura avant que les premiers ateliers ne s'installent dans la Haute Chaîne. Cependant, si les deux districts sont clairement séparés, cela ne signifie pas qu'ils n'entretiennent aucun lien. L'abandon de la production près de La Sarraz est sans doute lié à l'épuisement des ressources, tant en minerai qu'en combustible. La demande insatisfaite a dû être un puissant stimulant pour la recherche de nouvelles ressources utilisables. Elle est peut-être à l'origine du développement de la sidérurgie du Haut Jura.

3.2 Les ferrières hydrauliques et les premiers hauts fourneaux (avant 1500)

Il est possible que le plus ancien établissement sidérurgique ait été fondé à Vallorbe par le Prieur de Romainmôtier en 1284/5. Le texte le plus ancien qui mentionne un atelier produisant du fer dans le secteur du Mont d'Or, concerne la ferrière de Saint Sulpice dans le Val de Travers (NE) et remonte à 1398 (Pelet 1978, p.63). Cette localité est ensuite mentionnée plusieurs fois au cours des siècles suivants. D'autres ateliers apparaissent dans les textes de la seconde moitié du XV^e siècle : Joux, L'Abbaye, Le Lieu et Vallorbe, Sainte Croix et Rochejean (Pelet 1978, Bailly 1998). Les mines elles-mêmes ne sont pas toujours mentionnées avec précision, mais, compte tenu de la localisation de ces ateliers, il ne fait pas de doute que c'est bien la limonite du Valanginien qui est exploitée. Il est probable qu'aux premiers temps de l'exploitation des minerais, les travaux se font essentiellement par des ramassages ou des excavations de surface qui ne demandent ni un personnel spécialisé ni un fort investissement. Il n'est donc pas nécessaire d'encadrer fortement cette activité.

Alors que l'industrie s'intensifie, elle se modernise aussi. Les premières entreprises sont appelées ferrières ou martinets. Tout porte à croire que ces ateliers produisent du fer par la méthode directe de réduction. Ils utilisent la force hydraulique pour actionner les soufflets de leurs fourneaux ainsi que les martinets, mais le métal est sans doute du fer ou de l'acier faiblement carburé produit à l'état solide. Dès la fin du XV^e siècle, certains textes laissent entendre clairement qu'un changement technique est en train de se produire. C'est maintenant de la fonte qui est produite à l'état liquide et il est nécessaire de l'affiner par décarburation avant d'obtenir un matériau forgeable. C'est la méthode indirecte de réduction et l'on parle de «haut fourneau». Les textes sont rares et parfois ambigus. Il est donc difficile de désigner clairement le premier haut fourneau dans cette région et d'en dater la mise en service. L'étude des dénominations des ateliers pourrait indiquer une influence des techniques qui se sont développées dans les Alpes italiennes un peu plus tôt (Belhoste 1994, p.32). Selon un document de 1461 (Montandon 1920), le comte de Neuchâtel autorise la construction d'un «hault fornell» à Saint Sulpice. D'autres éléments du texte laissent penser que cette installation est bien destinée à produire de la fonte, mais, dans les documents postérieurs de quelques années, il n'y est plus fait allusion (Pelet 1978, p.139-140). L'entreprise aurait-elle été un échec ?

Il subsiste un compte de l'entreprise de Rochejean, daté des années 1494-98 (AD-Doubs 64H427). Dans ce document, plusieurs allusions permettent également de penser que l'installation produit de la fonte : on y trouve les noms de deux maîtres fondeurs et de deux maîtres affineurs. Cela indique clairement que les deux fonctions sont distinctes et que l'on est donc bien en présence d'une production selon la méthode indirecte.

3.3 La croissance et l'apogée (1500 – 1640)

De part et d'autre de la frontière, au cours du XVI^e siècle, les entreprises se multiplient. Les mines sont exploitées, les ferrières et les premiers hauts fourneaux produisent du métal, des affineries et des forges se développent. Vers 1560, du côté français, les quatre principaux sites sidérurgiques du district sont en activité : deux hauts fourneaux à Rochejean (carte p. 5, N°7) et à La Ferrière sous Jougne (N°9) ainsi que deux ferrières à Joux (N°10) et à Pontarlier (N°11). Pour l'année 1562, on dispose d'un document particulièrement intéressant, «l'enquête sur les fers» (ADDoubs 2B1358), qui donne l'état des entreprises. D'après ce texte, la production annuelle de fer dans la région est de 300 «milliers», soit environ 150 tonnes. En 1570, on construit un haut fourneau supplémentaire à Mouthé.

Sur le versant suisse, l'évolution est similaire. Les deux ferrières de Vallorbe qui ont été fondées à l'extrême fin du siècle précédent continuent à produire. Celle de Là Dernier est remplacée par un haut fourneau en 1542. La ferrière de Sainte Croix (Mouille-Mougou) se transforme également vers 1580). Quant au haut fourneau de l'Abbaye dans la vallée de Joux, il continue sa production.

Du côté français, les usines sont approvisionnées par les mines de la région. Celles-ci exportent d'ailleurs une partie de leurs minerais vers les fourneaux installés en Suisse. Dans cette partie du district, les mines sont moins riches et moins faciles à exploiter et la concurrence est grande entre les maîtres de forge. L'importation de minerai depuis la Comté est une pratique courante pendant la première moitié du

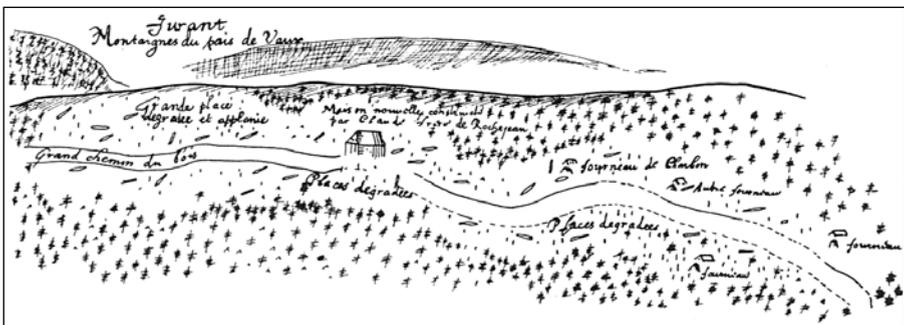


Fig. 5 : Extrait d'une carte visuelle du premier tiers du XVII^e siècle montrant les dégâts occasionnés à la forêt au-dessus de Mouthé, sur le sommet du Mont Risoux (lieux-dits Champ-Charbonnet et La Landoz-Neuve). AD Doubs II B 1260.

siècle. De même, les fourneaux comtois exportent une bonne partie de leurs produits en direction de la Suisse. Ils trouvent des débouchés aussi bien pour les produits finis en Pays de Vaud et à Genève que pour les gueuses de fonte qui sont traitées dans les affineries et les forges de Vallorbe. C'est une industrie exportatrice qui trouve un marché beaucoup plus accessible en Suisse que vers Lyon et les villes de Bourgogne qui sont approvisionnées à meilleur compte par les hauts fourneaux du Val de Saône (Belhoste 1994). Globalement, la première moitié du XVI^e siècle est marquée par une croissance de l'industrie sidérurgique.

Toutefois, cette activité n'est pas sans conséquence sur les ressources en combustible. La concentration de nombreuses entreprises dans une région peu étendue provoque des dégâts importants (Fig. 5). L'entreprise de Pontarlier, qui est la plus mal située étant la plus éloignée des forêts et des mines, est la première victime de ces difficultés. En 1589, le propriétaire renonce à son exploitation.

Avec la conquête bernoise du Pays de Vaud, en 1536, les relations transfrontalières deviennent plus difficiles avec la contestation de certains territoires et une compétition accrue. En 1559, le parlement de Dole proclame l'interdiction de l'exportation du minerai vers la Suisse, ce qui n'empêche pas la contrebande. Deux ans plus tard, c'est l'exportation du fer qui est interdite. La situation devient tendue alors que s'entremêlent des motifs religieux, des querelles à propos des droits féodaux et des rivalités économiques. La situation internationale se dégrade également entre la France et les Habsbourg. La crise économique s'installe à la fin du siècle, accentuée par une péjoration du climat.

La période qui s'étend de 1560 à 1640 est donc marquée par des difficultés d'approvisionnement, mais l'industrie reste prospère. Aux alentours de 1630, trois hauts fourneaux sont en activité côté français et huit dans le Pays de Vaud (Pelet 1978).

3.4 La crise des matières premières (1640 – 1843)

En 1636 débute la guerre de 10 ans qui oppose les Habsbourg et le roi de France. La Franche-Comté est ravagée plusieurs fois par des troupes de passage. Pratiquement toutes les usines sont détruites. Le haut fourneau de Mouthe ne sera jamais relevé. Celui de Rochejean est le premier reconstruit, en 1649. Du côté français, la seconde moitié du siècle n'est pas beaucoup plus favorable à l'industrie. Les campagnes de Louis XIV qui aboutiront à l'annexion de la Franche-Comté au royaume de France en 1678, causent également des dégâts importants.

Le Pays de Vaud a été épargné par les destructions, mais au cours de la seconde moitié du XVII^e siècle, la croissance marque le pas. Les hauts fourneaux suisses ferment l'un après l'autre, victimes de la concurrence et des difficultés d'approvisionnement. En 1700, il n'en reste que trois. Ils seront tous éteints en 1750. Bien que le nombre d'usines ait diminué, le manque de bois se fait à nouveau sentir. Autour de 1740, la

situation est tellement difficile que même le haut fourneau de Rochejean est à l'arrêt pendant quelques années.

A la fin du siècle, de nouveaux bouleversements se produisent avec la Révolution de 1789. Dans les années qui suivent, les besoins de la jeune République puis ceux de l'Empire napoléonien sont pressants. Tout est fait pour augmenter la production de fer. Pendant quelques années, l'industrie tourne à plein rendement. Un haut fourneau est à nouveau en fonction à Pontarlier en 1783. Il sera actif au moins jusqu'en 1796 puis connaîtra des difficultés d'approvisionnement. A La Ferrière sous Jougne, la remise en état est un peu plus tardive (1787) et la production se poursuit, avec des difficultés, jusqu'en 1811. Sur territoire vaudois, au Noirvaux près de Ste Croix, un nouveau haut fourneau est bâti en 1789 et fonctionnera jusqu'en 1811. A la chute de Napoléon, en 1815, la seule usine qui produit encore de la fonte est celle de Rochejean.

En 1820, les Suisses font une dernière tentative pour perpétuer la production de fonte indigène mais avant de se lancer dans la construction d'un haut fourneau, ils veulent tenter des essais sur leurs minerais. Pour cela, le haut fourneau de Pontarlier est remis à feu. Les résultats sont peu concluants et le projet est abandonné. Quelques années plus tard, l'usine de Pontarlier reprend la production, mais les difficultés s'accumulent et l'activité est réduite puis définitivement arrêtée en 1838/9. A peine quatre ans plus tard, en 1843, un incendie ravage l'établissement de Rochejean. Le fourneau est détruit. Il sera rasé l'année suivante.

Il faut nuancer le constat concernant le déclin des hauts fourneaux dans le district du Mont d'Or car la capacité de production des fourneaux a considérablement augmenté. Entre 1820 et 1840, la production annuelle de Rochejean est de l'ordre de 500 tonnes. En 1790, elle était de 250 tonnes et en 1750 de 150 tonnes. En 1562, l'ensemble de la production comtoise (deux hauts fourneaux et deux ferrières) n'était que de 150 tonnes. La diminution du nombre des entreprises n'est donc pas directement proportionnelle à celle de la production. En fait, c'est à la fin de la période que l'extraction du minerai est devenue la plus systématique et la plus importante avec l'organisation systématique de l'extraction souterraine.

Par ailleurs, alors que le nombre de fourneaux diminue, pendant cette même période, de nouvelles entreprises sidérurgiques s'installent, qui sont de plus en plus tournées vers la fabrication d'objets finis. Ce sont des affineries, des forges, des clouteries, etc. Aux XVII^e et XVIII^e siècles, c'est vrai pour l'ensemble du district. Ensuite, c'est principalement la ville de Vallorbe qui concentrera les dernières industries sidérurgiques jusqu'à nos jours.

4 Un district frontalier

Le district du Mont d'Or forme un ensemble cohérent du point de vue des conditions naturelles. C'est un pays de moyennes montagnes, avec un climat rude. Les voies de circulation sont difficiles. Les fonds de vallée sont cultivables et, en altitude, les conditions sont favorables à l'élevage. Tous ces espaces ont été gagnés par l'homme au détriment de la forêt. Le minerai de fer est une ressource supplémentaire non négligeable. La limonite du Valanginien n'est pas un minerai de fer de très grande qualité, mais elle est utilisable.

Lorsque la première sidérurgie se développe, les conditions sont favorables : le bois abonde, le minerai affleure en surface le long des versants et les ferrières hydrauliques peuvent traiter avec profit ce minerai relativement pauvre. Par sa position géographique le district est en relation directe avec le marché de Suisse occidentale. Les premiers artisans qui s'installent vont prospérer.

Ces profits attirent ensuite des investisseurs qui rachètent les usines. Ce sont d'abord des notables locaux puis des capitalistes étrangers. Mais la concurrence devient plus forte et les ressources s'épuisent. Les mines suffisent à peine et les forêts proches ont été dévastées. Les frais de transport sont importants. Les fourneaux s'éteignent peu à peu. La production primaire est condamnée à terme, mais l'industrie sidérurgique évolue vers des fabrications de plus en plus spécialisées.

Le terroir est unique, mais il n'est pas unifié politiquement : c'est une zone de passage et une zone de frontière politique. De part de d'autre, les événements historiques se déroulent à un rythme différent. Les circonstances sont favorables, tantôt à l'un, tantôt à l'autre. Les destins sont liés mais pas identiques.

Du côté comtois, se trouvent les mines les plus importantes et les réserves de bois les plus abondantes. Mais, face à la concurrence des puissantes usines qui se développent dans le Val de Saône, les entreprises de la montagne ne peuvent pas réussir sur les marchés urbains du nord ou de l'ouest. Sur le versant suisse, les usines recherchent perpétuellement des matières premières supplémentaires (charbon, minerai, fonte) qui ne sont pas assez abondantes sur place. En Suisse occidentale, la demande pour les fers de toutes sortes est bien réelle. Au gré des événements, de part et d'autre, les autorités politiques tenteront de favoriser ou bien de s'opposer à cette tendance naturelle.

Aperçu du district sidérurgique du Mont d'Or

1 Die Landschaft

Von den Seeufnern des Mittellandes aus gesehen, formt die Jurakette eine Barriere, die sich von Osten nach Westen hinzieht, von den Ausläufern des Schwarzwaldmassivs und dem Rheinufer bis hin zur Rhône bei Chambéry (Abb.1). Die erste Kette überragt das Flachland um fast tausend Meter. Nachher müssen nochmals drei oder vier aufeinanderfolgende Kämmе des Faltenjura überwunden werden, bevor man die ausgedehnte jurassische Tafel erreicht. Ungefähr dreissig Kilometer weiter nördlich fällt diese steil zum Doubs-Tal hinab.

Einige grosse transversale Verwerfungen schneiden schwierig begehbare Passagen durch die Berge. Eine von ihnen führt über Vallorbe nach Pontarlier. Im Süden fliesst das Wasser über das Orbetal ab in den Neuenburgersee, von dort über die Aare und dann den Rhein bis hin zur Nordsee. Im Norden fliesst der Doubs zuerst nach Nordosten, um dann kehrtzumachen und sich über die Saône und die Rhône ins Mittelmeer zu werfen. Der Mont d'Or ist ein 1463 Meter hoher Berg, der an der Wasserscheide über Vallorbe kulminiert (Karte S. 5).

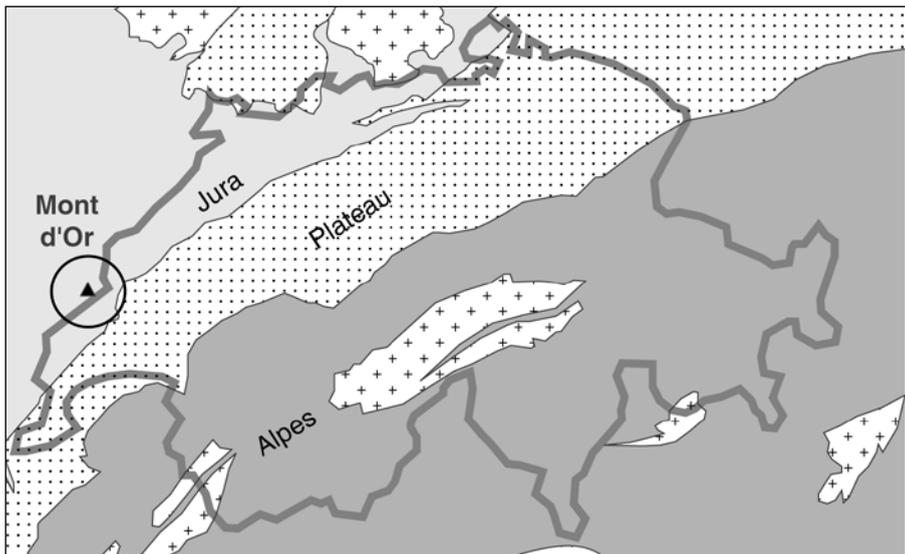


Abb. 1 : Lokalisierung des Mont d'Or-Bezirkes.



Abb. 2 : Typische Landschaftsbilder aus dem Jura.

A: Sicht auf die Felsformationen des Mont d'Or über Vallorbe.

B: Die Jurakette (Suchet, Mont de Baulmes und Chasseron) vom Gipfel des Morond aus betrachtet.

Die Jurakette besteht hauptsächlich aus sedimentärem Gestein des Mesozoikums, das sich in einem wenig tiefen tropischen Meer abgelagert hat. Während der Ablagerung befand sich dieses Gebiet am Nordrand des Ozeans, der sich zwischen der afrikanischen und der europäischen Platte gebildet hatte. Unter den abgelagerten Sedimenten findet sich vor allem Kalkstein, aber auch Mergel und Ton. Man findet ebenfalls ein wenig Sandstein und Evaporite (Salz). Zwischen 60 und 30 Millionen Jahren verschwindet dieser Ozean, es kommt durch die Kollision von Afrika und Europa zur Alpenbildung. Vom Ende der Kreidezeit an steigt die jurassische Zone und eine starke Erosion setzt ein. Es bilden sich Berge, und mit dem beginnenden Oligozän lagern sich in den grösseren, von Seen oder Meeressungen besetzten Tälern molassische Sedimente ab. Die Faltenbildung geht auch während des Miozäns weiter und führt zur charakteristischen Topographie des Jura. Während des Quartärs überschreiten die Gletscher, die das gesamte Mittelland bedecken, an einigen Orten den ersten Jurakamm und lagern ihre Moränen ab.

Die Landschaft zeugt von dieser Faltenbildung (Abb.2). Die meisten Käme haben die Struktur blossgestellter Antiklinale. Die relativ weichen Gesteine der Kreidezeit sind komplett wegerodiert, und es bleiben die Kalksteine des oberen Jura übrig, aus denen die Gipfel der Gebirge bestehen. Die Synklinale finden sich hauptsächlich in den Tälern. In diesen überlagern die von den Gletschern abgelagerten Sedimente die jüngsten Schichten der Kreidezeit. An den Hängen liegen die intermediären, oft vertikal gelagerten Schichten frei. Die grosse transversale Verwerfung von Vallorbe-Pontarlier ist dabei eine besonders labile Zone, in der die stärkere, durch Gewässer provozierte Erosion teilweise die ältesten Schichten blossgelegt hat. Im Osten und im Westen sind die grossen Strukturen zueinander versetzt vorzufinden.

Nach dem Rückzug der Gletscher wurden die Käme des Jura nach und nach von dichten Wäldern besetzt. Die Feuchtzonen der Talsohlen befinden sich auf etwa 1000 Meter Höhe. Das Klima ist im Winter rau und die Landwirtschaft schwierig. Während des Neolithikums und der Frühgeschichte liessen sich die Menschen vornehmlich in milderen Gebieten nieder, aber die Wege durch die Jurakette sind wohl schon früh begangen worden. Dabei bildet die natürliche Schneise von Vallorbe-Pontarlier einen der günstigsten Durchgangswege. Während der Eisenzeit sind die Handelsbeziehungen zwischen dem Nord- und dem Südjura schon gut entwickelt, wenngleich auch die Handelswege im Detail nicht bekannt sind. Mit der Ankunft der Römer werden die Verkehrswege umorganisiert. Zwei in Yverdon und Orbe beginnende Wege fallen auf halber Strecke nach Pontarlier zusammen und führen weiter nach Besançon. Von dieser Zeit an ist die grosse Bedeutung dieser Durchgangsstrasse deutlich etabliert und bleibt es bis heute.

Die ältesten bekannten Okkupationsspuren der Jurakette sind den Menschen des Mittelalters zuzuschreiben. Die Kolonisierung beginnt behutsam. Dabei spielen die von Mönchen in abgelegenen Gebieten gegründeten Klöster eine wichtige Rolle. Ziemlich schnell folgt diesen eine Bevölkerung, die sich niederlässt und Dörfer gründet. Die Böden werden bearbeitet und andere natürliche Ressourcen wie Holz, Eisenerze oder Salz werden abgebaut.

Was die Nationen angeht, wirkt der Jura als natürliche Grenze für die verschiedenen Einflussgebiete. Der Norden und der Süden sind seit dem Mittelalter politisch getrennt. Vallorbe und Waadtland gehören zu Savoyen und werden erst 1536 von Bern erobert und der Eidgenossenschaft angegliedert ; dabei wird die Reformation der Region ausgelöst. Die Franche-Comté gehört ursprünglich zum Herzogtum der Burgunder. 1493 geht sie an die Habsburger und wird 1678, nach den Kriegen von Louis XIV, von Frankreich annektiert. Die Grenze, die beide Länder trennt, ist aber in Wirklichkeit völlig willkürlich, denn beide Teile weisen dieselben natürlichen Gegebenheiten und Ressourcen auf.

2 Die Eisenerze

Von den verschiedenen Sedimentschichten des Juras können einige mit Eisen angereichert sein (Abb.3). In den älteren Horizonten findet man örtlich oolithischen eisenhaltigen Mergel. Mehr oder weniger eisenreiche Vorkommen kennt man auch in den Grenzschichten zwischen Lias und Dogger (Aalenium / Toarcium) sowie zwischen Dogger und Malm (Callovium / Oxford), wie zum Beispiel im Fricktal (AG), der grössten schweizerischen Lagerstätte (Minaria Helvetica 22b, 2002). Das Erz findet sich in Form von tönernem, recht brüchigem Gestein, das grosse Mengen mikroskopisch kleiner sphärischer Konkretionen enthält, die vorwiegend aus Eisenoxyden (Goethit, Limonit) und Eisensilikaten (Chamosit) bestehen. Diese Konkretionen bilden sich vermutlich in Randzonen tönerner Sedimentation in einem wenig tiefen (80-100 Meter) marinen Umfeld. Das Eisen des Tons wird während der Kompaktierung ausgewaschen und sammelt sich an der Sedimentoberfläche an. Die von der Strömung freigesetzten Eisenpartikel werden weitertransportiert und lagern sich an der Peripherie wieder ab. Schwache Meeresströmungen favorisieren die Bildung von Oolithen. Diese oolithischen Erze charakterisieren sich durch ihren Reichtum an Ammoniten, Belemniten, usw. Solche Erze finden sich aber beim Mont d'Or nicht.

Die siderolithischen Erze bildeten sich im Eozän. Sie zeugen von einem komplexen Verwitterungsprozess in einem feucht-warmen kontinentalen Klima. Das in grossen Mengen vorhandene Regenwasser wird durch eine reiche Vegetation korrosiv und greift das Gestein an. Ausser dem Silizium, den Aluminium- und den Eisenoxyden werden fast alle Elemente ausgewaschen. Die Elemente, die zurückbleiben, bilden eine mächtige lateritische Kruste, in dem sich die Eisenoxyde zu ovoiden Konkretionen rekristallisieren, dem sogenannten Pisolith. Während der Erosion dieser Schichten wird das Pisolith weitertransportiert und an topographisch günstigen Stellen sedimentiert. Pisolithische Verfüllungen findet man auch in Rissen der tieferliegenden Gesteine oder den karstigen Höhlen in Kalksteinen. Die grossen Vorkommen im Delémont-Tal gehören zu dieser Kategorie (Minaria Helvetica 13b, 1993). Ein ähnlicher Ursprung wird auch für gewisse jüngere Formationen des Plio-Quaternärs vermutet.

Das Siderolit findet sich ebenfalls am waadtländischen Jurasüdfuss in der Region von La Sarraz. Es wurde auch in Grangettes beim See von Saint-Point abgebaut (Pelet 1971). Von einem geologischen Standpunkt aus sind siderolithische Erzneuste auch

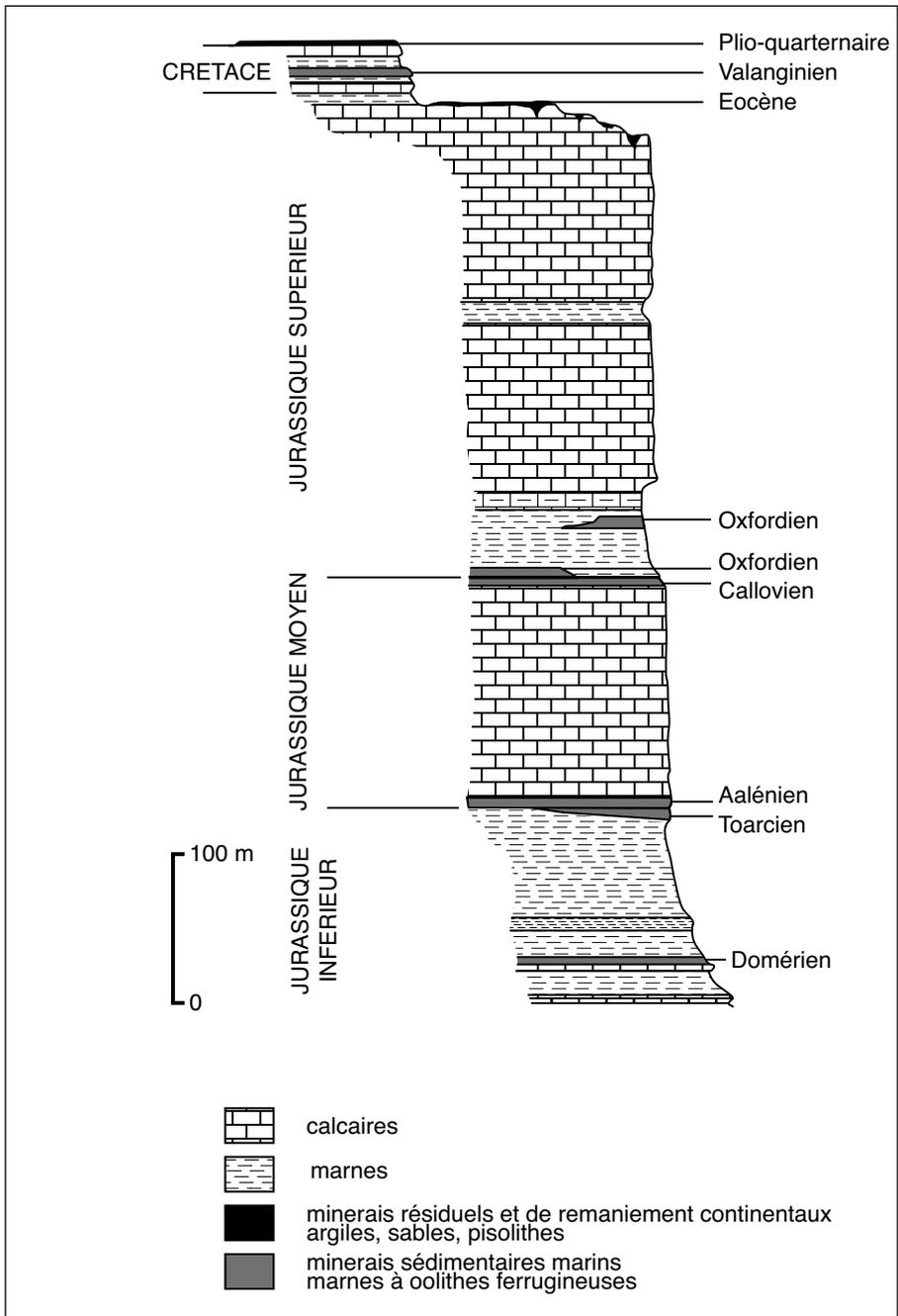


Abb. 3 :Stratigraphie des westlichen Juras. Die wichtigsten Schichten, die erhaltig sein können, sind gekennzeichnet. Nach P. Rosenthal 1990.

am Mont d'Or nicht auszuschliessen. Solche Erze sind in diesem Gebiet möglicherweise gelegentlich abgebaut worden.

Das charakteristische Erz des Mont d'Or-Bezirks gehört aber zu den Ablagerungen der Kreidezeit und, um präziser zu sein, zum Valanginium. Lokal wird es auch als «Limonit von Métabief» oder «Limonit des Valanginium» bezeichnet. Es gehört zu einem besonders reichhaltigen Fazies der Formation der «Calcaires Roux » (Guillaume 1966). Dieses Fazies besteht hauptsächlich aus oolithischem Kalkstein und Mergel mit detritischen Trümmern und starken Anzeichen von Umbildungen. Die «Calcaires Roux» finden sich im gesamten südöstlichen Gebiet der Jurakette, aber das Limonitfazies ist örtlich viel eingeschränkter (Rosenthal 1990). Der wichtigste Aufschluss reicht von Mouthe (Frankreich) über die Vallée de Joux bis hin zum Val de Travers (NE). Das Zentrum des Distrikts liegt bei Métabief und Longevilles. Eine weitere, weniger wichtige Zone liegt weiter westlich bei Nozeroy in der Nähe von Champagnole.

Auf den Kämmen der Antiklinale ist die Schicht komplett wegerodiert. In den Tälern ist sie normalerweise vom Schutt der Gletscher und den Sedimenten des Hauterive überdeckt. Sie ist aber an den Abhängen sichtbar, meistens in vertikaler Position. Ihre Lage entspricht etwa der aktuellen Baumgrenze ; während die Wälder die Kalksteine des Malm bedecken, sind die höherliegenden Mergel der Kreidezeit von den Wiesen überlagert.

Diese Grenzschicht des Valanginium lag der Entwicklung der Eisenmetallurgie am Mont d'Or zu Grunde. Die reichste Zone findet sich am nördlichen Hang des Mont d'Or über dem Dorf von Longevilles, wo sich das grösste Bergwerk befand (Karte S. 5, Nr.1). Spuren der Erschliessung sind auch anderenorts beobachtet worden, so über Métabief (Nr. 2), den Hôpitaux Vieux (Nr. 3), in der Combe du Voiron (Nr. 4), beim Dorf Les Fourgs (Nr. 5) und weiter nördlich bei Oye-et-Pallet (Nr. 6). In Wirklichkeit ist die Situation diffuser, und der Abbau war wohl viel weniger konzentriert. Wahrscheinlich wurden auch alle kleineren Erzaufschlüsse im Tagebau ausgebeutet.

Auf der schweizerischen Seite findet man mehrere kleine Vorkommen im Vallée de Joux (VD) bei Le Brassus, L'Abbaye, Les Charbonnières und am Mont d'Orsières. Eine andere Gruppe von Lagerstätten ist im oberen Val de Travers (VD, NE) erschlossen worden: L'Auberson, Sainte Croix, La-Côte-aux-Fées und St. Sulpice. In beiden Fällen sind nur die wichtigsten Bergwerke präzise lokalisiert, aber die Erzaufschlüsse sind diffus verteilt, und das Erz wurde dort wohl ebenfalls aufgesammelt oder abgebaut (Pelet 1983, S. 315-319).

Zusätzlich müssen noch andere Lagerstätten erwähnt werden, die jedoch schwieriger zu charakterisieren sind. So zum Beispiel beim Mont Risoux, wo der Flurname «Les Mines» auf eine Bewirtschaftung im Jahre 1651 hinweist. Heute noch sind dort Relikte der Bergwerke sichtbar, und verschlackte Konkretionen sowie Krusten von Eisenhydroxyden können aufgelesen werden. Das Vorkommen ist offenbar in den Rissen in den Kalksteinen des Jüngeren Jura gefangen. Viele Aspekte dieser Lagerstätte bleiben jedoch noch zu erschliessen.

3 Der Bergbau (Abb.4)

3.1 Die Antike

Nach aktuellem Forschungsstand gibt es am Mont d'Or keinerlei Hinweise auf eine Eisenverhüttung in der Antike oder der Frühzeit. Im Gebiet von La Sarraz, weiter südlich, befand sich im Frühmittelalter eine kleine Zone mit einer sehr aktiven Eisenmetallurgie. Mehrere merowingische Rennöfen sind untersucht worden (Pelet 1993, Serneels 1993). Wie einige Hinweise suggerieren, könnte der Beginn dieser Metallurgie in eine frühere Epoche zurückreichen, in diesem Falle aber in sehr reduziertem Ausmass. Dieses Gebiet lässt sich aber nicht mit dem 20 Kilometer entfernten Mont d'Or vergleichen. Während das Erz am Jurasüdfuss mit der direkten Methode und ohne Wasserkraft im Rennofen zu Eisen reduziert wird, scheinen selbst die ältesten Unternehmen im Oberen Jura mit hydraulischer Energie betrieben zu sein. Ursprünglich ist dort das Eisen ebenfalls mit der direkten Methode in Rennöfen gewonnen worden (hydraulische Rennöfen); sehr schnell jedoch ist man zur indirekten Methode im Hochofen übergegangen. Zweifellos wurde das «Limonit des Valanginium» bevorzugt abgebaut. Es scheint, dass die Eisenmetallurgie am Mont d'Or einsetzte, als sie am Jurasüdfuss schon zum Erliegen gekommen war. Die Unterschiede zwischen

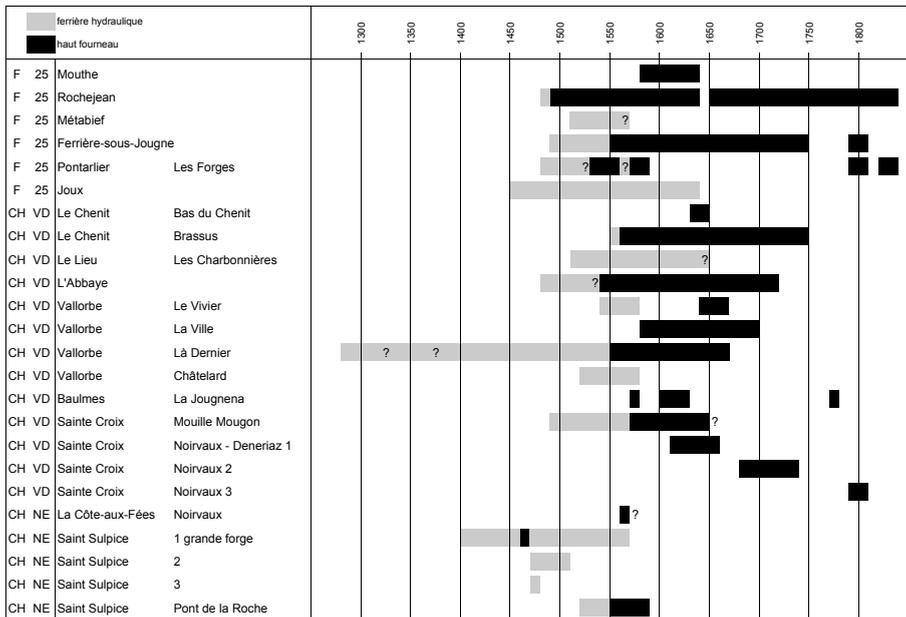


Abb. 4 : Chronologie der metallurgischen Betriebe des Mont d'Or-Berziques. Die Tabelle basiert auf den Arbeiten von P.L. Pelet et col. 1978 und 1983 (Kanton Waadt), R. Bailly 1998 und J.F. Belhoste et col. 1994 (Departement des Jura) sowie Montandon 1920 (Kanton Neuenburg).

den beiden Verarbeitungsgebieten schliessen jedoch nicht aus, dass sie zusammen in Verbindung stehen könnten. Das Ende der Produktion bei La Sarraz ist wohl auf den vollständigen Abbau der Ressourcen (Erze und Brennholz) zurückzuführen. Die Nachfrage nach Eisen muss die aktive Suche nach neuen Rohstoffen gefördert haben. Vielleicht ist der Ursprung der Eisenverhüttung im Oberen Jura diesem Sachverhalt zuzuschreiben.

3.2 Die hydraulischen Rennöfen und die ersten Hochöfen

Möglicherweise wurde der früheste Eisenhüttenbetrieb 1284/5 in Vallorbe vom Prior von Romainmôtier gegründet. Der älteste Text, der auf einen Eisenproduktionsbetrieb beim Mont d'Or hinweist, betrifft den Rennofen von St. Sulpice im Val de Travers (NE) und geht ins Jahr 1398 zurück (Pelet 1978, S. 63). Diese Ortschaft wird in den folgenden Jahrhunderten mehrmals textlich erwähnt. Andere Betriebe erscheinen in Texten der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts : Joux, L'Abbaye, Le Lieu und Vallorbe, Sainte Croix und Rochejean (Pelet 1978, Bailly 1998). Die Bergwerke selbst werden nicht immer präzise genannt, aber in Anbetracht der geographischen Lage dieser Betriebe scheint sicher, dass das Limonit des Valanginium abgebaut wurde. Am Anfang der Bewirtschaftung wurde das Erz wahrscheinlich ohne wichtige Infrastruktur und ohne ausgebildetes Personal einfach am Boden gesammelt oder an der Oberfläche abgebaut. Diese Tätigkeit muss also nicht besonders betreut werden.

Während sich die Eisenmetallurgie ausbreitet, modernisiert sie sich auch. Die ersten Betriebe werden als hydraulische Rennöfen oder Hammerwerke bezeichnet. Alles lässt darauf schliessen, dass diese Betriebe Eisen mit der direkten Methode der Reduktion herstellen. Sie benutzen die Wasserkraft, um die Blaswerke ihrer Öfen anzutreiben, und beim Metall handelt es sich ohne Zweifel um in solidem Zustand hergestelltes Eisen oder Stahl mit geringem Karbongehalt. Ab dem 15. Jahrhundert suggerieren einige Texte eindeutig, dass ein Wechsel der Technik stattfindet. Nun wird Gusseisen in flüssigem Zustand hergestellt, welches gefrischt werden muss, um ein schmiedbares Material zu erhalten. Dies ist die indirekte Methode der Reduktion, und man spricht von einem «Hochofen». Die Texte sind rar und manchmal mehrdeutig. Es ist deswegen schwierig, den ersten Hochofen der Region zu identifizieren und das Jahr seiner Inbetriebnahme zu nennen. Die Untersuchung der Namen der Verhüttungswerke könnte darauf schliessen lassen, dass Techniken, die sich in den italienischen Alpen etwas früher entwickelt haben, hier einen gewissen Einfluss hatten (Belhoste 1994, S. 32). Gemäss einem Dokument, das mit 1461 datiert ist (Montandon 1920), erlaubt der Graf von Neuenburg die Konstruktion eines Hochofens («hault fornell») in Saint Sulpice. Andere Hinweise im Text legen Nahe, dass diese Installation tatsächlich der Produktion von Gusseisen dienen sollte, aber in späteren Dokumenten ist davon keine Rede mehr (Pelet 1978, S. 139-140). Handelt es sich hier vielleicht um einen Misserfolg ?

Vom Betrieb in Rochejean ist eine Buchführung überliefert, die um 1494-1498 datiert ist (ADDoubs 64H427). Darin verweisen mehrere Indizien darauf, dass Gusseisen

hergestellt worden ist : es werden darin zwei Giessermeister und zwei Frischemeister aufgeführt. Dies zeigt klar, dass die beiden Funktionen getrennt sind, und dass wir es hier mit einer Produktion nach indirekter Methode zu tun haben.

3.3 Das Wachstum und die Blütezeit

Dies- und jenseits der Grenze vermehren sich im 16. Jahrhundert die Werke. Die Minen werden abgebaut, hydraulische Rennöfen und die ersten Hochöfen produzieren Metall, die Frischwerke und die Schmieden entwickeln sich. Um 1560 sind auf der französischen Seite die vier wichtigsten Eisenhütten in Betrieb: zwei Hochöfen in Rochejean (Karte S. 5, Nr.7) und La Ferrière sous Jougne (Nr.9) sowie zwei hydraulische Rennöfen in Joux (Nr.10) und Pontarlier (Nr.11). Vom Jahre 1562 datiert ein besonders interessantes Dokument, die «Untersuchung über die Eisen» («Enquête sur les fers», ADDoubs 2B1358) über die Situation der Unternehmen. Gemäss diesem Text werden jährlich 300 «tausend» («milliers»), also 150 Tonnen Eisen produziert. Um 1570 wird in Mouthe ein zusätzlicher Hochofen in Betrieb genommen.

Auf der schweizerischen Seite verläuft die Entwicklung ähnlich. Die beiden im ausgehenden vorherigen Jahrhundert gegründeten hydraulischen Rennöfen von Vallorbe produzieren weiter. Derjenige von Là Dernier wird 1542 durch einen Hochofen ersetzt. Der hydraulische Rennofen von Sainte Croix (Mouille-Mougnon) wird um 1580 ebenfalls transformiert. Währenddessen verrichtet der Hochofen von L'Abbaye weiter seinen Dienst.

Auf französischer Seite werden die Eisenhütten von den lokalen Bergwerken versorgt. Diese exportieren im Übrigen einen Teil ihrer Erze zu den in der Schweiz installierten Öfen. In dieser Partie des Bezirks sind die Minen weniger ertragreich, der Abbau schwieriger und die Konkurrenz zwischen Schmiedemeistern ist gross. Die Einfuhr von der Franche Comté ist eine gängige Praxis der ersten Hälfte des Jahrhunderts. Gleichermassen exportieren ebenfalls die Hüttenwerke der Comté eine grosse Menge ihrer Produkte in die Schweiz. Neben den Fertigprodukten in Genf oder dem Waadtland werden auch Gussluppen in den Frischwerken und Schmieden von Vallorbe abgesetzt. Diese exportorientierte Wirtschaft findet in der Schweiz einen weitaus zugänglicheren Markt vor als in Lyon und den Städten des Burgunds, die von den Hochöfen des Val de Saône billiger beliefert werden (Belhoste 1994). Insgesamt ist die erste Hälfte des 16. Jahrhunderts von einem Wachstum der Verhüttungsindustrie geprägt.

Diese Aktivität hat auf die Verfügbarkeit an Brennstoff einen grossen Einfluss. Die Konzentration zahlreicher Unternehmen auf einem relativ kleinen Raum hat grosse Schäden zur Folge (Abb. 5). Der Betrieb von Pontarlier, von den Minen und Wäldern am weitesten entfernt, fällt als erster diesen Schwierigkeiten zum Opfer. 1589 wird die Produktion aufgegeben.

Mit der Eroberung des Waadtlandes durch die Berner im Jahre 1536 verschlechtern sich die grenzüberschreitenden Beziehungen wegen territorialen Ansprüchen und

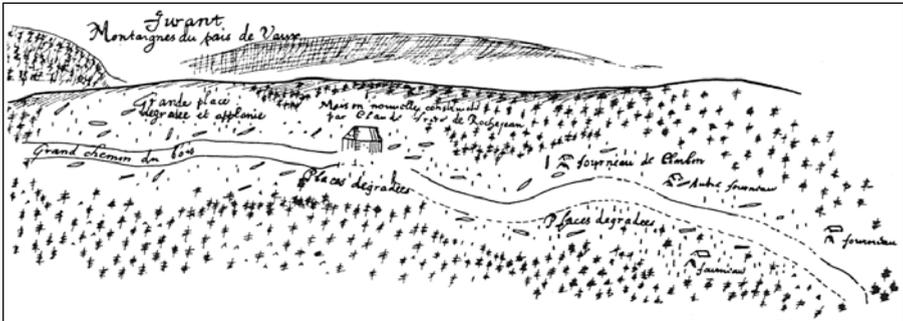


Abb. 5 : Ausschnitt einer Karte aus dem ersten Drittel des 17. Jh. Sie zeigt die Waldschäden am Kamm des Mont Risoux (Flurname Champ-Charbonnet und Landoz-Neuve). AD Doubs II B 1260.

erhöhtem Wettbewerbsdruck. 1559 verbietet das Parlament von Dôle die Ausfuhr von Erz in die Schweiz, kann aber den Schmuggel nicht verhindern. Zwei Jahre später wird auch der Export von Eisen verboten. Die Situation verschlechtert sich vor dem Hintergrund religiöser und feudalarrechtlicher Konflikte sowie wirtschaftlichem Druck. Die internationale Lage verschlechtert sich auch zwischen Frankreich und Habsburg. Am Ende des Jahrhunderts setzt die Wirtschaftskrise ein, verschärft durch ungünstige klimatische Bedingungen.

Die Zeitspanne von 1560 bis 1640 ist durch eine schlechtere Versorgung an Rohstoffen geprägt, die Industrie bleibt jedoch in guter Verfassung. Um 1630 sind auf französischer Seite drei, im Waadtland acht Hochöfen in Betrieb (Pelet 1978).

3.4 Die Rohstoffkrise (1640-1843)

1636 beginnt zwischen den Habsburgern und dem König von Frankreich der zehnjährige Krieg. Die Franche Comté wird mehrmals von Truppen verwüstet. Fast alle Betriebe werden zerstört. Der Hochofen von Mouthe wird nie mehr errichtet. Derjenige von Rochejean wird als erster im Jahre 1649 wieder aufgebaut. Auch die zweite Hälfte des Jahrhunderts ist der Industrie nicht viel günstiger gesinnt. Die Kampagnen von Louis XIV, die 1678 zur Annektierung der Franche Comté durch Frankreich führen, haben grosse Schäden zur Folge.

Das Waadtland ist von den Zerstörungen verschont worden, aber das Wachstum bricht in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts ein. Die Hochöfen erliegen nach und nach dem Konkurrenzdruck und den Versorgungsschwierigkeiten. Um 1700 verbleiben nur noch drei Hochöfen; 50 Jahre später bleibt kein einziger mehr zurück. Trotz dem Verschwinden vieler Betriebe wird das Brennholz wieder knapper. Um 1740 ist die Lage so prekär, dass sogar der Hochofen von Rochejean für mehrere Jahre seine Produktion einstellt.

Am Ende des Jahrhunderts treten mit der Revolution von 1789 neue Umwälzungen ein. In den darauffolgenden Jahren ist für die junge Republik das Bedürfnis an Rohstoffen gross. Es wird alles getan, um die Eisenproduktion wieder zu erhöhen. Während einiger Jahre läuft die Industrie auf Hochtouren. In Pontarlier wird 1783 ein neuer Hochofen in Betrieb genommen, der mindestens bis ins Jahr 1796 funktioniert, bevor wieder Versorgungsschwierigkeiten einsetzen. In Ferrière sous Jougne wird die Eisenhütte erst etwas später (1787) wieder instand gesetzt und produziert, unter einigen Schwierigkeiten, bis um 1811. Auf Waadtländer Boden wird 1789 ein neuer Hochofen errichtet, der bis um 1811 läuft. Beim Sturz von Napoleon, im Jahre 1815, produziert nur noch der Betrieb von Rochejean Gusseisen.

Um 1820 versuchen die Schweizer ein letztes Mal, die einheimische Eisenproduktion aufrechtzuerhalten, aber vor der Errichtung eines neuen Hochofens werden die Erze besser untersucht. Zu diesem Zweck wird der Hochofen von Pontarlier wieder in Betrieb genommen. Die schlechten Resultate dieser Versuchsreihen haben die Aufgabe des Projektes zur Folge. Einige Jahre später wird die Produktion noch ein letztes Mal aufgenommen, doch vor den wirtschaftlichen Schwierigkeiten wird sie 1838/39 definitiv aufgegeben. Kaum vier Jahre später, um 1843, wird der Hochofen von Rochejean von einer Feuersbrunst verwüstet und ein Jahr später dem Erdboden gleichgemacht.

Der Niedergang der Eisenhüttenwerke am Mont d'Or muss jedoch nuanciert betrachtet werden, denn die Produktionskapazität der Öfen hat beträchtlich zugenommen. Zwischen 1820 und 1840 ergibt die jährliche Produktion von Rochejean etwa 500 Tonnen. Um 1790 belief sie sich auf 250 Tonnen, um 1750 gar auf 150 Tonnen. Um 1562 ergab die gesamte Produktion der Comté (mit zwei Hochöfen und zwei hydraulischen Rennöfen) insgesamt 150 Tonnen. Der Rückgang der Anzahl Betriebe geht also nicht direkt mit der Reduzierung der Produktionskapazitäten einher. In Wirklichkeit ist der Abbau der Erze am Ende der Periode effizienter und der Untertagebau wird viel systematischer organisiert.

Überdies lassen sich viele neue Eisenverarbeitende Betriebe nieder, während die Bedeutung des Hüttenwesens schwindet. Diese neuen Betriebe sind immer mehr der Produktion fertiger Objekte zugewandt. Es handelt sich dabei um Frischewerke, Schmieden, Nagelschmieden, usw. Während des 17. und 18. Jahrhunderts lässt sich diese Tendenz im ganzen Distrikt verfolgen. Später konzentrieren sich diese Tätigkeiten vor allem auf Vallorbe und das bis heute.

4 Ein grenzüberschreitender Bezirk

Der Bezirk vom Mont d'Or weist durchwegs die gleichen natürlichen Bedingungen auf. Es handelt sich um ein mittelhohes Berggebiet mit einem rauen Klima. Die Verkehrswege sind schwierig zu begehen. Die Böden der Täler werden landwirtschaftlich bebaut, weiter oben wird Viehzucht betrieben. All diese Flächen wurden vom Menschen den Wäldern abgewonnen. Die Eisenerze stellen eine weitere, nicht

zu unterschätzende Ressource dar. Das Limonit des Valanginium ist zwar kein besonders reichhaltiges Erz, doch es ist ohne weiteres verwendbar.

Die erste Eisenmetallurgie entwickelt sich unter günstigen Bedingungen: Holz ist in grossem Masse verfügbar, Erz findet sich an den Hängen in brachliegenden Aufschlüssen, und die hydraulischen Rennöfen können dieses relativ unergiebiges Erz mit Profit verarbeiten. Durch die günstige geographische Lage florieren die Handelsbeziehungen mit der Westschweiz. Die ersten Handwerker, die sich niederlassen, prosperieren.

Diese Gewinne ziehen Investoren an, die die Betriebe aufkaufen. Es handelt sich dabei zuerst um lokale Persönlichkeiten, dann um ausländische Kapitalisten. Doch der Konkurrenzdruck wird immer stärker, und die Ressourcen erschöpfen sich. Die Bergwerke reichen kaum noch aus, und die nahen Wälder sind gerodet. Die Transportkosten werden immer wichtiger. Die Hüttenwerke verschwinden nach und nach. Die primäre Produktion kommt zum Erliegen, doch die verarbeitende Eisenindustrie spezialisiert sich immer weiter.

Die Region ist geographisch geeint, doch politisch zerstritten: das Gebiet ist Durchgangsweg und politische Grenze zugleich. Beiderseits der Grenze verläuft die historische Entwicklung ungleich. Die Bedingungen sind mal für die Einen, mal für die Anderen günstig. Die Schicksale sind verbunden, doch nicht identisch.

In der Comté finden sich die wichtigsten Minen und die grössten Ressourcen an Brennholz. Die Konkurrenz durch die grossen Hüttenwerke des Val de Saône ist jedoch zu stark für die Betriebe der Gebirge, die die Märkte der urbanen Gebiete im Norden und Westen nicht zu erschliessen vermögen. Auf der schweizerischen Seite suchen die Betriebe unentwegt nach neuen Rohstoffquellen (Kohle, Erze, Gusseisen), die nicht in genügendem Ausmasse zur Verfügung stehen. In der Westschweiz besteht eine grosse Nachfrage nach Eisen jeglicher Art. Im Laufe der Entwicklung versuchen die politischen Mächte dies- und jenseits der Grenze, dieser natürlichen Tendenz zu- oder entgegenzuwirken.

La Limonite du Valanginien, aspects minéralurgique et métallurgique

Résumé

La «Limonite du Valanginien» est un calcaire marneux contenant une proportion variable d'éléments ferrugineux, sous forme de concrétions oolithiques, de débris de minerais de fer et de fragments d'organismes hématitisés. La puissance du gîte varie entre 1,5 et 3 m et la couche est constituée de bancs dans lesquels la proportion de particules ferrugineuses varie de 20 à 80 %.

En fait, les différents gisements renferment des minerais de qualité très variable. Grâce aux documents anciens, il est possible de mettre en lumière ces disparités et de mieux comprendre les difficultés économiques qui en découlent pour certaines entreprises métallurgiques.

Zusammenfassung

Das «Limonit des Valanginien» ist ein Kalkmergel mit einem variablen Anteil an eisenhaltigen Elementen in der Form von oolithischen Konkretionen, Erzbruchstücken oder Fragmenten hämatisierter Organismen. Die Mächtigkeit der Lagerstätte variiert zwischen 1.5 und 3 m; der Gehalt an eisenreichen Partikeln liegt zwischen 20 und 80%.

Die Qualität der Erze der verschiedenen Vorkommen ist sehr ungleich. Anhand der alten Dokumente lassen sich diese Unterschiede aufzeigen. Dabei gewinnt man ein besseres Verständnis für die wirtschaftlichen Schwierigkeiten, mit denen einige metallurgische Betriebe zu kämpfen haben.

La «Limonite du Valanginien» n'a fait l'objet d'aucune étude géologique moderne. Bien des questions sur sa nature et son mode de formation restent en suspens. Par contre, dans les comptes rendus anciens, on trouve un certain nombre de précisions concernant le traitement de ce minerai dans les différentes mines. Les variations que l'on constate sont le reflet, à la fois de la nature variable du minerai d'un gisement à l'autre ainsi que de la sensibilité des maîtres de forge.

1 Nature et composition de la «Limonite du Valanginien»

L'épaisseur du niveau exploité est d'épaisseur variable, entre 1,65 et 3 mètres. Il est constitué par une alternance de bancs centimétriques à décimétriques (Fig.1) à tendance calcaire ou marneuse et contenant une proportion variable de concrétions ferrugineuses et d'éléments figurés bioclastiques ou détritiques ferruginisés. Certains bancs sont de véritables calcaires marneux relativement cohérents contenant seulement 10 à 20 % d'éléments limoniteux. Ils sont de couleur ocre (Fig.2, à droite et Fig.3). D'autres niveaux ont une consistance presque meuble et contiennent jusqu'à 80 % de particules ferrugineuses. Ils sont de couleur brun sombre (Fig.2, à gauche). On désigne cet ensemble sous le nom de «Limonite du Valanginien» ou «Limonite de Métabief».

Ce faciès enrichi en fer est intercalé dans un calcaire moins marneux et moins riche en fer, décrit comme rougeâtre dans lequel on trouve des niveaux marneux plus ou moins importants. C'est ce niveau que l'on dénomme le «Calcaire Roux» dans lequel on trouve toujours au moins une faible quantité de limonite. On lui attribue une épaisseur de l'ordre de 20 à 30 mètres. Les horizons enrichis en fer peuvent se trouver aussi bien à la base, qu'au milieu ou au sommet. Il n'y a pas de véritable continuité latérale.

Les «Calcaires Roux» passent aussi bien vers le haut que vers le bas à des niveaux de marnes. Ensemble, ces terrains constituent le Valanginien supérieur. A la base, celui-ci repose sur les couches de «Marbre Bâtard» appartenant au Valanginien inférieur. Au sommet, il est recouvert par les «Marnes de Hauterive» appartenant à l'Hauterivien inférieur.

La «Limonite» affleure très mal sur le terrain. Le Valanginien supérieur et l'Hauterivien inférieur forment un ensemble de dureté médiocre qui forme donc des dépressions généralement couvertes de prairies. Sa présence est surtout connue en raison des anciennes exploitations et éventuellement des stériles rejetés à l'extérieur. On signale des travaux miniers, principalement dans le secteur du Mont d'Or, entre le Lac de Saint Point (Doubs) et le Lac de Joux (VD), ainsi que dans le haut Val de Travers (NE). D'autres gisements sont mentionnés dans le Val de Mièges, principalement autour de Nozeroy. De la limonite est présente dans les Calcaires Roux dans le triangle qui réunit Dole (Doubs), Bienne (BE) et Oyonnax (Ain) (Guillaume 1966).

Ce faciès particulier n'a pas encore fait l'objet d'une étude sédimentologique moderne et les conditions de la formation de ce minerai ne sont pas clairement mises en



Fig. 1 : Aspect de la couche de «Limonite du Valanginien» exploitée à Oye-et-Pallet. On remarque clairement l'alternance des niveaux clairs (calcaires) et sombres (ferrugineux).



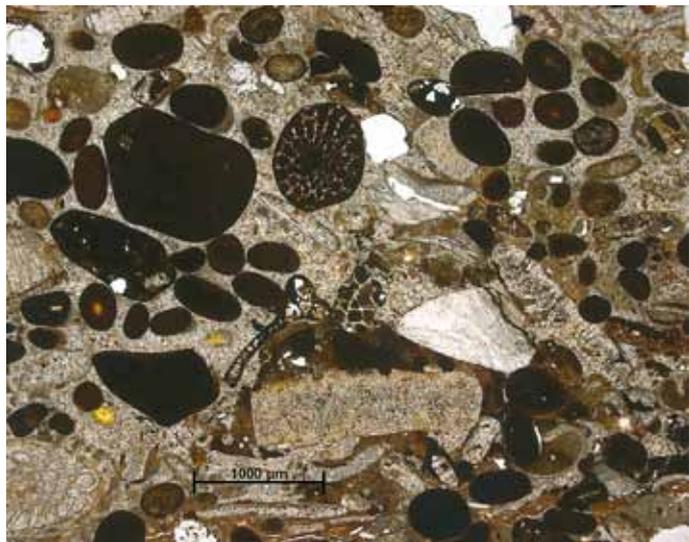
Fig. 2 : Aspect des faciès ferrugineux (à gauche) et calcaire (à droite) de la «Limonite du Valanginien» de Oye-et-Pallet.



Fig. 3 : Aspect d'un bloc du faciès calcaire de la «Limonite du Valanginien» de Oye-et-Pallet. Le bloc mesure 10 cm de large.

évidence. La seule étude de lames minces publiée concernant des échantillons provenant des mines du district du Mont d'Or remonte au début du siècle et porte sur des échantillons entrés dans la collection de l'Ecole des Mines de Paris en 1795 (Cayeux 1922 : Les Longevilles : Pl.XXXII, fig.70 et Métabief : Pl. XXXI, fig.72 et XXXV, fig.78). Quelques échantillons provenant de Oye-et-Pallet sont actuellement en cours d'étude (Fig.4 à 6). Le trait le plus déterminant semble être le caractère d'intense remaniement qui affecte ce sédiment. On y dénombre impressionnante série d'éléments figurés de diverses natures, clairement formés dans des conditions variées et tous rassemblés dans le même dépôt ultime. Ce sont toujours ces éléments qui sont ferrugineux alors que le ciment de la roche est essentiellement constitué de calcite. Les éléments figurés se répartissent en morceaux de roches diverses, en fragments d'organismes et en oolithes. Parmi les oolithes, on observe des grains essentiellement calcaires à côté de grains complètement constitués d'hématite ainsi que toutes sortes d'intermédiaires entre les deux. On observe également des oolithes brisées et d'autres qui après avoir été brisées, ont été restaurées par la cristallisation de nouvelles enveloppes. Parmi les morceaux de roches, on observe principalement des minerais de fer, oolithiques ou non, brisés en morceaux subanguleux. Ces roches possèdent un ciment ferrugineux. On observe aussi des calcaires peu ou pas du tout hématitisés. Les débris d'organismes sont eux aussi variés, avec en particulier des morceaux de Bryozoaires, de Mollusques et d'Echinodermes (Crinoïdes). Les Foraminifères sont très rares. Les fragments d'organisme sont souvent transformés en oxyde de fer, ou bien les loges et cavités sont remplies par de l'oxyde de fer. Plus rarement, ces fossiles sont restés sous forme de carbonates. Dans l'ensemble donc, il s'agit d'un dépôt détritique de particules assez grossières provenant de différents sédiments plus anciens remaniés. Ces dépôts remaniés se sont formés dans des environnements différents au départ. Pour le minerai de Oye-et-Pallet, des variations importantes dans la proportion entre

Fig. 4 : Aspect microscopique du faciès calcaire de la «Limonite du Valanginien» de Oye-et-Pallet. On observe la présence d'oolithes ferrugineuses, de pseudo-oolithes, de fragments d'organismes vivants calcaires et ferruginisés (Bryozoaires, Mollusques, etc).



Echantillon		LGV101	OYE101	OYE102
Provenance		Les Longevilles	Oye-et-Pallet	Oye-et-Pallet
Nature		minerai tout venant	minerai tout venant	concrétion ferrugineuse
SiO ₂	%	5.26	6.61	3.98
TiO ₂	%	0.08	0.08	0.03
Al ₂ O ₃	%	3.96	3.34	0.33
Fe ₂ O ₃	%	29.27	18.98	84.09
MnO	%	0.21	0.18	0.03
MgO	%	0.80	0.78	0.25
CaO	%	29.33	36.05	0.12
Na ₂ O	%	0.00	0.00	0.01
K ₂ O	%	0.18	0.17	0.01
P ₂ O ₅	%	0.36	0.30	0.17
H ₂ O	%	5.29	3.77	9.47
CO ₂	%	23.53	28.48	0.57
C.org.	%	0.11	0.15	0.00
Total	%	98.38	98.90	99.05
Zr	ppm	105	101	18
Y	ppm	3	6	4
Sr	ppm	103	188	30
Rb	ppm	12	15	<1
Ba	ppm	< 9	< 9	< 9
V	ppm	395	256	1335
Sn	ppm	6	5	<4
Sb	ppm	4	4	<3
Ag	ppm	<4	<4	<4
As	ppm	459	150	2140
Pb	ppm	59	39	169
Zn	ppm	82	77	297
Cu	ppm	<2	4	<2
Ni	ppm	70	51	1744
Cr	ppm	237	146	67
Co	ppm	83	66	119

Fig. 7 : Analyses chimiques de la «Limonite du Valanginien». Analyses effectuées par spectrométrie de fluorescence des rayons X au Centre d'Analyse Minérale de l'Université de Lausanne (Prof. H.R. Pfeifer, V. Serneels et J.C. Lavanchy).

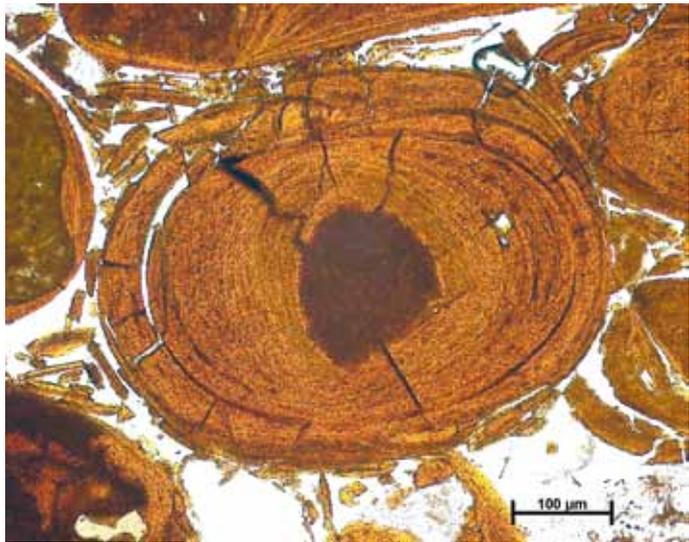
les éléments ferrugineux et le ciment calcaire. D'après les descriptions anciennes (Cayeux 1922), les échantillons provenant de différentes localités montrent des points communs, mais aussi des différences notables.

Les analyses chimiques anciennes sont rares et il est difficile d'évaluer leur représentativité. D'après ces anciennes données, le minerai concentré contenait entre 30 et 35 % selon les gisements. Par ailleurs, on ne dispose que de très peu d'analyses récentes (Fig. 7). Les deux analyses de minerai brut, avec 29 et 19 % d'oxydes de fer confirment la relative pauvreté. En même temps, l'analyse d'une grosse concrétion

Fig. 5 : Aspect microscopique du faciès ferrugineux de la «Limonite du Valanginien» de Oye-et-Pallet. Les oolithes et pseudo-oolithes ainsi que les fragments de minerai de fer roulés sont abondants, le plus souvent jointifs. Certains interstices sont occupés par un ciment calcaire, les autres sont vides.



Fig. 6 : Détail d'une oolithe ferrugineuse écrasée dans la «Limonite du Valanginien» de Oye-et-Pallet.



THIRRIA 1833	LES LONGEVILLES			METABIEF			LES FOURGS			OYE -ET-PALLET		
		%	kg		%	kg		%	kg		%	kg
épaisseur du minerai (m)	2			3			1.9			1.65		
abattage minerai brut	x	100	1340	x	100	3000	x	100	4000	x	100	7000
tri souterrain	x						x	75		x	50	
transport au jour	puits			cheval			puits			puits		
exposition à l'air				1 an			1 an			1 an		
concassage	battoir						à la masse					
tri au jour	x	75										
criblage				x			x	37.5		x	25	
concassage des blocs				x								
lavage				x	30		x	25		x	19	
minerai concentré		75	1000		30	900		25	1000		19	1330
transport au fourneau	2 km			15 km			9 km			7 km		
rendement en fonte	31%	22.3	300	33%	10	300	31%	7.5	300	22.50%	4.2	300

Fig. 8 : Tableau comparatif des traitements des différents minerais du district du Mont d'Or. Les différences de qualité ressortent clairement. D'après Thirria 1833.

ferrugineuse, avec une teneur de plus de 80 % d'oxydes de fer, montre clairement qu'un processus d'enrichissement correctement mené à bien permet d'augmenter considérablement la teneur du concentré. La gangue est essentiellement constituée par de la calcite (CaO et CO_2) ; la silice (SiO_2) et l'alumine (Al_2O_3) ne jouent que des rôles mineurs. La concrétion isolée montre des teneurs en As, Ni, V et Zn particulièrement élevées alors que le Cr reste très bas.

2 Le traitement minéralurgique et métallurgique du minerai

Le compte-rendu de la visite de Thirria en 1833 fournit un certain nombre de précisions très intéressantes concernant le traitement du minerai (Fig. 8) qui permettent de mieux comprendre les disparités entre les différents gisements.

Le gisement des Longevilles offre apparemment les meilleures conditions d'exploitation. La couche est épaisse d'environ 2 mètres ce qui permet de tracer les galeries dans la masse du minerai sans avoir besoin d'extraire des stériles. Le minerai abattu fait cependant immédiatement l'objet d'un tri dans la mine même. Les parties jugées les moins riches sont laissées au fond et remblayées dans les chantiers abandonnés. Sur le carreau de la mine, le minerai subit un concassage à la suite de quoi, un nouveau tri est effectué. Au cours de ces deux opérations de triage, on rejette en moyenne 25 % de la roche abattue. Le minerai concentré est directement envoyé au haut fourneau de Rochejean. Le minerai étant riche en carbonate, on ne lui ajoute évidemment pas de fondant calcaire. Par contre, on trouve la mention de l'utilisation d'un fondant argileux (herbue), mais on ne sait pas dans quelle proportion il a été utilisé. On trouve dans l'Annuaire statistique du Doubs des chiffres de rendement concernant le roulement du haut fourneau de Rochejean en comparant la quantité de minerai traitée et celle de la fonte produite. Le bilan s'établit à 31 %.

A Métabief, les conditions sont un peu moins bonnes. L'épaisseur de la couche permet, là aussi, d'exploiter le minerai dans la masse sans avoir à abattre beaucoup de

stériles. La disposition du gisement, pratiquement horizontale, permet d'utiliser un cheval et d'un chariot pour transporter le minerai à l'extérieur. Le minerai extrait est alors laissé à l'air libre pendant au moins un an. La pluie et le gel fragilisent le minerai qui «tombe en poussière». Le résidu est passé au crible. Les morceaux de calcaire qui ont résisté sont séparés de la fraction fine. Les blocs sont triés à la main et les plus pauvres sont rejetés. Les plus riches subissent un concassage. La poussière ainsi que le minerai concassé sont ensuite lavés dans un lavoir à bras. On retire ainsi un concentré qui ne représente plus que 30 % de la roche extraite. Ce procédé est jugé peu efficace par l'ingénieur des mines qui constate qu'une bonne partie des grains ferrugineux de petite taille sont perdus lors du lavage et entraînés par les eaux. Le concentré est envoyé au haut fourneau de Pontarlier (en certaines occasions il sera aussi utilisé à Rochejean). Là, il est fondu avec un ajout de sable de quartz (30 %). Le rendement est de 33 % de fonte.

Aux Fourgs, la situation est assez similaire. Le minerai est plus pauvre. Après l'abatage, on procède à un premier tri qui aboutit au rejet d'environ 25 % de la masse. Il faut ensuite transporter le minerai à l'extérieur où il est exposé aux agents atmosphériques pendant «un an ou deux». Le minerai brut est ensuite passé au crible. Les blocs de calcaire qui ne se sont pas délités, jugés trop pauvres sont rejetés. Ils représentent environ la moitié de la masse. La fraction fine est ensuite lavée dans un lavoir à bras. A nouveau, on perd un tiers de la masse. Au bout du compte, le concentré ne représente qu'un quart du volume extrait (Thirria donne un douzième, soit à peine 8,25 %, mais de son calcul ou de son texte, l'un est faux). Le concentré est envoyé à Pontarlier où il est fondu avec une adjonction de 20 % de quartz. Si Thirria parle de quartz, dans le document concernant les essais dans le haut fourneau de Pontarlier, le fondant utilisé est qualifié d'herbue (Pelet 1971). D'après Thirria, on produit 31 % de fonte.

Enfin, à Oye-et-Pallet, le minerai est encore plus médiocre. Juste après l'extraction, le minerai est trié au fond de la mine et on rejette la moitié de ce qui a été abattu. Il faut ensuite exposer le minerai pendant une année et procéder à un concassage à la masse des blocs qui ont résisté. Le minerai est ensuite criblé et les plus gros morceaux sont mis au rebut. La poussière est lavée à l'eau et on récupère seulement les trois quarts. Au final donc, moins de 20 % (18,75 %) du volume du gîte est réellement utilisée dans le haut fourneau de Pontarlier. La mine de Oye-et-Pallet ne donne que 22,5 % de fonte. De plus, elle est difficile à fondre seule et a tendance à s'agglutiner, comme le remarquent les experts vaudois en 1820 (Pelet 1971).

3 Conclusion

La «limonite du Valanginien» correspond bien à un seul faciès géologique, un seul type de minerai. Cependant, d'un gisement à l'autre, la qualité de celui-ci est très variable. Au bout du compte, pour 1350 kg de minerai extrait dans la mine des Longevilles, la production de fonte dans le haut fourneau de Rochejean est d'environ 300

kg. Le travail de préparation du minerai est minime puisqu'un simple concassage suffit. Les frais de transport sont réduits puisque le fourneau est à moins de deux kilomètres de la mine. A l'opposé, il faut extraire 7000 kg de roche à Oye-et-Pallet pour obtenir 1350 kg de minerai concentré qui donneront les mêmes 300 kg de fonte dans le haut fourneau de Pontarlier. De longues opérations de tri et de lavage seront nécessaires pour aboutir à ce résultat. Le transport sera effectué sur plus de 10 km pour atteindre le fourneau. Les disparités sur le plan de l'approvisionnement en minerai sont donc considérables entre les différentes entreprises sidérurgiques du secteur. Elles expliquent les difficultés rencontrées à Pontarlier et à La Ferrière sous Jougne, alors que le haut fourneau de Rochejean est une entreprise nettement plus stable et sans doute plus prospère.

Christophe Folletete, Vincent Serneels et Denis Morin avec des contributions de Michel Cottet, Urs Eichenberger, Claude Jacquemin-Verguet et Hubert Trouttet.

Les vestiges miniers du district du Mont d'Or

Résumé

Dans la région du Mont d'Or, la limonite du Valanginien affleure le long des versants des vallées, à mi-côte. Partout où il est accessible, le minerai a été exploité au moyen de minières et de tranchées, à partir du XVe siècle et jusqu'à la fin du XVIIIe siècle. Au cours de la dernière décennie du XVIIIe et pendant la première moitié du XIXe siècle, pour intensifier la production, un petit nombre de mines souterraines ont été mises en fonction. La mine la plus importante se trouvait au-dessus du village des Longevilles Hautes. L'exploitation se faisait par trois puits donnant accès à des réseaux d'exploitation souterrains en pente. Récemment, un tronçon de galerie appartenant à cette exploitation a pu être exploré au lieu-dit «Les Seignots». Une autre mine était située à Métabief, dans un secteur où le minerai est pratiquement horizontal. Elle a été visitée dans les années 1960. Il existait une mine près du village des Fourgs. Pour ces trois exploitations, on dispose de plans datés de 1835 et de descriptions faites à la même époque. Enfin, une autre mine qui se trouvait près de Oye-et-Pallet est partiellement accessible et a fait l'objet d'une étude préliminaire.

Zusammenfassung

In Gebiet von Mont d'Or erscheint das «Limonit des Valanginien» an den Abhängen der Täler auf halber Höhe. Wo das Erz zugänglich war, wurde es vom 15. und bis zum 18. Jh. in Minen und Schurfgräben abgebaut. Während der letzten zehn Jahre des 18. und während der ersten Hälfte des 19. Jh. wurden, um die Produktion zu erhöhen, eine kleine Zahl unterirdischer Minen angelegt. Die wichtigste dieser Minen fand sich über dem Dorf von Longevilles Hautes. Über drei vertikale Schächte gelangte man zu einem Netzwerk schräg angelegter Stollen. Vor kurzem konnte ein Abschnitt dieser Galerien am Ort «Les Seignots» erkundet werden. Eine andere Mine befand sich bei Métabief in einer Region, in der das Erz in einer praktisch horizontalen Schicht gelagert ist. Diese ist in den sechziger-Jahren begangen worden. Es existierte auch eine Mine bei der Ortschaft von Fourgs. Von allen drei Bergwerken existieren Pläne von 1835 und Beschreibungen aus der selben Zeit. Eine letzte Mine fand sich schlussendlich nahe Oye-et-Pallet; heute noch teilweise zugänglich, konnte sie genauer untersucht werden.

Introduction

Depuis le XV^e siècle au moins, on trouve des allusions aux exploitations minières dans le district du Mont d'Or. Malheureusement, dans les textes les plus anciens, on ne dispose que de très peu d'indications topographiques. Au début, les minerais sont concédés globalement, sur la totalité du territoire d'une ou de plusieurs seigneuries. On voit ainsi apparaître les seigneuries de Jougne, de Rochejean, de Sainte Marie, de Chatelblanc et de Mouthe. Quelques fois, on mentionne une localité de manière explicite : Les Longevilles, Métabief, Saint Antoine, Touillon et Loutelet ou encore les Hôpitaux Vieux. Très rarement, il est fait référence à un lieu-dit particulier.

Ce caractère imprécis des localisations suggère une exploitation en surface, par minières et tranchées. Les excavations ne sont pas vraiment délimitées ni dénombrées. L'exploitant qui dispose du droit d'extraction s'arrange avec le propriétaire du terrain et doit simplement remettre les lieux en état après les travaux. Ce mode d'exploitation reste la norme sans doute jusqu'à la fin du XVIII^e siècle. En 1752, les témoignages indiquent que les plus grandes minières ont atteint des dimensions importantes : 90 pieds (environ 30 mètres) de profondeur au Mont d'Or (probablement près de Métabief), par exemple (Bailly 1998, p.45). En 1782, le maître mineur Moureau exploite aux Longevilles des tranchées ouvertes sur ses terres. Une quinzaine d'années plus tard, le document de 1797 qui relate le décès du mineur Antoine Barthod dans les exploitations de Montperreux fait explicitement référence à des travaux à ciel ouvert (voir document 1 p. 83-84).

La situation a changé au début du XIX^e siècle. Dans les documents des années 1810/1812, relatifs au renouvellement des demandes d'autorisation pour les entreprises métallurgiques, on voit apparaître clairement que des mines souterraines sont maintenant en fonction. C'est certainement le cas aux Longevilles ainsi qu'à Métabief. La forte demande en fer qui résulte des années de la Révolution française et de l'Empire napoléonien a rendu nécessaire une intensification et une rationalisation de l'exploitation. La mise en place de travaux souterrains est devenue nécessaire. C'est sans doute entre 1790 et 1810 que se développent les mines souterraines. Les exploitations de surface sont peu à peu abandonnées.

Il est impossible de localiser avec précision les travaux de surface du Moyen Age. A certains endroits, on peut observer des bouleversements de la topographie, des creux, des entonnoirs, des tranchées, etc. Mais ces vestiges sont impossibles à dater. D'autres travaux ont sans doute complètement disparu à la suite des aménagements postérieurs. Sur la base des documents et des observations de terrain, on peut penser que l'exploitation de surface a touché tout le versant sud de la vallée du Bief Rouge, entre le village de Rochejean et celui des Hôpitaux Vieux. Dans la partie Est (carte p. 5, N°1), la couche minéralisée accuse un fort pendage et l'affleurement est donc relativement étroit. Par contre, vers Métabief (N°2), à l'Ouest, la couche est plus ou moins horizontale et la surface d'affleurement est beaucoup plus étendue. C'est une zone idéale pour l'extraction à ciel ouvert. De l'autre côté de la vallée, des petits

gisements ont du être exploités au-dessous de Maison Neuve. De même, pour le coteau entre Saint Antoine et Les Hôpitaux Vieux (N°3), en passant par Touillon-et-Loutelet, les textes donnent à penser que les travaux de surface y ont été importants. Plus au Nord, dans le prolongement de cette zone, des exploitations sont mentionnées sur le territoire de la commune de Montperreux, en particulier à Fontaine Ronde. Enfin, une autre zone se situe sur la commune des Hôpitaux Vieux, mais de l'autre côté du décrochement, c'est la Combe du Voiron (N°4). De nombreuses structures d'extraction sont encore visibles sur le terrain.

Les mines souterraines sont plus faciles à localiser avec précision. La documentation qui les concerne, plus récente, offre aussi plus de précisions. La mine la plus importante est celle des Longevilles (carte p. 5, N°1). A partir des travaux de surface, l'exploitation reprend en souterrain. Il existe plusieurs descriptions de ces travaux effectués à quelques années d'intervalle. Bien que ces informations soient parfois contradictoires, on peut se faire une idée assez concrète de cette exploitation. Une petite partie des travaux souterrains a pu être visitée récemment. L'exploitation de cette mine se prolongera jusqu'à l'extinction du dernier haut fourneau de la région, celui de Rochejean en 1843. La seconde mine importante se trouve à Métabief (N°2). Elle aussi fait suite à une longue tradition de travaux de surface. La documentation du XIXe siècle est relativement abondante et quelques observations ont été réalisées dans les années 1960. Cette mine fut fermée très peu de temps avant celle des Longevilles. Elle est encore mentionnée comme productive dans l'Annuaire Statistique du Département du Doubs publié en 1841. Dans le volume 1842, on signale qu'elle est fermée. Des travaux souterrains ont également été faits aux Hôpitaux Vieux, au lieu-dit «Le Miroir» au Sud du village. Dans un rapport de 1833, ces mines sont déjà considérées comme abandonnées mais toujours concessibles (Thirria 1833, voir document 5, p. 91-96).

Plus au Nord, deux autres mines souterraines ont été en activité, l'une près du village des Fourgs (**carte p.xx, N°5**), l'autre près de Oye-et-Pallet (**N°6**). Dans les deux cas, il est possible que des travaux à ciel ouvert plus anciens aient précédé l'exploitation en profondeur, mais ces localités ne sont pas clairement mentionnées avant les toutes dernières années du XVIIIe siècle pour la seconde et les premières années du XIXe siècle pour la première.

1 Le secteur minier des Longevilles

Aux Longevilles-Mont-d'Or, les vestiges miniers de surface et souterrains se répartissent sur une ligne orientée Sud-Ouest/Nord-Est parallèle à l'axe formé par la vallée du Bief Rouge coulant de Métabief vers le Doubs, rivière qui permit l'implantation du haut fourneau de Rochejean tout proche, et dont le lit se situe à une altitude d'environ 900 mètres (Fig.1). Cette ligne se situe au sud du Bief Rouge, à une altitude comprise entre 1000 et 1050 mètres sur le flan Nord de l'anticlinal du Mont d'Or dont l'axe sommital se situe à une altitude moyenne d'environ 1250 mètres. Elle se situe en



Fig. 1: Vue de la vallée du Bief Rouge depuis l'Est. Au premier plan, à gauche : Métabief. A l'arrière plan au milieu : Les Longevilles. Cliché C. Folletete.

limite de la zone forestière, là où la pente commence à devenir trop importante pour permettre une exploitation agricole du terrain.

Cette ligne est également parallèle à l'axe formé par la route Départementale 45 et la route départementale 450 traversant respectivement les villages des Longevilles Basses et des Longevilles Hautes. Sur une longueur de 2,5 kilomètres entre les Granges Barthod et la limite communale avec Métabief, elle se situe au sud de cet axe à une distance comprise entre 500 mètres et 1000 mètres de celui-ci.

Les routes qui parcourent cette vallée rejoignent l'axe de circulation transversal au massif de Pontarlier à Vallorbe. Les villages qui occupent cette vallée ce sont implantés bien avant le début de l'exploitation minière.

On peut décomposer cette zone en trois secteurs du Sud-Ouest au Nord-Est (Fig.2, 3 et 4) :

- Secteur Ouest : des Granges Barthod (pt 993) à «la Combe»
- Secteur Centre : de «la Combe» à la route D450 croisement avec la route menant au chalet du Gros Morond.
- Secteur Est : Secteur des Seignots : de la route D450 à la limite avec la commune de Métabief.

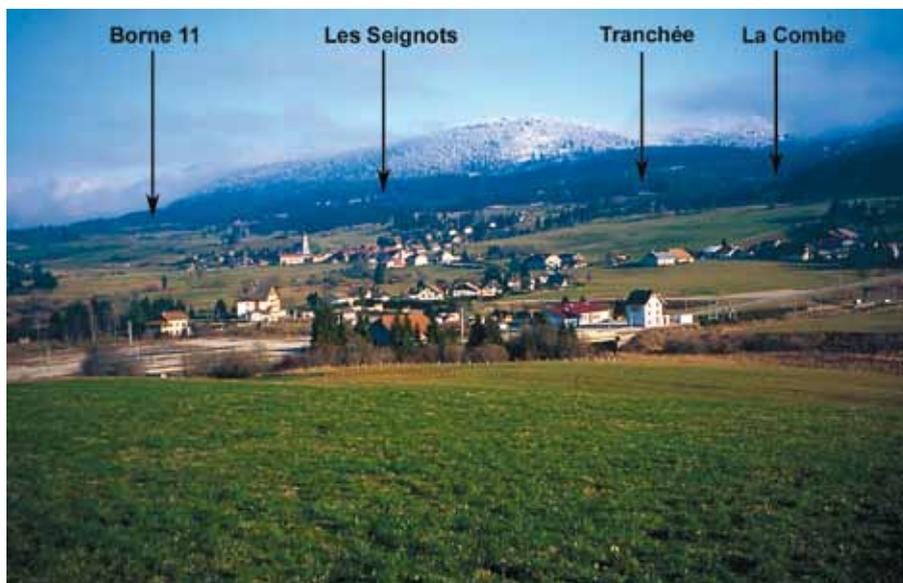


Fig. 2 : Vue du village des Longevilles depuis l'Ouest. Le secteur minier des Longevilles se trouve au second plan. Cliché C. Folletete.

Secteur Ouest

Au Sud-Ouest, on trouve les premiers vestiges en surface dans une bande forestière comprise entre le point 993 situé au croisement des routes forestières menant aux Granges Barthod et aux Auges de Pierre et le petit vallon situé au sud de la route forestière menant de la mairie à Super Longevilles (site de la Combe).

On trouve dans la pâture située au Nord de cette bande un entonnoir régulièrement comblé par l'agriculture et pouvant être un effondrement correspondant à des ouvrages souterrains.

On trouve ensuite le long du sentier situé en limite de cette pâture et de la bande forestière un entonnoir et une tranchée parallèle au sentier. Plus loin vers l'Est, on observe dans la zone forestière quelques tranchées ayant une orientation Sud-Nord et donc parallèle à la pente. On ne peut dire si l'origine de ces tranchées est minière ou non. Peut-être s'agit-il pour certaines d'anciens passages permettant l'évacuation des bois.

Le site de La Combe est très riche en vestiges. Outre une galerie souterraine découverte et décrite plus loin (voir 1.1), on observe sur la rive droite du petit ruisseau qui draine le vallon un petit cratère surélevé d'un diamètre d'environ 5 mètres et qui pourrait être un ancien site de traitement ou de stockage du minerai. Un peu plus en amont toujours sur cette rive droite, juste sous le chemin remontant en direction du Mont d'Or, on observe dans la forêt deux entonnoirs dont l'un est très régulier et dont la partie avale est constituée d'un remblai artificiel.

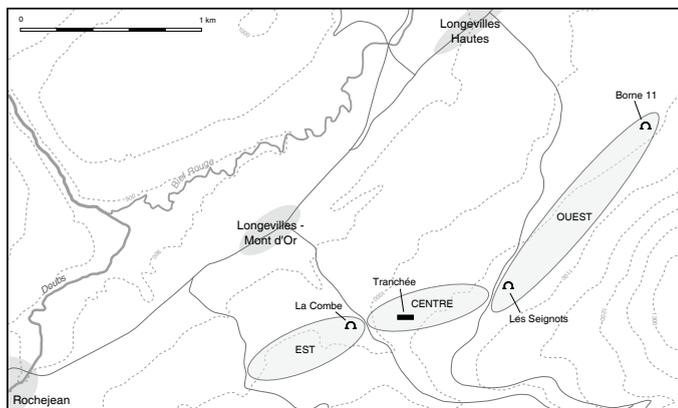


Fig. 3 : Schéma topographique du secteur minier des Longevilles.

SECTEUR OUEST

	cratère surélevé : ancien site de traitement du minerais		46°44'965''N	06°19'275''E
La Combe	Galerie		46°44'927''N	06°19'292''E
	Entonnoir à flanc de coteau	diam.: 15 mètres prof.: 4 mètres	46°44'941''N	06°19'328''E
	Entonnoir à flanc de coteau ovale	longueur : 20 mètres prof.: 2 mètres	46°44'940''N	06°19'340''E

SECTEUR CENTRE

	Tranchée	Extrémité Oues Extrémité Est	46°44'973''N 46°44'984''N	06°19'531''E 06°19'572''E
	Entonnoir	diam : 4 mètres prof: 2 mètres	46°44'984''N	06°19'572''E
	Entonnoir	diam : 5 mètres prof: 4 mètres	46°44'989''N	06°19'584''E
	Entonnoir	diam : 10 mètres prof: 4 mètres	46°44'991''N	06°19'596''E
	Entonnoir	diam : 10 mètres prof: 3 mètres/8 mètres	46°44'998''N	06°19'622''E

SECTEUR EST

Les Seignots	2 Entonnoirs + tas de minerais	diam : 20 mètres prof: 8 mètres diam : 4 mètres prof: 1 mètre	46°45'067''N	06°19'952''E
Les Seignots	Entonnoir	diam : 6 mètres prof: 2 mètres	46°45'081''N	06°19'996''E
Les Seignots	Entonnoir (creusé à la pelleuse jusqu'à 8 mètres de profondeur sans résultat)	diam : 5 mètres prof: 2 mètres	46°45'076''N	06°20'021''E
Les Seignots	Réseau souterrain		46°45'096''N	06°20'054''E
Borne 11	Réseau souterrain			

Fig. 4 : Liste des structures minières et autres perturbations de la topographie dans le secteur minier des Longevilles. Les coordonnées sont données selon le système de projection Lambert II étendu / NTF.

On trouve au Sud de la mine de La Combe, en limite de la forêt et du bout de la pâture située au Nord de la route des Auges de Pierre une petite cavité appelée la «Cave aux Renards». On ne sait pas si cette cavité de quelques mètres de développement est d'origine naturelle ou minière. Autrefois pénétrable sur quelques mètres, l'entrée de cette cavité est aujourd'hui partiellement éboulée.

Des recherches ont été effectuées à l'Ouest, dans les environs des Granges Barthod, mais sans résultat.

Sur la carte de Vallotton de 1723, la vignette qui représente la zone d'extraction minière occupe une position qui est très proche de la galerie de La Combe (photo de couverture). Cette dernière pourrait donc se rattacher à cette période d'exploitation ancienne. D'après le toponyme «Creux des Mines» et ce que l'on peut déduire des sources, à cette période, les travaux sont essentiellement effectués à ciel ouvert, en tranchées ou en minières. La galerie de La Combe pourrait donc être une installation destinée au drainage d'une grande minière située en amont.

Secteur Centre

Lorsque depuis le site de la Combe, on prend le sentier remontant en direction de la route D450 et le site des Seignots, on observe en bordure gauche de ce sentier, à quelques mètres de celui-ci une tranchée d'environ 4 mètres de large et deux mètres de profondeur, puis une succession de creux (Fig.5). Ces vestiges situés dans une petite bande boisée placée entre le sentier et la pâture ont été récemment défrichés par les membres de l'association pour la mise en place d'un sentier à thème «le chemin du fer». Un plan de la mine des Longevilles daté de 1835 fait état de 3 puits et d'une tranchée dite «tranchée Fayol», probablement d'après le nom du propriétaire du terrain ou de l'exploitant. Il est possible que la grande tranchée actuellement visible corresponde à cette structure.



Fig. 5 : Travaux de surface dans la partie centrale du secteur minier au-dessus des Longevilles-Mont d'Or. Cliché C. Jacquemin-Verguet.

Secteur Est

A l'Est de la route D450, en direction de la limite communale avec Métabief, on observe dans la forêt une zone très perturbée dans un secteur durement touché lors de la tempête de décembre 1999. On observe sur ce site de nombreux creux et entonnoirs ainsi que des renforcements dans le flan de la montagne pouvant faire penser à des emplacements d'entrées de galeries. C'est dans ce secteur que deux sites de vestiges souterrains ont été découverts : la mine des Seignots (voir 1.2) et, à l'autre extrémité de cette zone, la mine de la Borne 11 (voir 1.3).

Dans ce secteur, le minerai affleure en de nombreux endroits.

1.1 La galerie explorée au lieu-dit «La Combe»

Cette galerie se situe à 980 mètres d'altitude dans un renforcement du terrain d'une profondeur d'une quinzaine de mètres orienté vers l'Ouest, lui-même situé dans un petit vallon perpendiculaire à l'axe de l'anticlinal du Mont-d'Or et drainé par un petit ruisseau souvent à sec s'écoulant en direction du Bief Rouge. Elle se situe sur la rive droite de ce petit ruisseau dans une zone boisée.

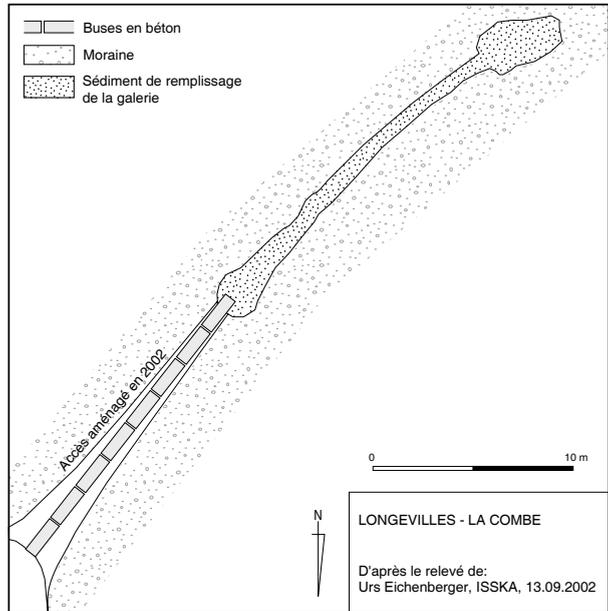
Cette mine se situe environ à 750 mètres au Sud-Est du village des Longevilles-Mont-d'Or. Pour y accéder depuis la route départementale 45, il faut prendre la petite route qui passe devant la mairie et quelques dizaines de mètres après celle-ci tourner à droite pour prendre un chemin qui sort du village et mène au petit vallon (par la suite dénommé «La Combe»). Pour trouver la mine, il faut rester sur le chemin qui reste au fond de ce vallon en serrant à droite. Après avoir laissé le réservoir sur notre gauche, continuer tout droit dans la zone humide et environ 100 mètres après celui-ci on tombe sur le renforcement sur la droite où se trouve l'entrée de la galerie.

Cette galerie a été découverte le 12 mai 2001 à une dizaine de mètres de profondeur par les autorités de la commune et un groupe de l'Association «Un passé oublié» (Fig.6 et 7). Suite à l'ouverture de la galerie à la pelleuse, celle-ci est restée



Fig. 6 : Galerie de la mine de La Combe. La galerie est taillée dans la moraine quaternaire et partiellement comblée par des sédiments fins. Cliché U. Eichenberger.

Fig. 7 : Relevé topographique de la galerie de la mine de La Combe (Les Longvilles / Doubs). D'après U. Eichenberger 2002.



plusieurs mois sans que personne n'ose s'y aventurer car l'entrée ouverte dans des terrains instables restait très dangereuse. Après que la mise en sécurité à l'aide de conduites en béton, une première exploration a été faite le 11 février 2002 par Michel Cottet et Claude Jacquemin-Verguet, puis le 13 septembre 2002 par Urs Eichenberger de l'Institut Suisse de Spéléologie et de Karstologie et Christophe Folletete. Lors de sa découverte, cette galerie était en partie noyée.

La galerie est creusée dans les sédiments fluvioglaciers du Quaternaire. Ces sables, graviers et moraines ne sont que peu consolidés. L'ensemble mesure plus de 10 m et l'épaisseur des couches individuelles varie fortement. Les graviers fluviaux bien arrondis sont plus abondants dans la section supérieure du Quaternaire tandis que les sables fluviodeltaïques en couches fines dominent vers la base. Les strates individuelles sont inclinées de 30 à 45° vers le NO. Le Crétacé n'affleure nulle part dans la galerie.

Au fond, la galerie est remplie d'un sédiment sableux avec du gravier sec jusqu'à 30 cm sous la voûte. Le niveau de ce sédiment s'abaisse continuellement en direction de la sortie. A partir du niveau des arrivées d'eau au plafond, il contient plus d'argile. Cette argile forme un dépôt de 40 cm dans les premiers mètres de la galerie. Il se dépose au fur et à mesure lors de pluies modérées. Par fortes pluies, les sédiments accumulés sont lavés vers l'entrée de la galerie où ils commencent à boucher les tuyaux. Le profil de la galerie ne dépasse normalement pas 1 mètre par 1,5 mètre. Les voûtes sont arrondies.

Le point le plus bas de la galerie est la sortie. Les ruissellements qui sortent du tube ont leur origine dans les graviers sableux situés au milieu de la série quaternaire. Le fond de la galerie est sec et sans traces d'eau.

Un des éléments importants apportés par l'exploration de cette galerie est le fait de savoir que sur toute la longueur explorée, celle-ci ne donne accès à aucun moment au gisement de minerai, ce n'est donc pas une galerie d'exploitation. Des questions se posent donc ici sur son utilité. Celle-ci pouvait être utilisée, du fait de sa pente inclinée vers l'extérieur, comme galerie de drainage afin de canaliser l'eau en direction du petit ruisseau. Elle pouvait aussi être utilisée comme travers-banc pour donner accès au minerai qui doit se trouver un peu plus loin dans le terrain. Des vestiges de boisages ont été trouvés lors de l'exploration et peuvent être soit les vestiges d'un ancien chemin de roulement, soit des éléments de soutènement. Cette galerie est très instable et d'un accès relativement dangereux.

1.2 La réseau exploré au lieu-dit «Les Seignots»

Elle se situe environ à 1070 mètres d'altitude, dans une zone boisée fortement touchée lors de la tempête de décembre 1999, sur le versant nord de l'anticlinal du Mont d'Or, dans un renforcement pouvant faire penser à une entrée de galerie perpendiculaire au plissement. C'est la configuration du terrain à cet endroit ainsi que des recherches géobiologiques qui ont conduit à faire des recherches sur ce site. Les recherches ont été menées à l'aide d'une pelleteuse de chantier, et il fallut creuser à une profondeur d'environ 4 mètres pour percer la voûte de la galerie.

Après de nombreuses recherches infructueuses suite à la découverte de la première galerie à la Borne 11 le 25 juin 1999, elle fut découverte le 15 octobre 1999 par les représentants de la commune des Longevilles-Mont-d'Or en présence de membres de l'association. Cette mine a été réouverte le 18 avril 2000 en présence de Catherine Lavier, Denis Morin, Patrick Rosenthal, Roger Bailly, Jean-Marie Pourcelot, Alfred Lanquetin, Claude Jacquemin-Verguet, Colette Dulphy, Christophe Folletete. des relevés topographiques ont été effectués lors de cette seconde visite et une topographie a été ensuite réalisée par Denis Morin. Une troisième exploration a été effectuée le 13 septembre 2002 avec Urs Eischenberger.

Descripton des vestiges souterrains explorés aux Seignots (Fig.8 à 12)

L'accès se présente sous la forme d'une galerie à demi colmatée de section semi circulaire (hauteur 0,60 mètre, largeur 1,50 mètre). La galerie qui s'ouvre plein Nord est taillée dans une argile à blocs glaciaire (boulder-clay) compacte de couleur beige clair comportant de nombreux galets et cailloutis.

Immédiatement à l'Ouest, une galerie de recherche, de section subcirculaire et de direction orthogonale longue de 5 m, aboutit à un ressaut qui se prolonge en profondeur par une petite galerie de recherche déclinée ; celle-ci reprend la direction opposée vers l'Est. Cette galerie de 6 m de longueur se termine sur un front de taille.

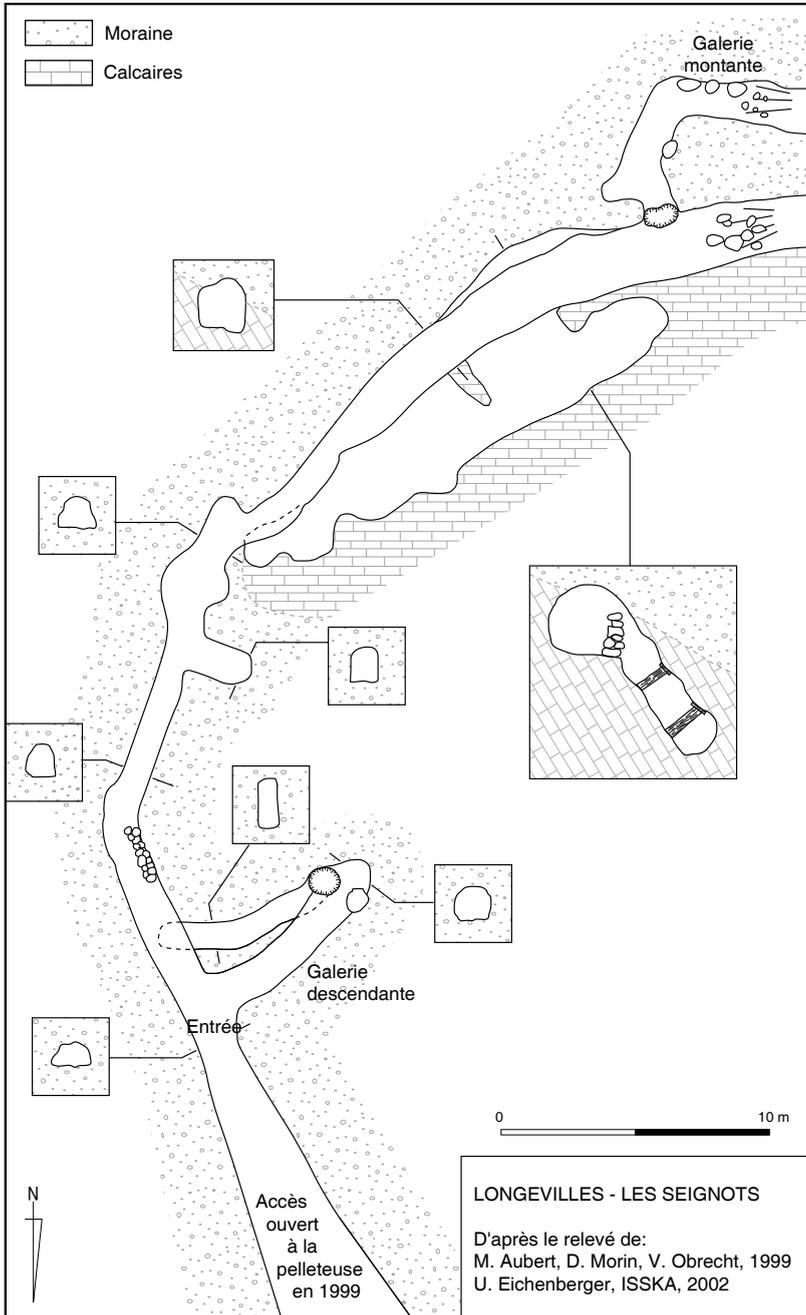


Fig. 8 : Relevé topographique de la mine des Seignots (Les Longevilles / Doubs).
 D'après Morin et al 1999 et Eichenberger 2002.

Fig.9 :Chambre d'exploitation avec soutènement en bois dans la mine des Seignots (Les Longevilles/Doubs) avant pompage. Cliché C. Jacquemin-Verguet.



Fig.10: Chambre d'exploitation avec soutènement en bois dans la mine des Seignots (Les Longevilles/Doubs) après pompage. Cliché C. Jacquemin-Verguet.



Fig. 11 : Détail des boisages dans la mine des Seignots (Les Longevilles/Doubs). Cliché C. Jacquemin-Verguet.



Fig. 12 : Galerie de circulation et d'exploitation dans la mine des Seignots (Les Longevilles/Doubs). Cliché C. Jacquemin-Verguet.



La galerie principale d'orientation $N = 152^\circ$ s'incline légèrement vers l'Ouest $N = 197^\circ$ à 9,30 m de l'entrée. À cet endroit, la galerie mesure 1,36 m de hauteur sur 1 m de largeur. Deux niches à lampes (10 x 10 cm) creusées à 0,90 m du sol de la galerie marquent ce changement de direction. Sur la paroi Ouest sont entassés plusieurs déblais de stériles soigneusement empilés.

À 6,40 m une petite galerie orthogonale de 2,40 m s'ouvre sur le côté Ouest. Elle comporte également deux niches à lampes aménagées.

Dès lors le réseau ($N = 210^\circ$) bifurque légèrement ; la galerie s'ouvre alors latéralement sur le chantier. Elle s'élargit quelques mètres plus loin avant de se poursuivre $N = 240^\circ$ et d'aboutir au niveau des strates du Valanginien. Auparavant, un amoncellement de stériles assure le comblement d'un ancien terminus dans l'axe initial de la galerie.

Celle-ci suit très précisément l'orientation de la couche de limonite qui à cet endroit se trouve relevée à $55-60^\circ$. Le toit est constitué par endroits d'argile à blocs tandis que la partie inférieure est constituée de limonite. Sur près d'une quinzaine de mètres, la couche de fer a été exploitée suivant la manière d'un filon incliné. La galerie initiale étant utilisée comme galerie de circulation. Les niches à lampes s'échelonnent le long de la paroi Est pour éclairer la partie supérieure de l'exploitation.

L'abattage est manuel, au pic et au coin comme en témoignent les nombreuses traces visibles sur les parois.

Le chantier présente dans sa zone d'exploitation, un boisage régulier et organisé tout au long de la couche défilée. Il est encore parfaitement conservé. Le soutènement des parties défilées est assuré par des billes de bois calées ou non, équidistantes de 1 m à 1,50 m. Les billes subsistantes sont au nombre de 25. Elles sont encore pour la plupart parfaitement en place. Leur disposition quadrille l'espace de défilage.

Les cellules sont constituées d'une seule bille porteuse inclinée à 60° . Les bois utilisés sont composés de résineux. La longueur des billes est de 1,40 m à 1,51 m. Le diamètre est en moyenne de 0,12 à 0,16 m. Cette mesure ne tient pas compte des dégradations subies au cours du temps qui ont sensiblement diminué le gabarit des pièces de bois.

Le serrage au toit s'effectue directement à plat ou par l'intermédiaire de dosses de calage. Les billes sont parfois serrées par groupe de deux au moyen de flèches. Au mur, les billes sont simplement calées. Le pied est directement posé à plat. En général, le diamètre des billes permet un serrage au mur sans aménagement notable.

L'exploitation quant à elle s'est développée sur une profondeur de 6 m dans le sens du pendage. Vraisemblablement les mineurs ont renoncé à poursuivre en profondeur pour des questions d'exhaure du moins dans ce secteur. La base du défilage est à demi noyée.

À l'extrémité Sud du chantier, la galerie de roulage bloque sur un éboulis. Sur la face Est, une ouverture au toit donne accès à une petite galerie entièrement taillée dans

l'argile à blocaux. Cette dernière d'orientation N 200° puis N 275° est flanquée sur ses parois par des galets d'origine glaciaire dont le gabarit est compris entre 0,40 et 0,50m. Cette galerie fortement concrétionnée. La hauteur est de 1,40 m pour une largeur de 1,50 m environ. La section est arrondie au toit se trouve brutalement colmatée au bout de 7 m. par une trémie qui donne vraisemblablement au jour.

Développement et organisation de l'exploitation

La galerie des Seignots est une galerie de travers-bancs percée dans les dépôts glaciaires Plio-Quaternaires pour atteindre les couches de limonite. Relevés à près de 55°, les niveaux à fer du Valanginien ont été exploités à la manière d'un filon par défilage descendant. Le boisage issu de résineux locaux a été systématiquement mis en place au fur et à mesure de l'exploitation. Relativement réduit en volume, le chantier reconnu montre néanmoins de façon très pertinente le mode d'exploitation qui a dû être mis en place sur l'ensemble du gisement. Il est vraisemblable que cette galerie se prolonge à l'horizontale. La dégradation des boisages et les éboulements qui ont suivis ont effondré la galerie à l'extrémité Ouest du chantier.

La dynamique du chantier peut être identifiée à partir des niches d'abattage présentes en contrebas du chantier. Les mineurs procédaient en profondeur par l'ouverture d'alvéoles de 1m de long sur 1,50 m à 2 m de large, équidistantes les unes des autres tout en poursuivant l'exploitation dans la direction de la couche. Ce mode d'exploitation permettait de maintenir le toit au moyen d'un boisage régulier tout en défruitant progressivement les piliers de minerais abandonnés entre chaque excavation.

Du point de vue de la résistance des matériaux, le soutènement est à cet endroit relativement complexe à maîtriser car le toit de la galerie est creusé dans l'argile à blocaux, un terrain meuble et instable par endroits même si de manière générale cette formation se trouve relativement stable et indurée.

Les mineurs ont pu être gênés par des arrivées d'eau temporaires. Sauf à percer de nouveaux travers-bancs, ils étaient limités à une exploitation superficielle de la couche. En effet, le fonçage de travers-bancs en profondeur n'aurait pu se réaliser qu'en mettant en œuvre des moyens conséquents et par voie de fait en investissant lourdement.

La présence de galeries de recherche adjacentes au tracé principal est un fait courant dans ce mode d'exploitation. Très souvent les mineurs avaient recours à ce type de galeries pour repérer d'éventuels accès au gisement et procéder à un traçage des chantiers.

L'interprétation de la galerie remontante est plus hypothétique. Il s'agit vraisemblablement d'un premier percement aménagé depuis la surface et localisé au niveau de l'affleurement pour sonder en profondeur les morts terrains et évaluer la puissance du gisement. Le concrétionnement important ne permet pas d'y distinguer le sens de creusement.

L'éclairage est installé à intervalle régulier, soit pour indiquer un changement de direction, soit pour baliser la voie de roulage au niveau du chantier. Il s'agit de lampes à suif fixes de même type que celles que l'on retrouve dans les mines de fer des plateaux de Saône : ce sont de petites boîtes cylindriques en métal munies de deux orifices : l'un pour verser le combustible et l'autre pour la mèche.

La présence de galets erratiques corrodés sur les parois des galeries, dont la hauteur maximale peut atteindre près d'un mètre (sur une largeur de 0,50 m), apporte une configuration particulièrement originale au paysage souterrain reconnu.

Bien que de dimension réduite, la mine des Seignots illustre parfaitement la dynamique opératoire de ces exploitations multiformes qui jalonnaient le flanc du Mont d'Or au XIXe siècle. Dans ce sens elle constitue un modèle qu'il conviendrait peut être de préserver et de valoriser.

1.3 Les galeries observées au lieu-dit «La Borne 11»

Des vestiges de travaux souterrains ont été découverts le 25 juin 1999 à 4 mètres de profondeur par des représentants de la commune des Longevilles-Mont d'Or en présence de membres de l'association. Le site a été choisi par l'observation d'une dépression en surface qui semblait être un effondrement de galerie et des recherches «géobiologiques» menées à l'aide de baguettes de sourciers. L'ouverture de cette galerie s'est faite à l'aide d'une pelleteuse mécanique de chantier.

L'accès ouvert à la pelle mécanique a simplement permis d'observer la présence de travaux souterrains dans ce secteur (Fig.13). Très peu d'informations ont pu être récoltées en raison des conditions difficiles de l'intervention (Fig.14).

Lors de la première opération, à environ 4 mètres sous la surface, à l'extrémité de la tranchée creusée dans le talus, une galerie horizontale a été recoupée. Le plafond de celle-ci était probablement effondré au moment de l'intervention. La galerie avait une direction grossièrement Est / Ouest. Vers l'Est, le conduit était complètement bouché. Dans l'autre direction, la galerie était pénétrable sur environ 2 mètres. Sur la paroi Nord, la présence d'un renforcement («niche») a pu être observée. Au plafond, une structure circulaire, apparemment bouchée intentionnellement avec des blocs de roche pourrait correspondre à un ancien puits vertical. On observe sur le côté gauche de la cavité des vestiges de boisage, notamment les restes d'une ancienne palissade formée de planches horizontales superposées maintenues par des pieux. Quelques éléments de ces boisages ont pu être sorti de la cavité, mais ils n'offrent pas assez de cernes pour faire l'objet d'une étude dendrochronologique. Suite à cette découverte, cette galerie a été immédiatement rebouchée pour parer à tout risque d'accident.

Au cours de la seconde intervention, en août 2000, la tranchée a été approfondie pour atteindre 7 ou 8 mètres. Tout au fond, un second étage de galerie a été rencontré. L'orientation de celle-ci est différente, plus proche de Nord-Est / Sud-Ouest, correspondant donc approximativement à l'allongement de la couche de minerai. Elle



Fig. 13 : Vue de l'accès creusé à la pelle mécanique en 2000 à la «Borne 11» (Les Longevilles/Doubs). Tout en bas, on aperçoit la voûte d'une galerie comblée. Cliché C. Jacquemin-Verguet.

était presque complètement comblée ne laissant qu'un vide d'une quinzaine de centimètres entre le plafond et le sommet du comblement. Il n'a pas été possible de pénétrer dans cette galerie, mais, en direction du Nord-Est, elle s'étendait visuellement sur plusieurs mètres. De l'autre côté, elle était totalement comblée. L'amorce d'un creusement perpendiculaire, vers le Sud-Est, a été observée également, ce qui pourrait correspondre à une exploitation du gîte vers l'aval. Un échantillon de boisage a également pu être sorti suite à cette exploration. Suite à cette seconde exploration, la galerie a été définitivement rebouchée.

D'après la carte géologique, cette zone du gisement est séparée de la précédente par une bande de roches de l'Hauterivien, ce qui s'explique par un repli de la couche. Les pendages y sont nettement moins importants, comme c'est le cas dans le secteur de Métabief. Il y a donc peu de chance que ce réseau souterrain se rattache à celui rencontré dans le secteur des Seignots. La distance, environ 1 km, est trop importante entre les deux secteurs, compte tenu de ce que l'on sait de l'extension des travaux souterrains anciens (Thirria 1836 et plans de 1835). Il ne s'agit pas non plus du réseau de la mine de Métabief. L'hypothèse la plus probable est donc que ces vestiges correspondent à des travaux plus anciens et sans doute plus superficiels.

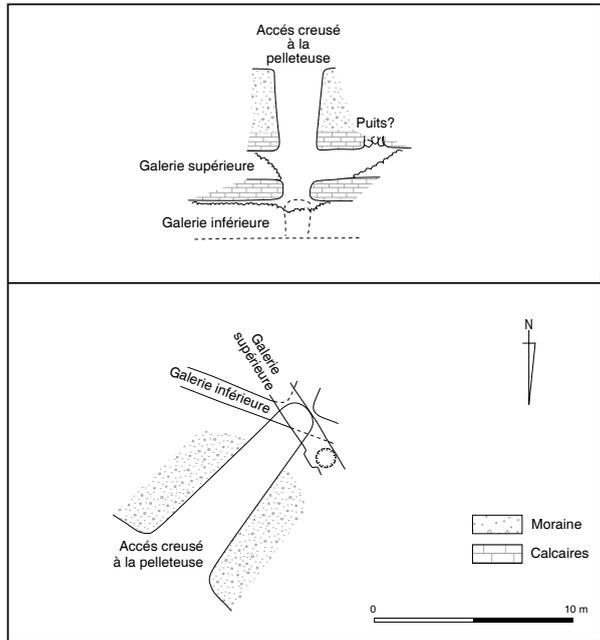


Fig. 14 : Schéma des travaux souterrains découverts à la «Borne 11» en 1999 et 2000 (Les Longevilles/Doubs).

1.4 Organisation générale de la mine des Longevilles au XIXe siècle

Le gisement des Longevilles est sans doute le premier à avoir été identifié et mis en exploitation. Son histoire est inséparable de celle du haut fourneau de Rochejean, les deux sites n'étant distants que de deux kilomètres à peine. Dès le départ, à la fin du XVe siècle, les deux entreprises sont sans doute liées. Tant que le fourneau sera en fonction, la mine des Longevilles lui fournira de la matière première. Lorsque le fourneau est incendié en 1843, la mine cesse également son activité. Cependant, la mine des Longevilles a eu une capacité de production supérieure aux besoins de ce seul fourneau et, à l'occasion, elle exporte son produit vers d'autres entreprises, en Franche Comté et dans le Pays de Vaud.

Jusqu'à la fin du XVIIIe siècle, l'exploitation se fait probablement en surface, au moyen de tranchées et de minières. Avec l'intensification de la production dès le début du XIXe siècle, le gisement devra être exploité par puits et galeries de manière à atteindre des zones plus profondes. Malheureusement, il n'y a pas d'information dans les documents qui permettent de dater exactement le début de cette entreprise ni de mesurer une éventuelle influence extérieure dans cette modification du mode d'exploitation. Par contre, grâce à plusieurs descriptions et un relevé topographique faits dans les années 1830 ainsi que des observations souterraines faites dans les années 1990, on peut se faire une bonne image de la mine et de son évolution. Comme toujours, les sources sont imprécises et parfois contradictoires. Elles contiennent aussi des erreurs.

L'exploitation souterraine dans les années 1830

On dispose tout d'abord de la description donnée par M. E. Thirria, faite en 1833 et publiée dans les Annales des Mines en 1836 (voir document 5, p. 91-96). Dans certains volumes de l'Annuaire statistique du Département du Doubs, on trouve des informations complémentaires. Enfin, un plan levé en 1835 est déposé aux Archives Nationales Françaises (ANF14, Fig.15). Sur cette base, on peut proposer une synthèse concernant l'organisation de la mine des Longevilles au XIX^e siècle (Fig.16).

Dans ce secteur, la couche de minerai est relativement épaisse, avec deux mètres de puissance environ. C'est un niveau marneux qui repose sur une couche de calcaire et qui est recouvert par une seconde couche de calcaire. Le tout plonge avec un pendage relativement régulier de 45°-50° environ en direction du Sud-Est. C'est le flanc de l'anticlinal du Risoux-Mont d'Or qui rejoint le synclinal de la vallée du Bief Rouge. La couche recoupe la topographie selon une bande d'orientation SW-NE (N 50°).

Dans les années 1830, les documents attestent que la mine est organisée par trois puits verticaux foncés à faible distance les uns des autres. Le premier segment du puits est vertical, sur une profondeur d'environ 15 à 20 mètres. Ces puits sont probablement situés sur une même ligne, parallèle à l'allongement de la couche de minerai. Ils sont sans doute creusés un peu en aval de l'affleurement, de manière à recouper la couche minéralisée à la profondeur de 20 mètres environ. A la base de chaque puits, dans la couche de minerai, une galerie d'allongement supérieure est tracée, à l'horizontale. A partir de celle-ci, les mineurs attaquent la couche oblique de minerai en perçant des galeries d'exploitation parallèles à la pente du minerai, soit vers le haut (amont-pendage), soit vers le bas (aval-pendage). Le travail qui consiste à exploiter vers le haut est beaucoup plus facile puisqu'il faut faire descendre le minerai. C'est par cela que l'on commence. Ensuite, on attaque la couche en descendant. De manière à assurer la stabilité du toit, on ne perce des galeries d'exploitation que tous les 4 ou 5 mètres, chaque galerie étant elle-même large de 2 mètres environ. Une fois que les galeries d'exploitation dans le pendage sont descendues suffisamment profond, on trace des recoupes perpendiculaires (traverses) qui passent d'une galerie d'exploitation à l'autre. Ces recoupes sont faites tous les 3 mètres environ. On exploite donc la couche de minerai selon un quadrillage de galeries qui laisse des piliers qui supportent les couches supérieures. En procédant de la sorte, on exploite entre 50 et 60 % du volume de minerai disponible. Ce schéma d'exploitation rigide est évidemment théorique. Dans la pratique, les distances ne sont généralement pas respectées de manière rigoureuse, les mineurs cherchant à suivre les parties les plus riches du gisement ou celles où la roche est un peu plus friable.

Dans l'exploitation descendante, il faut chaque fois remonter le minerai jusqu'à la galerie de circulation. D'autre part, l'eau peut s'accumuler dans les parties basses. Les mineurs se trouvent donc généralement bloqués dans l'exploitation après quelques mètres. Pour pouvoir approfondir l'exploitation, on trace alors une galerie plus large dans le plan de la couche, c'est un puits incliné. Les mineurs descendent une dizaine ou une quinzaine de mètres en dessous de la galerie de circulation précédente et ouvrent une nouvelle galerie à un étage inférieur.

Le plan de 1835 représente les trois puits et les différents étages de galeries de circulation tracées à partir des puits inclinés. Il ne représente pas les galeries d'exploitation perpendiculaires ni les recoupes transversales. Celles-ci sont mentionnées par Thirria. Mais on peut penser que l'exploitation ne se fait pas de manière aussi rigoureuse que le modèle théorique le voudrait. On procède sans doute souvent simplement en élargissant la galerie d'allongement vers le bas, formant des chambres d'exploitation. Dans certains cas, plutôt que de maintenir en place des piliers de minerai, on utilise des étais en bois. C'est la situation qui a été observée dans le secteur des Seignots. Sur une quinzaine de mètres, les mineurs ont exploité le minerai en posant des étais plutôt qu'en laissant des piliers. En direction de l'aval, l'exploitation ne se prolonge que sur quelques mètres. Au moment de la visite, cette partie de la mine était noyée et a dû être vidée par pompage. Le problème de l'évacuation de l'eau dans ces parties surcreusées a dû se poser dès l'époque de l'exploitation, mais apparemment, aucun effort particulier n'a été tenté pour le résoudre. On ne mentionne nulle part de système de pompage ou de galerie d'exhaure en travers-banc.

Thirria ainsi que les Annuaires statistiques mentionnent trois puits. Sur le plan de 1835, ils sont appelés «puits Authier», «puits Mourot» et «puits Fayol». Sur le relevé topographique, la distance reportée entre le puits Authier et le puits Mourot est de 40 m. Entre ce dernier et le puits Fayol, elle est de 95 m. Curieusement, les chiffres donnés par Thirria sont nettement inférieurs. Sans nommer les puits, il donne des distances respectivement de 16 et 50 m. C'est sans doute Thirria qui manque de précision car il est peu probable que l'organisation de la mine ait été fortement modifiée entre sa visite en 1833 et le relevé effectué en 1835. Thirria mentionne des travaux qui, dans le sens du pendage s'enfoncent jusqu'à 55 mètres vers le bas. Sur le plan de 1835, on retrouve la même distance en additionnant les segments entre la première galerie d'allongement et la cinquième dans le puits Fayol. De même, Thirria estime la longueur de l'allongement des travaux à 170 mètres environ dans le plan horizontal. En se basant sur le plan, il faut admettre qu'il s'agit d'une estimation obtenue en cumulant les galeries partant des différents puits.

Il faut noter que d'après le plan, les trois réseaux qui se développent à partir des trois puits ne sont pas d'importance égale. De loin, le puits Fayol est le plus important. Les trois réseaux ne semblent pas reliés les uns aux autres. De même, on ne note pas d'autre accès au jour que les trois puits. Il semble cependant, d'après l'étude du secteur des Seignots, que, au moins dans la partie supérieure de l'exploitation, les mineurs ont aménagé de telles sorties, sans doute en particulier pour faciliter l'aérage et peut-être aussi l'évacuation de l'eau. Dans les parties les plus basses, de tels aménagements ne sont de toutes façons pas possibles. Les vestiges observés sous terre aux Seignots montrent l'exploitation le long d'une galerie d'allongement avec un chantier d'abattage se développant à l'aval sur six mètres de profondeur. Il n'y a pas de travaux d'extraction à l'amont puisque la galerie horizontale est tracée à l'interface avec la moraine. Dans ce secteur, les mineurs ont enlevé la totalité du minerai ouvrant une grande chambre. Les piliers de minerai ont été remplacés par des boisages pour assurer le soutènement. Il est très vraisemblable que les vestiges

des Seignots se rattachent effectivement à l'exploitation décrite par Thirria, mais il n'est pas possible, dans l'état actuel des connaissances, de positionner de manière plus précise ce secteur.

Dans l'ultime description, publiée en 1841 dans l'Annuaire statistique du Doubs, les trois puits sont toujours mentionnés, le premier puits possède une section verticale de 16 mètres et une autre inclinée de 10 m. cela correspond sans doute à deux étages de galeries d'allongement. Le second puits, après une verticale de 20 mètres, se prolonge en oblique sur 55 mètres, soit sans doute 5 étages de galeries. Le troisième est le plus profond avec une partie inclinée de 80 mètres et devait comporter au moins 6 étages de galeries. La longueur maximale relevée dans une galerie était de 145 mètres. On peut donc en déduire un certain avancement des travaux dans la mine des Longevilles entre 1835 et 1841.

Les conditions de l'exploitation

Si on considère les chiffres de production, on peut aussi tenter une approche quantitative. Dans les années 1830, la production de la mine varie de 1500 à 2500 tonnes de minerai brut. Cela peut représenter entre 600 et 800 m³ de matériel. On sait que la couche a une puissance de l'ordre de 2 mètres et que les galeries peuvent aussi avoir 2 mètres de large, cela représente donc 4 m³ de minerai par mètre de galerie. Il faut donc réaliser un avancement annuel de 150 à 200 mètres.

Sur le plan de 1835, si on cumule les mètres représentés (en excluant les puits verticaux), on obtient environ 650 m, soit à peine trois ou quatre ans de production, ce qui est impossible. On peut expliquer cela si l'on tient compte du fait que le relevé ne tient pas compte des galeries d'exploitation ni des recoupes, explicitement mentionnées par Thirria. Pour chaque mètre de galerie effectivement représenté sur le plan, il faut tenir compte d'un volume exploité, en aval et en amont, équivalent sans doute au double de celui de la galerie elle-même.

L'entreprise est importante. En 1833, l'extraction sur le site des Longevilles occupe 24 ouvriers en hiver et 8 en été. Déjà en 1792, un maître mineur encadre 14 ouvriers.

Au XIXe siècle, le minerai extrait aux Longevilles était utilisé en priorité pour alimenter le haut fourneau de Rochejean. Pendant la dernière phase d'exploitation pour laquelle on dispose de sources abondantes, la relation est très clairement établie et le haut fourneau semble traiter toute la production de la mine. Il s'approvisionne même à Métabief en plus des Longevilles. Les propriétaires du haut fourneau, la famille Jobez, sont aussi les exploitants des mines. Il semble qu'il en va ainsi déjà pour les propriétaires précédents, depuis la Révolution et la confiscation puis la vente du haut fourneau, auparavant propriété de l'Abbaye de Mont Sainte Marie.

Avant cette modification importante, l'extraction, qui se fait sans doute encore principalement en surface, semble moins organisée. Ce sont peut-être les propriétaires des terrains qui exploitent et vendent le minerai. Ils approvisionnent Rochejean, mais aussi, au moins occasionnellement, d'autres fourneaux, en France comme en Suisse.

2 La mine de Métabief

Métabief : Au fil des galeries de mines sous les pistes de ski.

Hubert Trouttet

En ce début de janvier 1964 court une sorte de rumeur diffusant la nouvelle qu'une ancienne galerie de mine avait été ouverte par une vache dans un pâturage. L'idée ne fait qu'un tour de perce l'un des secrets de l'histoire du village. Aussitôt l'on s'adresse à Arsène Letoublon, spéléologue averti et rendez-vous est pris auprès du «trou d'homme» à flanc de coteau situé à quelques 200 mètres du départ de l'ancien télébenne. Equipés de bric et de broc, nous sommes une demi-douzaine, pas très rassurés il faut bien l'avouer. Une descente d'environ un mètre cinquante. A gauche, une sorte de «fente» à franchir à plat ventre puis, dans la lueur blafarde de nos lampes torches, des galeries à perte de vue sous l'aspect d'un vaste labyrinthe. Il est inutile de préciser que ce 14 janvier, notre expédition ne pénétra pas très loin. D'une part, nous nous regardions avec une certaine émotion. Peut-être avions-nous «violé» l'espace où nos ancêtres avaient sué et peiné ? D'autre part, la configuration des lieux nous conseillait de ne pas quitter des yeux la pâle lueur de l'entrée. Une seconde descente, quelques jours plus tard, nous obligea à flécher à la peinture notre aventure en sens inverse. En effet, les galeries, soutenues par quelques étais, s'étiraient sur plusieurs centaines de mètres dessous les pistes de ski.

Puis, vers la fin du mois, l'on entendait, au loin tomber des plaques de minerai probablement suite au changement de l'hygrométrie à l'intérieur.

En fermant l'entrée de la mine, la municipalité referme une parenthèse de l'histoire locale qui retomba dans l'oubli.

Du point de vue de la technique d'extraction, la mine de Métabief pose moins de problème que celle des Longevilles. Dans ce secteur qui se trouve à proximité immédiate de la grande faille transverse Vallorbe-Pontarlier, la couche de minerai est à peu près horizontale et affleure pratiquement à la surface, ce qui facilite beaucoup l'organisation de l'extraction. Grâce à la description de Thirria en 1833 (voir document n°5, p. 5), au plan conservé dans les Archives Nationales (Fig.20) et aux précisions contenues dans les Annuaire Statistiques du Doubs, on peut se faire une idée assez précise de l'organisation de la mine.

Une grande galerie s'ouvre au milieu du versant, au pied du Mont d'Or, vers 1000 mètres d'altitude, au milieu d'un pré au lieu-dit «Prés-Midi». Elle s'enfonce sous terre en ligne droite, globalement en direction du Sud, dans le sens du pendage de la couche. La section longitudinale de cette galerie, présentée sur le relevé de 1835, montre clairement un changement de la pente. D'abord légèrement descendante, la galerie devient horizontale puis remonte un peu. Cette galerie permettait la circulation du personnel et le transport du minerai. Au moins au cours de la dernière période d'exploitation, un cheval tractant un tombereau a été utilisé pour le transport dans cette galerie. Sa largeur devait atteindre au moins trois mètres. L'épaisseur de la couche minéralisée est particulièrement importante puisqu'elle atteint environ trois



Fig. 17 : Exploration de la mine de Métabief – printemps 1964. Effondrement dans le pâturage de la piste de ski.



Fig. 18 : Exploration de la mine de Métabief – printemps 1964. Vue d'une galerie inondée. Il s'agit probablement de la galerie principale.



Fig. 19 : Exploration de la mine de Métabief – printemps 1964. Vue d'un front de taille avec un étai en bois vertical.

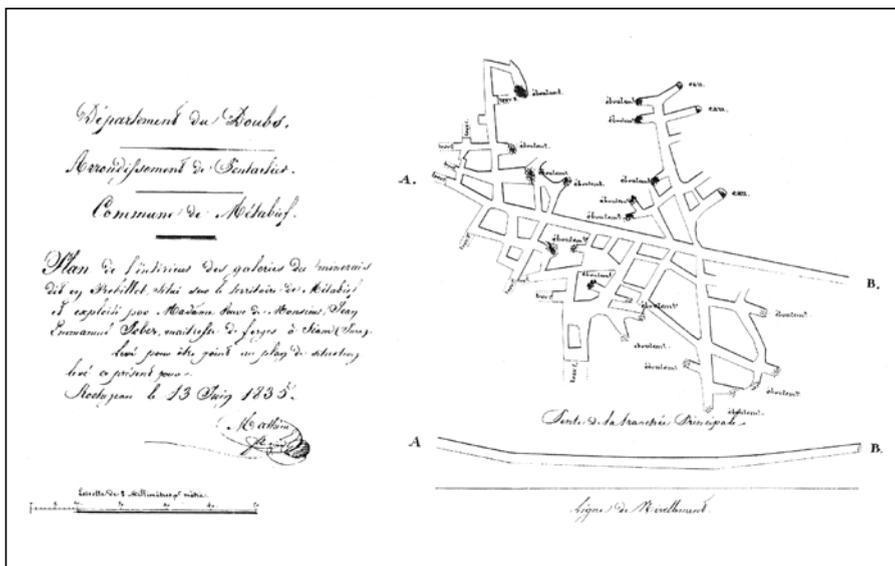


Fig. 20 : Relevé de la mine de Métabief 1835. Archives Nationales Françaises F14 «Département du Doubs. Arrondissement de Pontarlier. Commune de Métabief. Plan de l'intérieur des galeries du minerai dit en Bertillet, situé sur le territoire de Métabief et exploité par Madame Veuve de Monsieur Jean Emmanuel Jobez, maîtresse de forges à Siam (Jura). Levé pour être joint au plan de situation levé ce présent jour. Rochejean, le 13 juin 1835.» signature non déchiffrée.

Le relevé comporte un plan et une coupe le long de la galerie principale. L'entrée de la mine est probablement en B.

mètres de puissance, d'après les descriptions anciennes. Les photos de l'exploration souterraine réalisées en 1964 (voir encadré, Fig.17 à 19) confirment ces vastes dimensions.

De part et d'autre de l'axe principal, s'étendent des galeries d'allongement qui se dirigent plus ou moins perpendiculairement. Sur le plan de 1835, la première galerie partant à l'Ouest (vers la droite sur le plan de 1835 sur lequel le Nord est tourné vers le bas, contrairement à la convention habituelle mais de manière logique par rapport à la réalité du terrain) semble ne plus être en activité. Elle avait auparavant donné accès à une série de recoupes transversales. Celles qui se dirigent vers le Sud (vers la montagne) sont éboulées, mais celles qui se dirigent au Nord (vers l'entrée) sont noyées par l'eau. Il est donc vraisemblable que ces galeries sont en pente vers le Sud et que, dans ce secteur, la couche de minerai se prolongeait avec un faible pendage dans cette direction. On peut donc déduire que la pente de la galerie principale depuis l'entrée est due à la traversée des terrains sus-jacents stériles, la moraine, avant d'atteindre la couche de minerai, et non pas à une modification du pendage de celui-ci.

La seconde galerie d'allongement se dirige vers l'Est. Elle donne aussi accès à des travaux qui sont déjà éboulés en 1835. La partie de la mine en exploitation se trouve plus au Nord et on y accédait par deux autres galeries d'allongement. Le plan montre la position d'une dizaine de chantiers actifs au moment de la visite. L'exploitation se développe selon un quadrillage irrégulier qui dégage des piliers plus ou moins quadrangulaires dont la fonction est de soutenir le toit. Les mineurs ne devaient utiliser qu'une très faible quantité de boisages.

Sur le plan de 1835, la galerie principale n'a qu'une centaine de mètres de long et les travaux ne s'en éloignent que de 40 ou 50 mètres. La longueur cumulée des galeries reportées n'est que de 600 mètres (ce qui correspondrait à environ 4'000 m³). Les autres sources contemporaines donnent des chiffres supérieurs : 150 mètres dans le sens du pendage et 200 mètres dans celui de l'allongement (Thirria 1833). La différence s'explique soit par une surestimation de Thirria lors de sa visite soit par la prise en compte ou non des travaux éboulés.

Bon an, mal an, la mine livre au haut fourneau environ 400 tonnes de minerai lavé dans les années 1830, ce qui correspondrait à des tonnages extraits annuellement de l'ordre de 1'200 tonnes puisque le minerai brut donne 30 % de minerai lavé. De huit à dix personnes travaillent à la mine en hiver et seulement 4 ou 5 en été.

Il semble que l'extraction est abandonnée dès 1834. Auparavant, le minerai était fondu à Rochejean et cela depuis 1809/11 sans doute. A cette date, la famille Jobez de Rochejean reprit les droits d'exploitation de la mine de Métabief. Au cours des années qui précèdent, la mine livrait son minerai aux hauts fourneaux de Pontarlier et de La Ferrière sous Jougne, mais l'activité de ces deux installations est suspendue à ce moment là. Entre 1790 et 1800, c'est plutôt l'usine de La Ferrière, remise en état en 1787, qui utilise le produit de la mine de Métabief. Auparavant, l'exploitation est probablement pratiquée par minières et tranchées en surface.

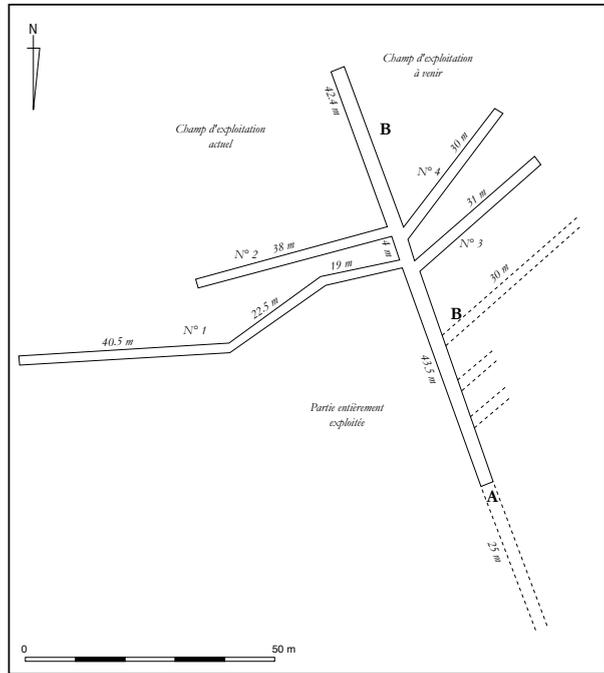
3 La mine des Fourgs

La mine située près du village des Fourgs est plutôt mal connue. D'après la tradition locale, elle se trouvait sur le versant Nord du Crêt de Vourbey, au lieu-dit «Dessous Les Côtes», à environ 1 km au Sud-Est de l'Eglise du village. Aujourd'hui, dans ce secteur, une piste de ski a été aménagée. Des installations de lavage du minerai auraient été aménagées à proximité avec l'eau d'une source amenée grâce à une canalisation en bois.

On ne connaît pas de témoignage récent attestant que des vestiges souterrains existent. Par contre, la mine est mentionnée dans plusieurs sources (Thirria 1836 : voir document n°5, p. 91-96, *Annuaire Statistique du Doubs*) et un plan daté de 1835 a été retrouvé aux Archives Nationales Françaises (AN F14 7948).

D'après Thirria, on accède aux travaux souterrains par deux puits, de 10 et 12 m. Une galerie d'allongement de 225 mètres de longueur donne accès à des galeries de pen-

Fig. 21 : Relevé de la mine des Fourgs 1835. Archives Nationales Françaises F14 7948. «Département du Doubs. Arrondissement de Pontarlier. Commune des Fourgs. Plan géométrique des tranchées intérieures du minerai des Fourgs, exploité par les Ets Vandel frères et fils, maîtres de forges à Pontarlier. Levé en exécution du décret impérial du 4 mai 1811 pour être joint au plan de situation. Dressé le présent jour par l'ingénieur sousigné. Pontarlier le 25 juin 1835.» signature non déchiffrée.



A. Entrée de la tranchée. B. Tranchée principale. N° 1, 2, 3, 4 Tranchées latérales

«Vu par nous, Préfet du Doubs. Besançon le 26 avril 1841. Pour le Préfet en congé, le Conseiller de préfecture secrétaire général délégué.» Signature «Maistre». Contre-signature non déchiffrée. Tampon des Archives Nationales.

dage exploitant le gisement sur une cinquantaine de mètres de largeur. L'Annuaire de 1841 mentionne un seul puits, de 20 mètres de profondeur, et des travaux s'éloignant sur 90 mètres au maximum. Certaines zones sont éboulées à cette date ce qui pourrait expliquer qu'il ne reste plus qu'un seul puits en fonction.

Le plan de 1835 (Fig.21) montre bien une large galerie principale (85 mètres), quatre galeries transversales en activité, dont une de près de 80 mètres. Les indications en trait discontinu semblent correspondre à des projets d'extension de l'exploitation. L'accès n'est pas clairement représenté, mais indiqué par la présence de la lettre A à l'extrémité de la galerie principale. Sur le dessin, cette extrémité de galerie est cependant fermée par un trait continu. Cela signifie sans doute que c'est bien un puits vertical, non représenté sur le plan, qui donnait accès à l'exploitation souterraine. Les traits discontinus qui prolongent la galerie principale vers le Nord (en bas sur le plan), doivent être interprétés comme des travaux projetés. En 1833, l'équipe d'ouvriers compte six personnes.

Les quelques chiffres disponibles donnent une production de 200 à 400 t par an de minerai lavé. Les indications de Thirria indiquent que le minerai lavé ne représente qu'environ 10% du volume abattu, soit environ 500-1000 m³ par an. La couche de minerai est épaisse d'environ 2 mètres. D'après les longueurs de galeries cumulées mesurées sur le plan de 1835 (270 mètres) et la largeur des galeries (2 ou 3 mètres), on peut calculer un volume exploité d'environ 1200 m³, soit quelques années d'exploitation seulement. Encore une fois, il est probable que les recoupes transversales ne sont pas reportées sur le plan et que le volume est en fait sous-estimé. Il est possible également que d'autres travaux, reliés à un second puits, ne soient pas représentés sur le plan qui nous est parvenu. Le minerai est livré en totalité au haut fourneau de Pontarlier.

L'ouverture de la mine est probablement très tardive par rapport à l'histoire générale du district. Dans les documents les plus anciens, on ne peut pas identifier de mentions se rapportant clairement à ce site. D'après la tradition locale, l'ouverture de la mine remonterait aux années 1815-1820. C'est effectivement pour 1820 que l'on retrouve une mention explicite du minerai des Fourgs traité au haut fourneau de Pontarlier. Il s'agit du compte-rendu des essais pratiqués dans ce fourneau pour tester le minerai suisse des Charbonnières (Pelet 1971). Dans l'Annuaire statistique du Doubs daté de 1842, on indique que la mine est abandonnée et éboulée. Elle n'apparaît plus par la suite. Il est en fait probable que l'activité extractive de la mine a été stoppée en même temps que celle du haut fourneau de Pontarlier, soit vers 1838.

4 La mine de Oye-et-Pallet

La mine est située au pied de la butte du Crossart, à l'Est du village de Oye-et-Pallet, de l'autre côté du Doubs qui s'écoule du Lac de Saint-Point. Le toponyme, «Le Mont des Conduits» est évocateur des galeries souterraines. Dans le bois, au-dessus de la route, la topographie est très fortement perturbée. On observe une grande quantité d'entonnoirs séparés par des buttes qui correspondent à des effondrements. Les animaux fouisseurs profitent de cette situation pour creuser des terriers et rejoindre les anciennes galeries. L'accès se fait par un trou qui s'enfonce dans le versant. Cette mine se trouve sur un terrain privé et la visite n'est possible que pour des personnes expérimentées.

D'après Arsène Letoublon, spéléologue et passionné d'histoire locale, la présence de cette mine a toujours été connue de la population locale dans la période contemporaine.

Description des vestiges miniers.

Le réseau souterrain de la mine de Oye-et-Pallet a pu être exploré sur une soixantaine de mètres en direction de l'allongement du gîte (Nord 50°) et sur une vingtaine de mètres dans la direction du pendage. La couche a une épaisseur régulière de 1,65 mètre. Elle accuse un pendage régulier de 15° environ dans l'ensemble de la zone visitée.



Fig. 23 : Traces de pic sur les paroi de la galerie d'exploitation dans la mine de Oye-et-Pallet (Doubs). Cliché M. Cottet et M. Bôle.

La couche de minerai plonge donc avec une pente légèrement supérieure à celle du versant (10-12°). Au pied de la colline, elle doit être recouverte par une dizaine de mètres de sédiments plus jeunes. Elle devait recouper la topographie vers 900 mètres d'altitude. Dans la partie supérieure, le recouvrement est particulièrement peu épais, ce qui rend les effondrements d'autant plus fréquents.

Le réseau accessible comporte deux parties où il est possible de circuler facilement qui sont reliées entre elles par une zone où le comblement des galeries ne laisse qu'un étroit passage (Fig.22). Les galeries étaient relativement spacieuses à l'origine. Leur hauteur correspondait à l'épaisseur de la couche de minerai (1,65 m). La largeur varie entre 1 et 3 mètres. Le soutènement est assuré par des piliers laissés en place et dans certaines zones par le remblaiement des chantiers d'extraction avec des stériles. On n'observe pas la présence d'étais en bois. Les marques sur les parois indiquent l'utilisation d'outils de percussion pointus. Il n'est pas facile de déterminer s'il s'agit d'un travail au pic (Fig.23). Les grands fronts de taille de la partie basse du site, avec leurs contours arrondis sont compatibles avec l'utilisation du pic. Aucune trace d'utilisation d'explosif n'a été mise en évidence.

On accède d'abord à la partie Nord-Est, qui se présente comme une grande salle basse soutenue par des piliers de forme à peu près quadrangulaire espacés de manière assez régulière. En fait, l'exploitation s'organise à partir d'une galerie d'allongement, large de 2 mètres et régulière qu'il est encore aujourd'hui possible de parcourir sur une vingtaine de mètres. A partir de cette galerie, l'exploitation s'est développée vers le haut selon une direction légèrement oblique plutôt que perpendiculaire. Cette orientation facilite sans doute le travail d'extraction. Ces galeries d'exploitation montantes ont ensuite été réunies par le creusement de recoupes perpendiculaires. Malheureusement, dans toute cette zone amont, le comblement des galeries est assez important et il n'est pas possible de circuler facilement. A l'aval de la galerie d'allongement principale, l'exploitation change de système. Les mineurs ont attaqué le minerai selon une technique de chambres d'extraction plutôt que de galeries. L'abatage se fait ainsi sur une profondeur de trois mètres, sans laisser de pilier. L'accès à ces chantiers se fait par des passages ouverts à partir de la galerie supérieure. On constate que ces

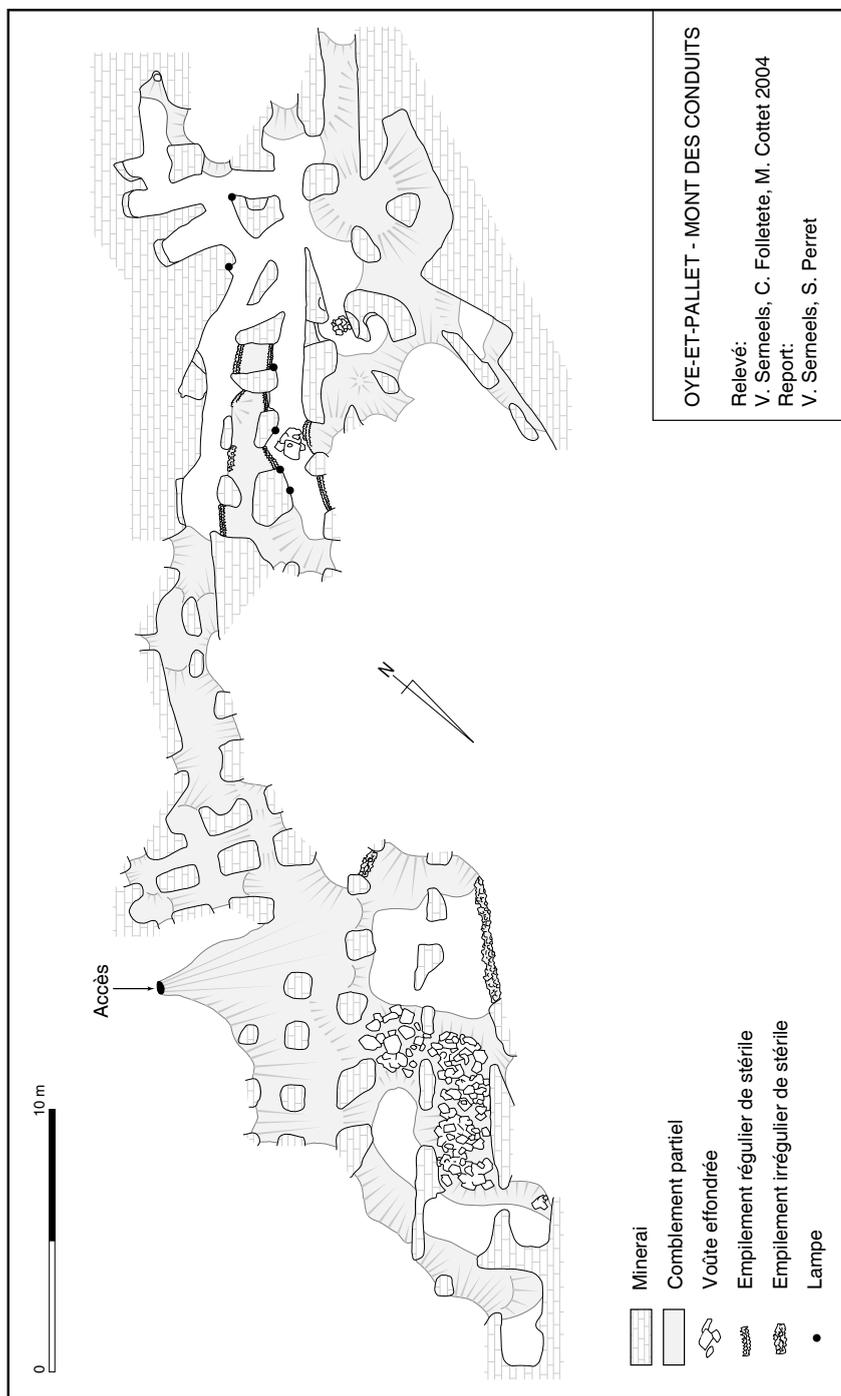


Fig. 22 : Relevé topographique de la mine de Oye-et-Pallet (Doubs). Levé : V. Sermeels, C. Folletete, D. Coutier et M. Cottet 2004. Report V. Sermeels et S. Perret.



Fig. 24 : Départ de 3 galeries dans la mine de Oye-et-Pallet (Doubs). Cliché M. Cottet et M. Bôle.



Fig. 25 : Emplacement de lampe dans la paroi de la mine de Oye-et-Pallet (Doubs). Cliché M. Cottet et M. Bôle.



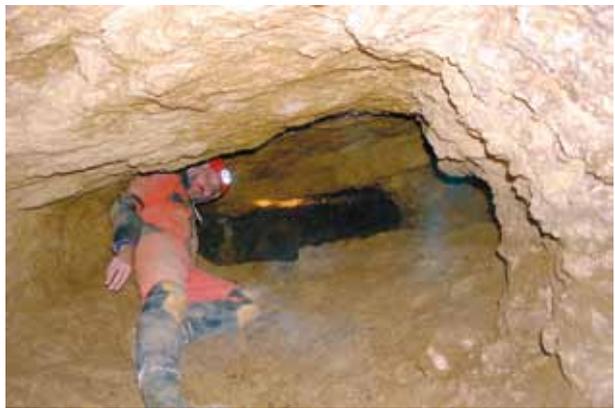
Fig. 26 : Recoupe entre deux galeries dans la mine de Oye-et-Pallet (Doubs). Cliché M. Cottet et M. Bôle.

ouvertures sont placées en quinconce par rapport aux ouvertures amont, sans doute pour éviter les risques de chute de blocs. A partir de ces ouvertures, les mineurs ont creusés des chambres qui finalement se rejoignent pour former une espèce de longue galerie. Aujourd'hui, cet espace est en bonne partie encombré par un effondrement de la voûte.

Fig. 27 : Empilement de stériles bouchant une recoupe dans la mine de Oye-et-Pallet (Doubs). Cliché M. Cottet et M. Bôle.



Fig. 28 : Galerie partiellement effondrée dans la mine de Oye-et-Pallet (Doubs). Cliché M. Cottet et M. Bôle.



Après avoir exploité ce volume, les mineurs ont poursuivi leur travail en direction de l'aval selon le même schéma. Ils ont ouvert un second étage de chambres d'exploitation. A l'extrémité Nord-Est du réseau accessible, on peut ainsi visiter deux de ces chantiers où les fronts de tailles sont parfaitement visibles. Des chambres identiques existaient aussi au Sud, mais elles ont été remblayées volontairement avec des stériles entassés de manière désordonnée. Dans le secteur Nord-Est, les traces d'outil sur les parois ne permettent pas de définir clairement la direction de l'avancement des travaux.

En résumé, dans la partie Nord-Est, l'exploitation démarre par la galerie d'allongement principale. Elle se prolonge en amont par des galeries transverses et des recoupes régulières qui aboutissent à l'excavation d'une grande salle soutenue par des piliers. A l'aval, les mineurs procèdent en ouvrant des chambres d'exploitation dont les plus basses sont remblayées après coup.

Dans la partie centrale, les observations sont difficiles à réaliser en raison du comblement important. A l'amont comme à l'aval, des départs de galeries assez réguliers laissent penser que l'exploitation s'organise de la même manière que dans la zone

supérieure du secteur Nord-Est, mais avec un rapport plus faible entre le volume abattu et le volume des piliers laissés en place. Le sens d'avancement des travaux ne peut pas être déterminé.

Le secteur Sud-Ouest offre des vestiges très bien conservés. On observe les mêmes traces d'outil et toujours aucun signe d'utilisation de la poudre. L'organisation semble différente de celle du secteur Nord-Est. On n'a pas affaire à un maillage régulier plus ou moins orthogonal. A partir d'un carrefour principal, des galeries partent en étoile dans sept directions différentes (Fig.24).

Une galerie principale est tracée horizontalement, dans l'allongement du gisement (Nord 50°) et semble être l'élément le plus ancien. Elle se prolonge de part et d'autre du carrefour. On peut la suivre sur une vingtaine de mètres. D'après les traces d'outils observés sur les parois, elle a été tracée du SW en direction du NE. Cette galerie est relativement étroite (1,5 mètres). Quatre emplacements de lampes ont été localisés sur la paroi amont, à quelques mètres de distance les uns des autres. Pour déposer la lampe, les mineurs ont creusé dans la paroi une petite niche, à environ 1,2 mètre au-dessus du sol. A l'aplomb de la tablette creusée dans la roche, on peut voir des traces de suie laissées par la fumée de la lampe (Fig.25). Trois de ces emplacements sont situés sur l'angle d'un pilier. Le quatrième se trouve au milieu d'une paroi.

Une seconde galerie part en direction de l'amont (Nord 80°). Elle est manifestement creusée depuis le carrefour en direction de l'amont. Elle se prolonge aussi vers l'aval, mais un fort éboulement de débris provenant de la surface empêche de la suivre. Elle recoupe un peu plus bas d'autres travaux et ne se prolonge pas au-delà. En direction de l'amont, les mineurs ont rectifié plusieurs fois le tracé de cette galerie en modifiant sa direction. Le profil de la galerie montre le soin avec lequel le sol a été aménagé de manière à offrir une pente régulière. La galerie n'est pas très large (1,5 mètre), mais permet de se déplacer très facilement. Cette galerie a certainement été aménagée pour faciliter la circulation, recoupant les structures d'exploitation plus anciennes. Elle a sans doute pour but de mettre en relation des chantiers en cours d'exploitation avec un accès par puits ou travers-banc. Apparemment, cet accès ne se trouve pas à l'aval. D'après le plan, dans cette direction, cette galerie débouche dans un chantier fermé. Il est donc probable que cette galerie de circulation montante devait relier ce secteur d'exploitation avec un accès situé au Nord-Est. Malgré certains passages étroits dans la zone centrale, il est possible que la circulation se soit prolongée jusque dans la zone de l'accès actuel. Une succession de décrochements montants semble l'indiquer.

Dans la partie basse de la galerie, à hauteur d'un décrochement dans la paroi correspondant à une modification de l'orientation en cours de creusement, on observe un emplacement de lampe. Il se trouve ainsi placé dans un coin abrité. C'est le seul emplacement repéré.

L'espace situé entre ces deux galeries a été consciencieusement vidé par des recoupes successives ne laissant subsister que de faibles piliers (Fig.26). Lorsque l'espacement entre les deux galeries principales le permet, une recoupe parallèle a été exploitée. Le secteur a ensuite été complètement comblé avec des stériles. Entre les piliers, des

blocs ont été soigneusement empilés pour former de véritables murs (Fig.27). Ces murs ne s'élèvent toutefois pas jusqu'au plafond des galeries et il reste toujours un espace interstitiel. Entre les parements, les stériles sont empilés sans ordre.

En direction de l'amont, une troisième galerie est tracée de manière assez rectiligne. Elle est creusée en partant du carrefour principal. En amont, elle donne accès à deux recoupes successives dans l'allongement du gisement. La première est comblée par des matériaux d'infiltration ou d'effondrement en direction du Sud-Ouest. Dans la direction opposée, elle débouche dans la galerie de circulation montante, en donnant accès au passage à une autre galerie d'extraction amont aboutissant à un front de taille. Celui-ci présente la particularité d'une exploitation de la couche de minerai sur les deux tiers supérieurs alors que le tiers inférieur a été laissé en place. Comme on retrouve cette situation à plusieurs endroits, il est probable que c'est parce que cette partie de la couche présentait des qualités moindres. Au niveau du carrefour, un emplacement de lampe probable a été repéré. Plus en amont, la seconde recoupe horizontale donne accès à trois fronts de taille, dont deux présentent aussi clairement une marche laissée en place. Le dernier, au fond de la recoupe, doit être très proche de la surface : le terrier d'un animal fouisseur débouche juste au-dessus.

Les quatrième et cinquième galeries partent elles aussi du carrefour principal en direction de l'aval selon des directions divergentes (N 30° et N 3° respectivement, Fig.28). Après 3 mètres, la galerie inférieure donne accès, à l'Ouest, à une recoupe latérale qui s'arrête sur un front de taille. Un peu plus loin, elle aboutit à une chambre d'exploitation à partir de laquelle s'éloigne une galerie de faible largeur presque complètement comblée. Les espaces situés entre ces deux galeries ainsi qu'entre la galerie supérieure et la grande galerie d'allongement, ont été exploités aussi complètement que possible, d'abord par des recoupes perpendiculaires passant d'une galerie à l'autre, puis par des excavations dans les piliers eux-mêmes. On remarque en particulier plusieurs niches creusées dans les parois sur une trentaine de centimètres de profondeur, permettant d'extraire un peu plus de minerai sans trop affaiblir le soutènement. Certains de ces espaces ont ensuite été remblayés avec des stériles empilés de manière plus ou moins régulière.

En résumé, dans le secteur Sud-Ouest, après le traçage de la galerie d'allongement, plutôt que d'exploiter le minerai de manière régulière selon un schéma orthogonal, les mineurs ont travaillé de manière rayonnante à partir d'un carrefour principal. Ce choix a sans doute été dicté par l'organisation des circulations et du transport du minerai en direction de la surface. Apparemment, c'est par une galerie remontante en direction du Nord-Est que ce faisait ce transport. Malheureusement, les observations faites sous terre ne permettent pas de localiser cet accès ancien avec certitude.

Les descriptions anciennes

La mine de fer de Oye-et-Pallet est mentionnée dans plusieurs sources (Thirria 1836 : voir document n°5, p. 91-96, *Annuaire Statistique du Département du Doubs*, etc), mais il n'y a pas de plan correspondant à la série connue pour les autres mines du

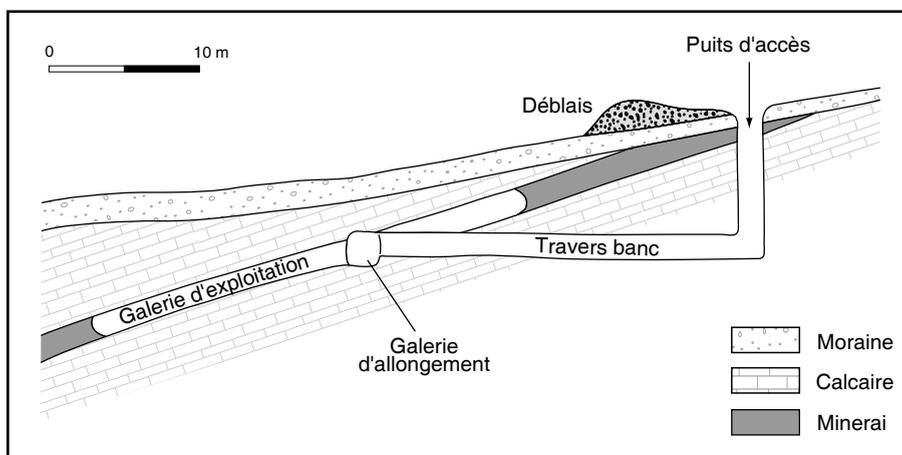


Fig. 29 : Schéma de l'organisation de la mine de Oye-et-Pallet (Doubs), d'après Thirria 1833.

district. Dans les documents, on mentionne la présence de minerai de fer à Oye-et-Pallet dès 1796, cependant, pour cette première mention, il n'est pas clairement indiqué si les travaux sont déjà souterrains. Le texte indique simplement «en forêt», ce qui laisserait plutôt penser que l'extraction se fait à ciel ouvert dans des minières ou des tranchées. Dès ce moment, c'est l'usine de Pontarlier qui traite la production de Oye-et-Pallet.

L'activité extractive est suspendue pendant la seconde décennie du XIX^e siècle, au moment où les deux hauts fourneaux de Pontarlier et La Ferrière sous Jougne sont à l'arrêt. On connaît les documents de 1811 par lesquels M. Vincent, propriétaire de la mine de Oye-et-Pallet et du haut fourneau de Pontarlier. Un plan sommaire les accompagne, sur lequel on peut voir deux «tranchées» de 48 et 65 mètres. Le document ne permet pas de démontrer si ces travaux sont faits à ciel ouvert ou en souterrain.

L'exploitation souterraine de la mine est ensuite clairement mentionnée à partir des années 1820, période pendant laquelle son exploitation est relancée pour alimenter le haut fourneau de Pontarlier, remis à feu. Le minerai de Oye-et-Pallet est utilisé lors des essais de 1820 (Pelet 1971). L'exploitation s'arrête sans doute avec la fermeture de cet établissement vers 1838, bien que la mine continue d'être mentionnée pendant quelques années dans les statistiques du département.

D'après Thirria, les travaux souterrains comportent une galerie d'allongement de 130 mètres de long et des galeries de pendage exploitant le gisement sur 30 à 40 mètres de largeur. Ces chiffres sont similaires à ceux que l'on trouve dans les Annuaire statistiques. L'épaisseur de la couche de minerai est de 1,65 mètre. Thirria mentionne un accès par un puits de 10 mètres de profondeur et un travers-banc de 24 mètres de long donnant accès à la partie exploitée. Il spécifie que ce travers-banc est creusé à travers le «mur» du minerai, c'est-à-dire à travers la couche de roche sous-jacente.

Cela implique donc que le puits d'accès devait se trouver en amont de la zone exploitée (Fig.29).

Thirria mentionne aussi l'existence de travaux plus anciens où le minerai a été complètement exploité sauf des piliers destinés à assurer le soutènement. Ces travaux sont qualifiés de «fort étendus», mais sans précision supplémentaire. On peut simplement penser qu'ils représentent un volume supérieur à celui des travaux en cours.

Les informations de Thirria sont compatibles avec les observations effectuées sous terre. Les dimensions qu'il mentionne sont nettement supérieures à celles de la partie actuellement accessible de l'exploitation, mais il est évident que bien des zones sont aujourd'hui impraticables. L'extension en surface des effondrements semblerait même indiquer des prolongements beaucoup plus importants. Peut-être correspondent-ils aux anciens travaux mentionnés par Thirria ? Ils se situent effectivement à l'Ouest de la zone visitée.

En 1833, 10 à 12 personnes travaillent en hiver dans la mine et seulement 5 à 6 en été. La mine produit environ 400 tonnes de minerai lavé qui est livré au haut fourneau de Pontarlier. Dans ce cas également, le volume abattu est sans doute beaucoup plus important, puisque le matériel lavé ne représente que 20 % du volume abattu. Sous terre, on constate effectivement qu'une forte proportion du volume abattu est rejetée comme stériles. Il faut donc compter un abattage annuel de 2000 tonnes, soit 600 à 800 m³. Si l'on considère les dimensions fournies par Thirria (130 x 30 x 1,65 mètres), on obtient un volume de 6'500 m³ environ dont on exploite environ 50 % (piliers régulièrement espacés de 4 x 3 mètres). Au final donc, le volume mentionné par Thirria ne pourrait fournir, en théorie, que 4 ou 5 ans de production. On peut expliquer cette apparente contradiction en tenant compte de deux éléments. D'abord, il existe des anciens travaux qui n'étaient pas visitables en 1833 mais qui pouvaient malgré tout être très récents, compte tenu de l'importante quantité de stériles qu'il fallait stocker. D'autre part, dans les zones visitées, les piliers laissés en place ne représentent en fait que 15 à 20 % du volume de la couche. Manifestement, les mineurs ont cherché à récupérer un maximum de minerai.

5 Conclusion

Le district du Mont d'Or a fourni du minerai pour alimenter une sidérurgie localement implantée localement pendant quatre cents ans. Les quelques affleurements naturels et les nombreuses zones sous faible recouvrement ont été exploités en minières et tranchées, jusqu'à la fin du XVIIIe siècle. Au XIXe siècle, pour répondre à une demande toujours croissante, il faut organiser des mines souterraines. L'organisation des mines s'adapte à la disposition du minerai, en particulier au pendage naturel de la couche. Le schéma théorique qui préside à l'exploitation est celui des chambres avec piliers, obtenues par traçage de galeries principales, puis de transversales et pour finir de recoupes. Dans les faits, l'extraction se développe de manière beaucoup plus souple.

Les ferrières et les hauts fourneaux du district sidérurgique du Mont d'Or (versant franc-comtois)

Résumé

Dans le district du Mont d'Or, l'activité sidérurgique se développe entre la fin du XVe siècle et la moitié du XIXe. Les trois hauts fourneaux de Rochejean, Pontarlier et La Ferrière sous Jougne sont les trois principales entreprises métallurgiques de la partie comtoise du district. Rochejean bénéficie d'approvisionnement en minerai et en combustible qui sont mieux assurés. Le fourneau fonctionne pendant 400 ans, presque sans interruption. Pour les deux autres, les conditions sont moins favorables et l'activité est toujours menacée. Pour compenser ce handicap, les exploitants se tournent vers d'autres opérations : affinage de la fonte, grosse forge, puis taillanderie, tréfilerie, etc.

Zusammenfassung

Die Eisenmetallurgie entwickelt sich im Distrikt von Mont d'Or zwischen dem Ende des 15. bis zur Mitte des 19. Jh. Die drei Hochöfen von Rochejean, Pontarlier und La Ferrière sous Jougne gehören zu den drei wichtigsten metallurgischen Betrieben auf der französischen Seite. Dabei hat Rochejean die beste Versorgung mit Erz und Brennstoff aufzuweisen, und der Ofen funktioniert während fast 400 Jahren praktisch ohne Unterbrechung. Für die zwei anderen Hochöfen sind die Bedingungen schwieriger, und die Produktion ist fortwährend gefährdet. Um dieses Handicap auszugleichen, wenden sich die Betreiber verstärkt anderen Aktivitäten zu, wie Umschmelzwerken, grossen Schmieden oder Drahtwerken, etc.

1 Les différentes entreprises.

Entre le XIIIe et le XIXe siècle, les minerais de fer des environs du Mont d'Or ont été traités dans une bonne vingtaine d'établissements pour produire du métal. Ils se répartissent de part et d'autre de la frontière franco-suisse. Les usines situées dans le Canton de Vaud ont été étudiées en détail par le professeur P.-L. Pelet (Pelet 1978 et 1983, Pelet et Hubler 1971). Celles qui se trouvent en territoire neuchâtelois sont moins bien connues (Montandon 1920). Sur le versant franc-comtois, on doit à R. Bailly d'avoir rassemblé de nombreuses références historiques (Bailly 1998) et le volume des Cahiers du Patrimoine de 1994 fournit une vue d'ensemble (Belhoste et al. 1994).

Du côté franc-comtois, trois sites jouent un rôle prépondérant dans la production sidérurgique primaire, ce sont les hauts fourneaux de Pontarlier, de La Ferrière sous Jougne et, surtout, de Rochejean. Ces usines sont mentionnées dès la fin du XIVe siècle et jusque pendant la première moitié du XIXe siècle. Bien sûr, ils connaissent des destructions, des arrêts et des évolutions techniques pendant cette longue histoire de près de 400 ans, mais ce qui frappe avant tout, c'est la permanence de l'activité. En effet, les ressources naturelles sont présentes, charbon et minerai, ainsi que la force motrice nécessaire : les rivières. Ces ressources sont cependant comptées et l'on est souvent proche de la surexploitation. En particulier en ce qui concerne le combustible, malgré les immenses forêts qui couvrent les crêtes du Jura, les difficultés d'approvisionnement sont récurrentes.

A côté de ces trois sites majeurs, on trouve des entreprises de moindre envergure qui ont été actives également. C'est le cas à Joux, Métabief et Mouthe. Ces usines sont anciennes (XVe-XVIIe siècles) et les informations les concernant se limitent à des mentions assez générales et plutôt rares. Beaucoup d'éléments restent incertains.

La ferrière de Joux est probablement l'établissement le plus ancien et remonte au milieu du XVe siècle. On peut suivre l'entreprise jusqu'aux années 1640 environ et elle semble disparaître par la suite. C'est bien à ce moment-là que la région est ravagée par la guerre. L'emplacement n'est pas situé avec beaucoup de précision, mais, au pied de la colline du Château de Joux, sur les berges du ruisseau qui rejoint le Doubs à quelques centaines de mètres, des déchets métallurgiques ont été récoltés dans les années 1990 par R. Bailly et C. Folletete. L'examen de ces débris donne à penser que ce sont bel et bien des scories de réduction du fer par la méthode directe. Ils pourraient donc effectivement témoigner de l'emplacement de l'ancienne ferrière hydraulique mentionnée dans les sources historiques.

A Métabief également, sur le cours du ruisseau du Bief Rouge, une ferrière hydraulique a dû exister. Cette usine dispose en tout cas du droit de prendre et traiter des minerais. Elle est mentionnée au début et au milieu du XVIe siècle, puis disparaît.

Ces deux entreprises appartiennent à la première phase de développement du district sidérurgique du Mont d'Or. Elles mettent en œuvre la technologie ancienne de pro-

duction du fer à l'état solide, mais en mettant à profit l'énergie hydraulique, soit pour actionner les soufflets du fourneau soit pour mouvoir de gros marteaux.

La troisième usine est un haut fourneau. Il a été érigé en 1570 à Mouthe avec un droit d'extraction minière dans la région. Ce fourneau ne pourra pas se maintenir au-delà de 1636, date à laquelle les habitants obtiendront son arrêt en raison de la dégradation des ressources forestières. Après les destructions de la guerre de 10 ans, il ne sera pas remis à feu. L'emplacement n'est pas clairement identifié sur le terrain.

Le haut fourneau de Mouthe illustre la montée en puissance de la production de fonte selon la méthode indirecte et le dynamisme de l'ensemble de la région pendant la période 1550 – 1640. Les anciennes ferrières hydrauliques ont été abandonnées et souvent remplacées par des hauts fourneaux. A la veille de la guerre, on compte une bonne douzaine de sites de production actifs.

2 Le haut fourneau de Rochejean

Le site métallurgique de Rochejean se trouve à l'entrée du village sur la rive Sud du Doubs. L'endroit porte encore le nom «Les Forges». Il semble que l'emplacement n'a pas varié pendant toute la durée de l'activité même si les bâtiments et les infrastructures ont été modifiés plusieurs fois. Malheureusement, aujourd'hui, il ne reste pas de traces du haut fourneau, mis à part quelques morceaux de laitiers épars.

L'établissement de Rochejean est le site qui montre le plus de continuité dans le district du Mont d'Or. Implanté très tôt, il sera le dernier fourneau en activité. Au départ, c'est l'abbaye de Mont Sainte Marie qui en possède les droits. Elle les conservera jusqu'à la Révolution. Cette situation apparaît comme une position privilégiée pour les exploitants pendant toute cette période. En effet, ils ont la possibilité de faire rouler leur usine en utilisant les minerais et les bois des territoires contrôlés par l'abbaye. Ils s'assurent ainsi des ressources relativement stables. Au lendemain de la Révolution, l'affaire sera vendue, comme de nombreux autres biens d'église, et reprise par des particuliers. Pendant une vingtaine d'années, les propriétaires se succèdent puis c'est la famille Jobez qui prend en main l'entreprise en 1809. Elle la gardera jusqu'à la fin en 1843. Pendant cette dernière période, l'accès au minerai reste facile en raison de la proximité des mines des Longevilles et de Métabief, mais les difficultés pour l'approvisionnement en combustible vont devenir plus grandes. En effet, les forêts de l'abbaye sont passées dans le domaine de l'état et les droits du haut fourneau n'ont pas été prolongés.

La toute première mention de l'activité métallurgique sur le site de Rochejean fait référence probablement à une ferrière hydraulique. Par contre, dès la dernière décennie du XVe siècle, on a la preuve que c'est un haut fourneau produisant de la fonte qui est en fonction. Il s'agit d'un compte des années 1494-98 (ADDoubs 64 H 427) qui mentionne explicitement la présence de deux maîtres fondeurs, de deux maîtres affineurs et d'un maître marteleur. Ces spécialistes participent forcément à une production

selon la méthode indirecte comportant l'affinage de la fonte. Malheureusement, ce texte n'a pas encore fait l'objet d'une analyse et d'une publication exhaustive (Belhoste et al 1994, Mordefroid 1990). Ce texte donne en particulier des informations très intéressantes sur les quantités produites.

Par la suite, le haut fourneau de Rochejean est fréquemment mentionné, mais le plus souvent avec peu de précisions. Le site est mentionné comme haut fourneau dans l'enquête sur les fer de 1562 (ADDoubs 2B 1358). Comme les autres entreprises du secteur, il sera détruit un siècle plus tard lors de la guerre de 10 ans. Une dizaine d'années plus tard, une demande est faite pour rétablir l'entreprise en 1649 (voir document 3, p. 86-87). Le complexe que l'on veut bâtir est cette fois une usine complète. Le projet prévoit un haut fourneau pour la réduction du minerai et la production de fonte, mais aussi les installations pour l'affinage du métal («renardière») et le travail des grosses pièces au marteau hydraulique («martinet»). L'acte mentionne aussi une «batterie» qui est sans doute une machine hydraulique destinée au traitement mécanique du minerai («patouillet»). L'ensemble demande aussi des installations pour contrôler le débit de l'eau. Sur le plan dressé par Vallotton en 1723, le haut fourneau apparaît, mais malheureusement la vignette est abîmée (Fig.1).

Le tournant des années 1740 est difficile, même pour l'usine de Rochejean qui bénéficie d'une situation privilégiée. Le combustible vient à manquer cruellement. Différents indices laissent penser que la production s'arrête pendant quelques années.

Des documents remontant à la vente de l'entreprise comme bien national (après 1792), fournissent des éléments permettant de décrire le complexe. Le haut fourneau



Fig. 1 : Extrait du «Plan général et géométrique de la dépendance et seigneurie de l'Abbaye de Mont Sainte Marie au balliage de Pontarlier» dessiné par Vallotton, arpenteur, en 1723, montrant le haut fourneau de Rochejean. A.D.Doubs.

Photo C. Jacquemin-Verguet

est toujours debout, mais l'affinerie et la forge ont disparu. Les autres biens fonciers qui sont liés au fourneau sont un hangar à charbon, l'installation de traitement du minerai («battoir et lavoir»), plusieurs bâtiments d'habitation et un jardin.

La production s'est donc concentrée sur l'activité de production primaire de gueuses de fonte, laissant la transformation de la fonte à d'autres entreprises métallurgiques franc-comtoises ou suisses. Ce choix sera maintenu jusqu'à la fermeture de l'entreprise. En 1811, la demande d'autorisation mentionne toujours les mêmes installations (voir document 4, p. 87-90).

Pendant tout le XIXe siècle, la présence du haut fourneau est plutôt mal vue par la population de Rochejean qui se plaint régulièrement. Le problème principal est sans doute lié à la consommation de bois du fourneau qui entraîne les prix à la hausse. Mais les habitants craignent aussi que le fourneau ne provoque l'incendie du village tout entier. Le haut fourneau sera effectivement victime d'un incendie ravageur en 1843, mais heureusement, le village ne sera pas touché. A la suite de cette catastrophe, la production de fonte cessera définitivement dans le district du Mont d'Or.

Il est difficile de suivre de manière précise la progression de la production de métal à Rochejean, mais on dispose de quelques indications. Au XV^e siècle, la production est évaluée à environ 7,5 t par mois, ce qui signifie environ 50 à 60 tonnes par an, en tenant compte du fait que le fourneau ne peut pas fonctionner toute l'année en continu. En 1562, les quatre usines actives dans le Haut Doubs (Rochejean, Pontarlier, La Ferrière et Métabief) produisent ensemble 150 tonnes de fer (trois cent milliers de livres). La fonte de Rochejean contribue probablement pour plus du tiers, soit, en tenant compte de la perte lors de l'affinage, environ 70 à 80 tonnes de fonte. On possède aussi des estimations pour le XVIII^e siècle (1744 et 1772) : cette fois la production est de l'ordre de 150 tonnes pour le seul fourneau de Rochejean. Au moment de la Révolution, on arrive à 250 t annuellement. Quarante ans plus tard, vers 1830, elle tourne autour de 500 tonnes. L'augmentation de la production est donc très nette et n'est concevable que si des améliorations ont été régulièrement apportées à l'installation. Malheureusement, les documents ne sont pas assez nombreux et précis pour suivre le détail de cette évolution technologique.

Le haut fourneau de Rochejean, au XIX^e siècle est une véritable entreprise avec un nombreux personnel (métallurgistes, mineurs, charbonniers, hommes de peine, etc). D'assez nombreux documents illustrent cet aspect et permettraient certainement d'étudier de manière approfondie les hommes qui gravitent autour de cette entreprise. Malheureusement, cette étude reste en grande partie à faire (voir document 2, p.x).

3 Le site métallurgique de Pontarlier

Dès la fin du XV^e siècle, la métallurgie est représentée à Pontarlier. Apparemment, c'est sur deux sites distincts que s'installent des ferrières hydrauliques («Les Ecorces» et «Les Forges») pour lesquelles on possède quelques mentions. Il semble qu'ensuite,

l'activité se concentre sur le seul site des Forges. Le site sera occupé jusqu'à la fin du XVI^e siècle, mais il est difficile, au travers de la documentation disponible d'affirmer clairement la nature du fourneau. Dans un texte de 1527, les exploitants reçoivent l'autorisation de bâtir un «haut fornél», mais dans l'enquête de 1562 qui identifie sans ambiguïté les hauts fourneaux de Rochejean et de La Ferrière sous Jougne, c'est dans une «renardière» que l'on produit du fer à Pontarlier. Les documents plus tardifs indiqueraient plutôt un haut fourneau (1527). Cette incertitude ne peut pas être levée dans l'état actuel de la documentation.

L'entreprise de Pontarlier est la plus mal placée du district. C'est celle qui se trouve le plus loin des mines de fer. De même, il est difficile de trouver des bois à charbonner dans les forêts proches qui sont déjà fortement sollicitées par la population de la ville. Cette difficulté demeurera tout au long de l'histoire de l'industrie sidérurgique de Pontarlier. En 1589, le propriétaire de l'établissement de Pontarlier décide de remplacer son fourneau par un moulin à papier. Il évoque déjà la pénurie de bois comme raison de ce changement d'affectation.

Il faut attendre presque deux siècles pour que, en 1779, on redemande la permission de traiter du minerai de fer. Le haut fourneau semble avoir été mis à feu peu après et restera en activité jusque vers 1811. Les approvisionnements en combustible et en minerai posent toujours des problèmes. De nouveau propriétaires tentent de relancer l'affaire dans les années qui suivent. En 1820, le haut fourneau de Pontarlier est utilisé pour les essais du minerai suisse (Pelet 1971). Dans les années suivantes, la production reprend et atteint environ 400 tonnes de fonte par an vers 1830. Rapidement la situation se dégrade à nouveau et l'entreprise périclité. La production s'arrête en 1838 ou 1839 et le fourneau est détruit en 1841, mais ce n'est pas la fin de l'activité sidérurgique sur le site car entre temps, les exploitants se sont tournés vers d'autres opérations : affinage, forge, fabrication d'acier.

4 Le complexe sidérurgique de La Ferrière sous Jougne

Le nom du hameau de La Ferrière indique clairement que l'activité sidérurgique est intimement liée à l'occupation de ce secteur. A nouveau, c'est à l'extrême fin du XV^e siècle que l'on voit s'implanter l'industrie. Pendant une cinquantaine d'années, il semble que c'est une ferrière hydraulique qui y fonctionne. Au cours de la seconde moitié du XVI^e siècle, c'est un haut fourneau (enquête de 1562). Vers 1740, la situation des approvisionnements devient critique : le combustible manque, les minerais aussi. Le fourneau est arrêté. Il est revendu plusieurs fois au cours des décennies suivantes, mais il faut attendre la veille de la Révolution pour que la production reparte dans un fourneau reconstruit. Il ne fonctionnera que quelques années, jusqu'en 1812. Pendant cette période, la question des approvisionnements reste toujours aussi sensible. Comme à Pontarlier et en Suisse à la même époque, la priorité est donnée aux autres activités et le site de La Ferrière accueille d'autres ateliers : affinerie, forge, tréfilerie et fabrication de clous. Il y a aussi une fabrication d'acier. L'arrêt du haut

fourneau en 1812 a bien pour but de réserver tout le charbon disponible au roulement des autres installations. A cette époque, une importante tréfilerie est en fonction ; outre le cylindre pour étirer le fer, il y a un martinet destiné à forger la verge de fer qui sera étirée, un autre marteau pour «dépailler» le fil de fer après son étirage, un four à réverbère pour le «recuisage» des fils et une fabrique de clous (pointes de Paris) avec une roue destinée à «l'affinage» des pointes. En tout : 5 feux et 9 roues. En plus de cette usine, il y a une «forge d'acier» qui fonctionne avec trois feux et deux roues. On y affine la fonte (200 tonnes) pour la transformer en fer (150 tonnes) qui est mis en forme au martinet (verges de tirerie, etc). L'usine comporte une autre forge qui produit principalement des faux et autres outils de taillanderie.

5 Conclusion

On observe une dynamique globale de l'industrie sidérurgique dans le district du Mont d'Or. A la fin du Moyen Age, il y a un grand essor de la production primaire et les ferrières hydrauliques se multiplient. Avec l'augmentation des entreprises, il est clair que les quantités produites augmentent aussi sensiblement. La nouvelle technologie de la production de la fonte s'impose assez rapidement. Comme les mines locales sont relativement pauvres, la nouvelle technologie permet d'obtenir des rendements nettement meilleurs. Globalement, cette évolution technologique aboutit sans doute aussi à une augmentation nette de la production. Mais rapidement, la pression sur les ressources naturelles se fait sentir : moins de 100 ans après le démarrage de l'industrie, les problèmes d'approvisionnement se font pressants. Après les destructions dues à la guerre de 10 ans, l'industrie repart dans la seconde moitié du XVIIe siècle, mais la production primaire de fonte se concentre sur les sites les mieux placés. En termes de quantités produites, les deux fourneaux qui persistent sur le versant comtois produisent sans doute autant que l'ensemble des usines de la période précédente. Au milieu du XVIIIe siècle, la situation est de nouveau critique. Un seul haut fourneau peut se maintenir et les autres sites se tournent vers les opérations d'affinage et de mise en forme. Avec la Révolution française et l'Empire, la demande repart brusquement à la hausse. A nouveau, trois hauts fourneaux sont en marche. L'embellie est de courte durée et l'industrie décline à nouveau. Après qu'il ait été endommagé accidentellement en 1843, on ne rallumera pas le dernier haut fourneau.

Chacun des établissements possède sa place propre dans cette histoire. Rochejean est le prototype de l'entreprise stable qui bénéficie des meilleures conditions d'approvisionnement. Il peut maintenir sa production sauf aux moments les plus difficiles. Sagement, l'entreprise mise sur ses atouts et se spécialise dans la production primaire de fonte. A La Ferrière sous Jougne et encore plus à Pontarlier, l'équilibre est plus précaire. La production de fonte n'est viable que lorsque les conditions économiques générales sont particulièrement favorables. Pour maintenir l'activité économique, les exploitants de ces autres sites se tournent avec succès en direction des fabrications spécialisées. Une complémentarité s'installe donc entre les entreprises.

Documents concernant l'histoire du district sidérurgique du Mont d'Or

De nombreux documents anciens, déposés dans différents fonds d'archives, concernent de près ou de loin l'histoire du district sidérurgique du Mont d'Or. Il nous a paru intéressant d'en reproduire quelques-uns. Ces documents sont simplement présentés sans qu'il ait été possible d'en faire l'étude approfondie et systématique. Ce riche dossier reste encore en grande partie à exploiter.

Le premier document provient des Archives Départementales du Doubs, IV E, registres paroissiaux de Montperreux. C'est un acte administratif qui enregistre le décès d'un mineur, tué dans un accident survenu dans une tranchée d'exploitation du minerai de fer sur le territoire de la commune de Montperreux. Il est daté du 17 Floréal de l'an Cinq, ce qui correspond au 17 mai 1797.

Le second document est daté de 1835. C'est le règlement de la cantine de l'usine de Rochejean (Fig. 1). L'acte de 1649 concerne l'érection du haut fourneau de Rochejean après sa destruction au cours de la guerre de 10 ans (Document 3, Fig. 2). Il ne donne pas beaucoup de précisions sur le fourneau lui-même, mais mentionne les autres infrastructures nécessaires au fonctionnement (écluse, etc) et la possibilité d'adjoindre des ateliers pour le traitement du métal (martinet, etc). La question de l'approvisionnement en combustible est traitée en détail. Ces deux documents se trouvent aux Archives Départementales du Doubs, Fond Michaud, Série II^{me}, carton n°40, Communauté de Rochejean.

La demande d'autorisation pour le haut fourneau de Rochejean (Document 4), datée de 1812, fait suite à la nouvelle loi de 1810 demandant à tous les propriétaires d'usine de renouveler leur autorisation. Elle donne des précisions sur l'usine et son approvisionnement en minerai et en charbon. Archives Départementales du Doubs.

Enfin, provenant du tome X de la troisième série de la revue «Annales des Mines» (1836), le texte de M.E. Thirria fournit de nombreuses indications sur les mines du district du Mont d'Or en 1833. Ces informations de première main ont été faites lors d'une visite effectuée sur le terrain en 1833.

Document 1 : Acte de décès d'Antoine Barthod, mineur tirolien

Aujourd'hui 17 floréal an Cinq de la République française, une et indivisible, à six heures du matin, ont comparu par devant moi Pierre-Joseph Gagelin, agent municipal de la commune de Montperreux, les citoyens Michel et Claude Fayol, mineur de profession travaillant à la mine en fer près Fontaine-Ronde pour les citoyens Minary et Vincent, maître de forges, lesquels ont déclaré que le citoyen Antoine Barthod, aussi mineur, natif allemand, dit être tirolien, avoir été tué par un éboulement de terre et de pierre qui lui est arrivé dans la tranchée, après quoy je me suis transporté pour m'assurer du décès dudit Barthod, et dont nous avons dressé le procès verbal comme s'ensuit.

Le 17 floréal an Cinq de la République française, une et indivisible, à la réquisition de Joseph Singé et de Michel Fayol, mineur près Fontaine-Ronde, y demeurant, commune de Montperreux, nous, Claude Paillard, juge de paix du canton de Jougne, nous sommes transporté à la tranchée des mines en fer appartenant aux citoyens Minary et Vincent, lieu-dit en Fontaine-Ronde, commune de Montperreux, où étant nous avons trouvé un cadavre la moitié en terre dans la tranchée de mine, lequel cadavre on nous a dit être celui de Antoine Barthot, mineur pour les citoyens Vincent et Minary, lequel travaillant dans la journée d'hyer environ le milieu du jour fut surpris dans la tranchée par un éboulement de terre et de pierre, qu'à l'heure du repas, s'éntnt aperçu qu'il ne venoit point à la loge comme à son ordinaire, il s'étoient transporté à la tranche où il travoilloit, étant occupés eux-mêmes à laver de la mine, qu'i étant arrivé avoit trouvé éboulée, que s'empessant de donner du secours à l'infortuné ils avoient ôté des pierres et de la terre qui le couvroit, mais que leurs secours avoient été inutile, étant déjà mort lorsqu'ils l'ont trouvé ; nous avons reconnu pour habillement au cadavre dont il est question un gillet de laine brun, une culotte de peau noir, des bas gris de laine avec des mauvais souillier, une chemise avec un bonnet de cotton blan. De suite est survenu le citoyen Gresset, officier de santé demeurant à Pontarlier, lequel nous a dit qu'après avoir examiné scrupuleusement le cadavre dont il est question, il avoit reconnu que la partie intérieure de la tête étoit écrasé, la poitrine aplatie et la cuisse droite cassée, ainsi que le pied gauche luxée, le tout provenant de la chute de pierre et de terre qui lui ont tombés dessus dans la tranchée, étant la seule cause de sa mort.

Est aussi survenu le citoyen Pierre-Joseph Gagelin, agent municipal de la commune de Montperreux, lequel s'est chargé de faire inhumer le cadavre de Antoine Barthol, qu'on nous a dit être du Tirol sans cependant avoir pu nous en convaincre, n'ayant aucun papier qui puisse le prouver, ayant pour tout effet ou papier un certificat du citoyen Noël Le Myre, de Clerevaux, qui déclare qu'il avoit travaillé chez luy, plus un passeport de la commune d'allais, département du Gard, renfermé dans un petit porte feuille, un livre en allemand et une mauvaise veste verte que nous avons laissé entre les mains du citoyen Michel Fayol, qui a promis de les reproduire quand il en sera légitimement requis.

Fait aux mines de Fontaines-Rondes les ans, mois et jours susdit, signé à la minute Gresset, officier de santé, Paillard, juge de paix, Pierre-Joseph Gagelin, agent municipal, le citoyen Michel Fayol, témoins, a signé et son frère Claude aussi témoin a déclaré être illétré.

(signé :) M.F., P.-J. Gagelin agent mun.

A.D. Doubs, IV E : Registres paroissiaux de Montperreux.

Document 2 : Règlement pour la tenue de la cantine du fourneau de Rochejean

Madame Jobez désirant faciliter les devoirs du cantinier, fixer des règles pour le maintien du bon ordre, et conseiller les intérêts des ouvriers attachés à l'établissement, a arrêté ce qui suit :

Article 1. La cantine étant uniquement destinée à pourvoir aux besoins des ouvriers et voituriers travaillant pour le compte du fourneau, aucun étranger ne pourra y être admis, même étant accompagné d'un ouvrier ou voiturier de l'usine. Elle ne pourra jamais être transformée en une auberge ou en un cabaret ; les ouvriers ne devront y trouver que le strict nécessaire à leurs besoins, et ne pourront rien y exiger au-delà.

RÈGLEMENT

POUR

LA TENUE DE LA CANTINE

DU FOURNEAU DE ROCHEJEAN.

MADAME JOBEZ, desirant faciliter les devoirs du cantinier, fixer des règles pour le maintien du bon ordre, et concilier les intérêts des ouvriers attachés à l'établissement, a arrêté ce qui suit :

Article 1. La cantine étant uniquement destinée à pourvoir aux besoins des ouvriers et voituriers travaillant pour le compte du fourneau, aucun étranger ne pourra y être admis, même étant accompagné d'un ouvrier ou voiturier de l'usine.

Elle ne pourra jamais être transformée en une auberge ou en un cabaret; les ouvriers ne devront y trouver que le strict nécessaire à leurs besoins, et ne pourront rien y exiger au-delà.

Art. 2. Les ouvriers domiciliés à l'usine, ne pourront jamais s'y attabler ensemble ni avec d'autres ouvriers forains, pour y boire et manger extraordinairement.

Art. 5. Les ouvriers ne pourront prendre l'eau-de-vie à la cantine, ensemble ou séparément, qu'une ou deux fois par jour, et chaque fois une simple ration dite le petit verre.

Ils ne pourront l'accepter ni la payer à aucune personne étrangère à l'établissement, pas même avec les voituriers qui en font le service.

Art. 3. Les ouvriers prendront à la cantine, si cela leur convient, pour les emporter chez eux, le pain, le vin, l'eau-de-vie et le fromage nécessaires à leurs familles. Ces marchandises leur seront cédées à des prix justes et raisonnables, qui seront fixés par le directeur du fourneau qui adoptera pour base de cette fixation les prix ordinaires des débitants de boissons du même lieu. Toutefois la dépense faite à la cantine et celle en approvisionnement de ménage, réunies ensemble, ne pourront jamais dépasser mensuellement la moitié du salaire de l'ouvrier.

Art. 5. Tout ouvrier célibataire, domicilié à l'usine, qui ne veut pas se mettre en ménage, prend pension à la cantine ou chez l'un des chefs de famille de l'usine, selon que cela lui conviendra le mieux, et ne pourra dans aucun cas se fixer au village.

Art. 6. Les ouvriers ne peuvent pas non plus, pour aucun cas et sous aucun prétexte, fréquenter les auberges, cafés, cabarets ou gargottes du village.

Art. 7. Tout contrevenant au présent arrêté sera d'abord réprimandé, et prévenu qu'en cas de récidive, il m'en sera rendu compte pour être par moi pris telle mesure qu'il appartiendra.

Art. 8. Il est expliqué que la cantine ne sera ouverte aux ouvriers que lorsqu'ils travailleront pour le compte du fourneau, ou lorsqu'ils viendront régler leurs comptes et dans ces occasions-là seulement.

MADAME JOBEZ, à l'espérance que le présent règlement sera franchement et loyalement exécuté; en le faisant, elle n'a eu d'autre but ni d'autre pensée que de songer à l'intérêt des ouvriers, de les mettre à même de ne faire aucune dépense inutile, et de refuser des invitations qui étaient pour eux des sujets de dérangement et de dépense.

Le présent règlement sera ostensiblement affiché à la cantine, et **M.^{me} JOBEZ** compte sur le zèle de ses employés pour veiller à sa stricte et entière exécution.

Fait aux forges de Siam, le 25 avril 1855.

VEUVE JOBEZ.

Fig.1 : Règlement de la cantine du haut fourneau de Rochejean 1835. A.D.Doubs. Cliché C. Jacquemin.

Art. 2. Les ouvriers domiciliés à l'usine, ne pourront jamais s'y attabler ensemble ni avec d'autres ouvriers forains, pour y boire et manger extraordinairement.

Art. 3. Les ouvriers ne pourront prendre l'eau-de-vie à la cantine, ensemble ou séparément, qu'une ou deux fois par jour, et chaque fois une simple ration dite le petit verre. Ils ne pourront l'accepter ni la payer à aucune personne étrangère à l'établissement, pas même avec les voituriers qui en font le service.

Art. 4. Les ouvriers prendront à la cantine, si cela leur convient, pour les emporter chez eux, le pain, le vin, l'eau-de-vie et le fromage nécessaire à leurs familles. Ces marchandises leur seront cédées à des prix justes et raisonnables, qui seront fixés par le directeur du fourneau qui adoptera pour base de cette fixation les prix ordinaires des débitans de boissons du même lieu. Toutefois la dépense faite à la cantine et celle en approvisionnement de ménage, réunie ensemble, ne pourront jamais dépasser mensuellement la moitié du salaire de l'ouvrier.

Art. 5. Tout ouvrier célibataire, domicilié à l'usine, qui ne veut pas se mettre en ménage, prend pension à la cantine de chez l'un des chefs de famille de l'usine, selon que cela lui conviendra le mieux, et ne pourra dans aucun cas se fixer au village.

Art. 6. Les ouvriers ne peuvent pas non plus, pour aucun cas et sous aucun prétexte, fréquenter les auberges, cafés, cabarets ou gargottes du village.

Art. 7. Tout contrevenant au présent arrêté sera d'abord réprimandé, et prévenu qu'en cas de récidive, il m'en sera rendu compte pour être par moi pris telle mesure qu'il appartiendra.

Art. 8. Il est expliqué que la cantine ne sera ouverte aux ouvriers que lorsqu'ils travailleront pour le compte du fourneau, ou lorsqu'ils viendront régler leurs comptes et dans ces occasions-là seulement.

Madame JOBEZ a l'espérance que le présent règlement sera franchement et loyalement exécuté ; en le faisant, elle n'a eu d'autre but ni d'autre pensée que de songer à l'intérêt des ouvriers, de les mettre à même de ne faire aucune dépense inutile, et de refuser des invitations qui étaient pour eux des sujets de dérangement et de dépenses.

Le présent règlement sera ostensiblement affiché à la cantine, et Mme JOBEZ compte sur le zèle de ses employés pour veiller à sa stricte et entière exécution.

Fait aux forges de Siam, le 25 avril 1835.

Veuve JOBEZ.

Archives Départementale du Doubs, Fond Michaud, Série II^m, carton n°40, communauté de Rochejean

Document 3 : Extrait de «Erection de l'haultfournaud» de 1649 de Rochejean

«Les guerres de l'an 1636 ruinèrent presque tout Le Comté Debourgogne tant par Incendie qu'autrement. L'abaye du mont ste marie ayant perdu par les feux, sept granges, quatre moulins, plusieurs maisons de leurs subjects, et quasi tous leurs subjects de religieux, les Sanctuaires, habillemens, reliques, titres, mesme par deux fois jusqu'à la valeur de Six mil frans estant réduite à la dernière nécessité, que pour repare les granges, le moulins, le vendre en culture, les vignes de Montigny et de rapelles Les religieux absens.

R. Pere en Dieu Don Gabriel Durand docteur en theologie abbé de Ste marie vicaire général de l'ordre de Cîteaux, qui avant les guerres avoit illustré ladite abbaye d'infinies reparations, et achats, de grands et notables fonds, après plusieurs conferences avec les religieux pour remettre ladite abaye en son pristin estat sans attoucher au fonds d'Icelle et qu'ayant droit d'avoir un haultfournaud et des forges sur la riviere du Doubs ou a Rochejean ou a l'Abergement pour la facture desquels estoit destiné le bois du mont de la croix qui de notre temps avoit déjà esté coupé, et charbonné, c'estoit l'unique moyen le moins dommageable de faire couper ledit bois, et destiné le charbons qui en proviendra pour l'érection d'un

hautfournaud estre employé aux réparations cy dessus, a cette effet le Seigneur abbé en l an 1641 présentat son humble requerre au parlement de Dole tendant a ce qu'il luy plut permettre l'erection dudit hautfournaud, ce qu'après communication a qui le fait touchoir et responses sur icelle fut accordé comme il en conste du tout par lesdites requetes et appointements de la cour qui seront cy après inserés apres recherche de personages pendant plusieurs années personne ne s'estant cy après present que Claude Frere de Rochejean notaire et scribe, laquelle convention aurait ete faite pour l'erection du hautfournaud batiment de chaussée écluses rouages, traite de mines et facon de charbons en la maniere que sensuit , scavoir constitué en sa personne Rd Pere en dieu Dom Gabriel Durand conjointement avec [...] les religieux ont accordé par cette donné audit Sieur Frere pour le terme de quinze ans a commencé depuis ce jourdhuy la faculté de construire a Rochejean en la place ou estoient autrefois les forges, une chaussée, emplacement desdites écluses des rouages pour faire rouer, marcher un hautfournaud a faire du fer crud et de fonte pour assortir iceluy de mine nescessaire en prendre et tiré riere la Seigneurerie de Rochejean ou Ste marie, en payant neanmoins les interests a ceux auxquels la traite de mine portera du dommage et sans qu'icelle érection puisse prémidicier aux moulins dudit Rochejean, tous bastiments pour faire cuire ledit hautfournaud. Les bois seront pris au bois du mont de la Croix, deplus est traité que le charbon pour fondre les mines et faire les gueuses se fera par le Sieur Frere au bois du mont de la Croix destiné pour cela en laissant neanmoins des baluraux comme le porte la permission de la Cour.

Ne pourra ledit Frere faire couper aucuns pied de bois qui n'ayt cinq pouces et autre arbre fruitier. Le charbon qui en proviendra dudit mont de la Croix ne pourra estre employe qu'audit hautfournaud ledit Frere payera par chacun milier de fer quinze frans, plus annuellement demy milier dudit fer battus.

Tous les bastiments se feront par ledit Frere a ses frais et a la fin des quinze années cederont au profit de ladite abbaye sauf les ferrements et outils. Bien entendus toutefois qu'ils ont accordé audit Frere la faculté d'avoir et tenir un martinet ou renardiére assierie ou tel autres moindres outils voir mesme une batterie audit lieu sans qu'il puisse se servir du bois du mont de la Croix pour autant de tems que bonluy semblera en payant annuellement la cense de dix sols estevenants a la St Martin qui portera tous droit seigneuriaux suivant la disposition de la coutume sans que lesdits outils puissent prémidicier audit hautfournaud a moins qu'il sera possible pacer pardevant P. Bressand Delabergement notaire.»

Le 15 fevrier 1649

Archives Départementale du Doubs, Fond Michaud, SérieII^{me}, carton n°40, communauté de Rochejean

Document 4 : Demande en autorisation pour un Haut-Fourneau situé à Rochejean

A Monsieur

Monsieur le Baron DE BRY, Chevalier-Commandant de la Légion d'honneur, Préfet du Département du Doubs.

Monsieur le Préfet,

Claude-Etienne Jobez, de Morez, maître de forges, tant en son nom qu'en celui de ses enfants, propriétaire du haut-fourneau de Rochejean, arrondissement de Pontarlier,

Extrait de l'erection de l'haulfourneau

Les guerres de lan 1636. ruinerent presque
 tout le Comte de Bourgogne tant par incendies
 que par les fureurs, l'abaye du monastere de
 Ste Marie ayant perdu par les fureurs, sept granges, quatre moulins,
 plusieurs maisons de leurs subjects, & quasi tous
 leurs subjects de religion, les Sanctuaires
 habilement, reliques, fibres, mesme par deux fois
 jusqu'à la valeur de six mil francs Estant reduite
 a la dernière necessité, que pour regard lesd's granges
 & moulins, de vendre en culture les vignes de
 montaigny & de rapelle Les religieux absents
 R. Dero en Dieu Dom Gabriel Durand docteur en
 Theologie abbe de Ste Marie vicair Général de l'ordre
 de Cisterciens, qui ayant les guides auoir illustré l'ad-
 abbaye de fruits, reparations, & achat, de grands
 & notables fonds apres plusieurs conferences avec
 les religieux pour remettre l'ad' abaye en son
 primitif estat sans atouchel aux fonds d'Alle. &
 quoyque droit d'acoir au haulfourneau les forges
 sur la riviere du douda ou a Rochejean ou a l'abbaye
 pour la faire de laquelle estoit destiné le bois du
 mou de la Croix qui de nos temps auoir de ja este
 coupe, & charbonné. Cestoit l'unique moyen &
 moins dommageable de faire couper les bois, &
 destiné le charbon qui en proviendra pour l'erection
 d'un haulfourneau estre employé aux reparations
 & desus, a Ceste effect Le Sieur abbe en lan 1641
 presentant son humble requette au parlement de Dole
 tendant a ce que luy plus permectre l'erection d'un
 haulfourneau, ce que apres communication a qui le
 fait touché & réponse sur icelle, fut accordé
 comme il en consta du tout par lesd's requettes &
 appointemens de la Court qui seront cy apres Intercess
 apres recherche de personages pendant plusieurs
 années personne ne s'estant presenté que Claude
 de Rochejean notaire & seribe, laquelle Conventiou
 n'aurait este faite pour l'erection d'un haulfourneau
 de mines de charbons, & de hautes, traitte
 sensuiv, l'acoir Constitué en sa personne
 R. D. en Dieu Dom Gabriel Durand conjointement avec

Fig. 2 : Extrait «Erection de l'haulfourneau 1649» A.D.Doubs. Cliché C. Jacquemin.

A l'honneur de vous exposer, Monsieur, pour se conformer aux dispositions de la loi du 21 avril 1810, que le haut-fourneau de Rochejean établi depuis les temps les plus reculés, appartenait à la communauté religieuse des Bernardins de Sainte-Marie ; que, lors de la vente des biens nationaux par le Gouvernement, cette usine fut vendue devant le directeur du district de Pontarlier, par procès-verbal d'adjudication du 23 mars 1792, enregistré audit lieu le 12 avril suivant, et que dès-lors les exposans en sont devenus propriétaires.

avec les religieux, ont accordé par elle
au d^{ic} frere pour le terme de quinze ans
comme d'après voudra la faculté de Construire
ad'ochéjan en la place ou estoit autrefois les
forges, une chaudière empalourée des Echelles des
rouage pour faire souler marchel un haulfournaud
à faire du fil Crud et de forte et pour ad'ortir
Jusqu' de mine nécessaire en prendre de tiel rière
La Seignorie de Rochejan ou de Marie, en payant
néanmoins Les Interests à Ceux ausquels La Traicte
de mine porte du Damage, Les ans que telle
erection puisse prejudicil aux moulins d'ic Rochejan
tous bastimens pour faire Cuire led Hautfournaud
Les bois seront pris au bois du moulin de la Croix
Tous est Traicte que le charbon pour Cuire la
fondre Les mines et faire les queues se fera par
le d^{ic} frere au bois du moulin de la Croix distinct
pour cela en laissant néanmoins des balivans
comme se porte la permission de la Cour
ne pourra led frere faire couper aucun pied de
bois qui n'aye cinq pouces de arant arbre fruité
Le charbon qui en proviendra d'ic moulin de la Croix
ne pourra estre employé que au Hautfournaud
Led d^{ic} frere payera par chacun an de six
quatre francs, plus annuellement deux mil
deux batons
Tous Les bastimens se feront par led d^{ic} frere à
ses fraix et à la fin desd' quinze années cederont au
profit d'ic abbaye sans les fermiers et outils
Bien Interdus toute fois qu'ils ont accordé au d^{ic} frere
La faculté d'avoir et tenir un martinet, Renard
asserie ou tels autres moulins Outils voir même
une batterie au fil sans qu'il puisse se faire
de bois du moulin de la Croix pour autant de bois que
voudra semblera en payant annuellement La Cense
du dit sieu sols Estrenans à l'ult^{ic} martin qui portera
sous trois Seignories suivant led' disposition de la
Coutume sans que led' outils puissent prejudicil
au haulfournaud au moins qu'il sera possible. face
pardevant D. Bressane de Labirgenem notaire
Le 15. Janvier 1649. -

Il est certain que les religieux de Sainte-Marie avoient obtenu de l'ancien Gouvernement les lettres-patentes sans lesquelles, aux termes des ordonnances, ils n'auroient pu ni posséder, ni faire rouler ce haut-fourneau ; mais les exposans ne pouvant représenter aujourd'hui ces titres, joignent seulement à la présente pétition, la copie du procès-verbal d'adjudication de cette usine, qui doit paroître un titre bien légitime.

Si cependant on pouvoit le juger insuffisant pour satisfaire au voeu de la loi du 21

avril 1810, les exposans invoquent les dispositions de l'article 78 de la loi qui maintient les établissements existans, et pour éviter la peine d'un double droit, ils sollicitent la permission promise par cet article, et à cet effet ils vous adressent leur demande, Monsieur le Préfet, avec les détails suivans :

Le haut-fourneau de Rochejean, situé dans la commune de ce nom, sur la rivière du Doubs qui en fait mouvoir les soufflets, est destiné à traiter le minerai de fer et à le réduire en fonte, en gueuses, ou en gros moulages ; le minerai qu'il met en fusion est en grains très-fins, de la grosseur d'un sable léger ; il est extrait par puits et galeries de deux filons, dont l'un est situé à environ une demi-lieue, sur la commune des Longevilles, et l'autre à environ une lieue et demie, sur celle du Métabief ; les pétitionnaires en ont demandé la concession.

La fusion du minerai se fait avec du charbon de bois dont les quatre cinquièmes au moins sont en sapin, et le surplus en hêtre ou foyard.

Ces bois seront fournis en partie par les ventes des forêts de l'ancienne abbaye de Sainte-Marie, qui appartiennent au Gouvernement et qui sont situées d'une demi-lieue à deux lieues du fourneau, ces forêts contiennent environ douze cents hectares, le surplus de l'aliment du haut-fourneau se tire des forêts communales et particulières qui existent aux environs et où les exposans en possèdent en propriété environ cinq cents hectares.

Ce haut-fourneau consomme annuellement le charbon d'environ quatre mille cordes charbonnières, soit de onze cents stères.

Un plan de cette usine, en triple expédition, est joint à la présente, avec l'extrait du procès-verbal d'adjudication annoncé plus haut.

CLAUDE JOBEZ

Vu la pétition,

NOUS BARON DE L'EMPIRE, CHEVALIER-COMMANDANT DE LA LEGION D'HONNEUR, PREFET DU DEPARTEMENT DU DOUBS ,

Ordonnons que, conformément aux dispositions de l'art. 78 de la loi du 21 avril 1810, la demande sera, à la diligence de M. le Sous-Préfet de Pontarlier, imprimée aux frais du pétitionnaire, publiée et affichée pendant quatre mois, dans le chef-lieu du Département, dans celui de l'Arrondissement, dans la commune où est situé l'établissement, dans le lieu du domicile du demandeur, et dans toutes les communes que la demande peut intéresser ; les publications auront lieu une fois chaque mois, pendant le temps que devront durer les affiches ; invitons les citoyens qui auront des observations à proposer, à les adresser à la Sous-Préfecture de Pontarlier, dans le délai ci-dessus, à dater de la publication du présent ; chargeons les Maires d'y faire parvenir régulièrement, dans le même délai, les certificats de publication et d'affiches exigés, ainsi que ceux de non opposition, pour le tout nous être transmis par M. le Sous-Préfet.

A la Préfecture à Besançon, le 24 juillet 1812.

Le Baron DE BRY

De l'Imprimerie de Claude-François Mourgeon.

Archives Départementales du Doubs, Fond Michaud, Série IIme, carton n°40, communauté de Rochejean.

Document 5 : Extrait du Mémoire sur le terrain jura-crétacé de la Franche Comté (1) par M.E. Thirria, ingénieur des mines, Annales des Mines, Troisième série, Tome X, Paris 1836

(1) M. le conseiller d'état, directeur général des ponts-et-chaussées et des mines, nous ayant confié la mission de visiter les mines de fer des départements du Doubs et du Jura qu'on supposait appartenir au terrain du grès vert, afin d'en observer la nature ainsi que la position géologique, et d'examiner si, d'après les circonstances de leur gisement et le mode d'exploitation suivi ou susceptible d'être adopté, ces mines ne seraient pas à classer dans la catégorie des mines concessibles aux termes de la loi du 21 avril 1810, nous avons étudié le terrain qui les renferme dans deux voyages que nous avons faits, l'un en 1833, dans le Jura français, et l'autre en 1834, dans le Jura neuchâtelois. Nous avons eu l'avantage de faire notre dernier voyage avec M. l'ingénieur en chef Voltz, qui a bien voulu nous aider dans la détermination des fossiles que nous indiquerons, détermination fort importante pour la fixation certaine de l'âge géognostique d'un terrain nouveau. Les belles collections et les renseignements de MM. De Montmollin et Coulon fils, de Neuchâtel, nous ont aussi été très-utiles. Enfin, nous devons de bonnes indications à M. Duhamel, ingénieur des mines à Chaumont, qui a reconnu ce terrain, lorsqu'il était chargé du service du département du Doubs, et à M. Parandier, ingénieur des ponts-et-chaussées à Besançon.

Minerais de fer subordonnés aux calcaires

On exploite des minerais de fer appartenant au terrain jura-crétacé à Métabief, à Oie, aux Fourgs, aux Hôpitaux-Vieux et aux Longevilles, dans le département du Doubs, et à Boucherans, dans le département du Jura. Nous allons décrire ces différents gîtes, en indiquant ceux en exploitation et ceux qui ont seulement fait l'objet de travaux d'exploration.

I. Mine de fer de Métabief

Le gîte de Métabief est constitué par une couche de calcaire marneux, chargé de petits grains de minerai de fer, d'un brun luisant, qui sont la plupart oblongs ou aplatis. Ce calcaire a généralement une couleur verte très prononcée qui tire sur le vert de gris. Il se présente en plaquettes entremêlées de marne, lesquelles renferment un grand nombre de débris organiques, et dont la puissance est d'environ 3 mètres. Il incline au nord-est, sous un angle de 10 à 12 degrés. Une assise calcaire puissante de 4 mètres, constituée par un calcaire lamellaire rougeâtre, recouvre le gîte qui repose sur un banc de marne bleuâtre, d'une épaisseur inconnue. Des lambeaux assez puissants d'un cailloutage calcaire, appartenant à un terrain moderne, se montrent çà et là au-dessus du terrain jura-crétacé, qui s'adosse sur un calcaire portlandien inclinant vers le N.-E. sous un angle d'environ 30 degrés, dont est formé le pied d'une montagne fort élevée, appelée le Mont-d'Or.

Le gîte de Métabief est exploité par travaux souterrains réguliers, consistant en galeries de pendage et d'allongement séparées par des piliers de minerai de 4 à 5 mètres de longueur, sur une largeur égale. Les travaux s'étendent dans le sens du pendage sur une largeur d'environ 150 mètres, et suivant la direction, sur une longueur de 200 mètres environ. L'extraction au jour se fait par une grande galerie de pendage débouchant sur le flanc de la montagne, où le transport du minerai a lieu dans un tombereau que traîne un cheval.

Le calcaire marneux chargé de minerai est exposé, après l'extraction, à l'action des agents atmosphériques pendant une année au moins. Il fuse alors en grande partie, c'est-à-dire qu'il tombe en poussière. Tous les morceaux un peu gros sont séparés de la poussière au

moyen d'une claie, et on la dépouille de ses parties terreuses en la lavant dans un lavoir à bras voisin de la mine. Les morceaux calcaires séparés par la claie sont triés à la main, et ceux qui sont les plus riches sont concassés et lavés au lavoir à bras. On retire ainsi par le triage et le lavage 30 p. environ du minerai brut en minerai propre à la fusion ; mais il nous semble qu'on pourrait obtenir d'avantage si on recueillait dans des canaux les matières enlevées par le lavage. En effet, celles de ces matières qui se déposeraient dans la partie supérieure des canaux contiendraient beaucoup de grains de minerai, les eaux boueuses devant en entraîner un grand nombre à cause de leur petitesse et de leur faible pesanteur spécifique.

On extrait, les eaux boueuses devant en entraîner un grand nombre à cause de leur petitesse et de leur faible pesanteur spécifique.

On extrait annuellement à Métabief, pour les besoins du haut-fourneau de Pontarlier, 5 à 600 muids, de 24 doubles décalitres l'un, ou 3000 à 3600 quintaux métriques de minerai propre à la fusion. Le muid se vend sur la mine 3,50, prix qui correspond à 0,58 par quintal métrique.

L'exploitation a lieu au compte d'un entrepreneur qui occupe 8 ou 10 ouvriers en hiver, et 4 ou 5 en été.

La mine de Métabief est évidemment concessible, puisqu'elle est exploitée par travaux souterrains, permanents et réguliers.

Nous avons analysé le minerai de Métabief que nous avons trouvé composé comme il suit :

Carbonate de chaux de magnésie	29,40
Argile et alumine combinée	7,80
Silice combinée	3,00
Protoxyde de fer	0,88
Peroxyde de fer	48,00
Eau	9,80
Perte	1,12
	100,00

Le protoxyde de fer se trouve combiné avec de la silice, de l'alumine et de l'eau.

D'après les compositions du peroxyde et du protoxyde de fer, ce minerai contient 33,93 de fer métallique.

Essayé par la voie sèche, le minerai de Métabief a bien fondu avec 30 p. % de quartz, et a donné un culot de fonte pesant 33,50 p. %.

2. Mine d'Oie

La mine d'Oie est ouverte sur un banc de calcaire marneux d'un gris-verdâtre, puissant de 1,65 m, dans lequel sont disséminés des grains de minerai de fer d'un brun luisant, et qui se présente en plaquettes entremêlées de marne jaunâtre. Le toit du gîte est formé par un calcaire jaune, un peu sableux et à texture lâche, qui empâte quelques grains de minerai et que recouvre un autre calcaire compacte, sublamellaire et rougeâtre. Ces deux assises calcaires ont ensemble une puissance de 10 mètres environ. Le mur du gîte est formé par des calcaires qui alternent avec des bancs de marne, mais dont on ne peut reconnaître la nature ni la puissance, à cause de la terre végétale qui les recouvre. L'ensemble des assises du terrain jura-crétacé incline vers le nord-nord-ouest, sous un angle d'environ 15 degrés, et s'adosse sur un calcaire dolomique du troisième étage jurassique qui a à peu près la même inclinai-

son. Le gîte est exploité par des galeries d'allongement et de pendage, qui s'étendent dans le sens de la direction, sur une longueur de 130 mètres environ, et dans le sens du pendage sur une largeur de 30 à 40 mètres seulement. Ces travaux sont contigus à d'anciens travaux fort étendus, situés vers l'ouest, où le gîte est entièrement exploité, à l'exception des piliers laissés pour le soutènement des excavations ; ils sont desservis par un puits profond de 10 mètres, au bas duquel se trouve une galerie horizontale, à travers bancs, longue de 24 mètres, qui coupe le gîte, après avoir traversé une partie du mur.

On n'extrait de la mine que les plaquettes calcaires qui sont les plus chargées de minerai, et qui forment environ la moitié de l'épaisseur du gîte. On les laisse exposées à l'air pendant une année au moins pour qu'elles se désagrègent, et on concasse avec une masse les parties qui résistent à la décomposition atmosphérique. La pierraille en provenant est passée à la claie pour séparer de la poussière les morceaux calcaires qui contiennent ordinairement peu de minerai, et qu'en conséquence on met au rebut. On lave ensuite la poussière dans un lavoir à bras qui se trouve près de la mine. Comme ce lavage donne, en minerai propre à la fusion, les $\frac{3}{4}$ environ du volume de la poussière, et que le rebut obtenu par le passage à la claie s'élève à la moitié en volume du minerai brut, il s'ensuit qu'on retire en minerai propre à la fusion que les $\frac{3}{8}$ du minerai brut, et, d'après le triage qui se fait dans l'intérieur de la mine, que les $\frac{3}{16}$ du volume total du gîte. Le lavage, tel qu'il s'effectue, fait perdre une quantité notable de minerai, perte qu'on éviterait en établissant à la suite du lavoir, ainsi que nous l'avons dit pour la mine de Métabief, de longs canaux où se déposerait le minerai entraîné par les eaux boueuses.

On extrait annuellement, pour le fourneau de Pontarlier, 600 à 700 muids de 25 doubles décalitres, ou 3.600 à 4.200 quintaux métriques de minerai propre à la fusion. Le muid se vend sur la mine 4,75, ce qui correspond à 0,78 par quintal métrique de minerai.

Cette exploitation, qui se fait par entreprise, occupe 10 ou 12 ouvriers en hiver et 5 ou 6 en été.

L'allure régulière du gîte d'Oie et la régularité des travaux d'exploitation souterrains qu'il comporte le rendent évidemment concessible.

3. Mine des Fourgs

Le gîte des Fourgs est constitué par une couche de calcaire marneux, chargé de petits grains de minerai de fer d'un brun luisant, d'une forme irrégulière, mais généralement aplatie, dont la puissance est de 1,90 m. Cette couche, composée de plaquettes calcaires entremêlées de marne, repose sur un calcaire compacte lamellaire, rougeâtre, empâtant quelques grains de minerai, qui a été reconnu dans les puisards de plusieurs puits, sur une hauteur de 2 à 3 mètres ; et elle est recouverte par un banc de marne jaune, puissant d'environ 0,30 m, que surmonte un autre banc de marne bleuâtre dont l'épaisseur est de 0,65 m. Au-dessus des deux bancs de marne, il existe une couche de calcaire jaunâtre suboolithique, dont la puissance est de 3 mètres. L'ensemble du gîte, reconnu sur une épaisseur de 12 mètres environ, incline d'abord au sud sous un angle de 12 à 15 degrés, puis se relève vers le nord pour se montrer sur le versant d'une montagne portlandienne, au pied de laquelle il se trouve ; mais il devient stérile à peu de distance de ce contournement, en s'approchant du terrain jurassique.

Deux puits profonds de 10 à 12 mètres, au bas desquels se trouvent des galeries d'allongement recoupées par des galeries de pendage, servent à l'exploitation du gîte, et les travaux qu'ils desservent occupent une zone longue de 225 mètres, et large de 50 mètres environ, bornée d'un côté par la partie stérile du gîte, et de l'autre par une bande de vieux travaux qui court du nord-est au sud-ouest.

Comme les autres mines, on laisse exposé à l'air, pendant un an ou deux, le calcaire marneux chargé de minerai, pour qu'il se délite, en ayant soin de concasser les morceaux qui résistent aux agents atmosphériques. On le passe ensuite à la claie pour isoler la poussière qu'on soumet au lavage dans un lavoir à bras voisin de la mine. Le triage au moyen de la claie donnant un déchet de moitié en morceaux calcaires qui ne sont pas assez riches pour qu'on en tire parti, et le déchet au lavage étant de 33 p., il s'ensuit qu'on ne tire du minerai brut que 1/3 de minerai propre à la fusion, et en comparant ce produit au volume du gîte, on voit qu'il n'en est que le douzième, attendu que le triage qui se fait d'abord dans la mine donne un déchet d'un quart. On augmenterait sensiblement le produit en faisant le lavage avec les dispositions dont nous avons parlé ci-dessus.

La mine des Fourgs occupe 6 ouvriers qui sont au compte d'un entrepreneur, et fournit annuellement 400 muids du poids de 600 kilogrammes ou 2.400 quintaux métriques de minerai propre à la fusion, que consomme le fourneau de Pontarlier. Le prix de vente sur la mine est de 5 Fr. par muid, ou de 0,83 par quintal métrique de minerai.

Le gîte des Fourgs doit être rangé dans la catégorie des mines concessibles, puisqu'il est constitué par une couche bien réglée de minerai, qui peut être exploitée par travaux souterrains, permanents et réguliers.

Nous avons analysé le minerai des Fourgs qui à la composition suivante :

Carbonate de chaux et de magnésie	30,40
Argile, sable et alumine combinée	8,20
Silice combinée	2,80
Protoxyde de fer	0,60
Peroxyde de fer	44,60
Eau	11,80
Perte	1,60
	100,00

Le protoxyde de fer se trouve aussi combiné avec de la silice, de l'alumine et de l'eau. D'après la composition des deux oxydes de fer, ce minerai contient 31,36 de fer métallique.

Essayé par la voie sèche, le minerai des Fourgs a bien fondu avec 20 p.% de quartz, et a donné un culot de fonte pesant 31 p.%.

4. Mine des Hôpitaux-Vieux

La mine des Hôpitaux-Vieux se trouve au lieu dit le Miroir, à un kilomètre au sud-sud-ouest du village des Hôpitaux-Vieux. Le gîte sur lequel elle est ouverte est de même nature que celui de Métabief dont il est le prolongement, les deux mines n'étant éloignées que de 3 kilomètres. Sa puissance est de 1,90 m, et il incline vers le sud sous un angle de 10 degrés environ. La couche du calcaire marneux, avec grains de minerai, qui le constitue, repose sur un calcaire marno-compacte, rougeâtre, en plaquettes entremêlées de marne, dont l'épaisseur est de 1,75 m, et qui se trouve au-dessus d'un banc de marne bleuâtre, puissant de 1,60 m, qu'on traverse les puisards de plusieurs puits ; elle est recouverte par deux assises de calcaire compacte, sublamellaire, rougeâtre, contenant quelques grains de minerai de fer, lesquelles ont 7,16 m et 3,30 m de puissance, et sont séparées par un banc de marne bleuâtre épais de 3,30 m. L'ensemble du terrain jura-crétacé incline au sud sous un angle de 10 à 12 degrés, et s'adosse sur un calcaire compacte du 3^e étage jurassique, inclinant égale-

ment au sud, qu'on voit très distinctement en place dans un vallon voisin de la mine.

Le gîte des Hôpitaux-Vieux a été attaqué par trois puits profonds de 4, 10 et 13 mètres, qui communiquent par des galeries d'allongement et de pendage, auxquelles aboutissent des traverses de recouplement pratiquées dans le sens de la direction et dans celui du pendage, à 4 ou 5 mètres les unes des autres. L'étendue des travaux souterrains est de 135 mètres environ en longueur, sur 25 à 30 mètres de largeur.

Le minerai brut est exposé à l'air, concassé et lavé comme le minerai de Métabief, et il rend aussi 20 p. environ de minerai propre à la fusion.

L'exploitation était suspendue depuis un an quand nous avons visité la mine ; mais on avait le projet de la reprendre bientôt. Elle fournit annuellement pour le fourneau de Pontarlier 400 muids du poids de 600 kilogrammes, ou 2.400 quintaux métriques de minerai, qui se vend ordinairement 5,20 le muid ou 0,86 le quintal métrique. Cinq ouvriers sont employés à cette exploitation conduite par un entrepreneur.

Le gîte des Hôpitaux est évidemment concessible, puisqu'il comporte des travaux souterrains, permanents et réguliers.

5. Mine des Longevilles

La mine des Longevilles se trouve au lieu dit le Clos-de-la-Grangette, à 2 kilomètres au nord-est du village des Longevilles. Elle est ouverte sur une couche de calcaire marno-compacte chargé de très-petits grains oblongs de minerai de fer, d'un brun très-luisant, laquelle est formée d'un ensemble de plaquettes entremêlées de marne, et a 2 mètres de puissance environ. Elle repose sur un calcaire rougeâtre, un peu sablonneux, qui se présente aussi en plaquettes, empâtant quelques grains de minerai, et dont la puissance, reconnue par plusieurs puits, est d'environ 3 m. Au-dessus du gîte se trouve un calcaire rougeâtre sablonneux, comme le calcaire inférieur, et à tissu lâche, qui empâte aussi des grains de minerai et se présente en plaquettes entremêlées de marne ; sa puissance n'excède pas 1 m. Ce calcaire est surmonté d'un calcaire compacte, sublamellaire, rougeâtre, de 8 m. de puissance, y compris un banc de marne bleuâtre épais de 3, 30 m, qui se trouve à un mètre de la surface du sol. Le gîte et les couches qui l'enclavent, dont la puissance totale est de 18 mètres environ, inclinent vers le sud-est, sous un angle de 45 degrés au moins ; tandis que les couches portlandiennes, sur lesquelles repose le terrain jura-crétacé, et qui constituent la haute montagne voisine de la mine, inclinent au nord-ouest, sous un angle d'environ 36 degrés, c'est-à-dire inversement ; ce qui est une exception à la règle générale du parallélisme, à quelques degrés près, des stratifications du terrain jura-crétacé et du terrain jurassique. Comme on voit distinctement, près du village de Longevilles, un calcaire appartenant au coral-rag, surmonté d'abord d'un dépôt marneux avec rognons de calcaire marno-compacte, puis de calcaires compacts appartenant du 3^e étage jurassique, lesquels sont inclinés dans le même sens que le terrain jura-crétacé, sous lequel ils passent évidemment, il est probable que, postérieurement à la formation de la vallée, une commotion plutonique a produit une fente dans son talweg et le glissement de l'un de ses versants sous l'autre, en faisant disparaître entièrement le dépôt jura-crétacé de ce versant, de sorte que celui qui renferme le gîte de minerai appartenait au versant opposé de la vallée.

Les travaux d'exploitation de la mine des Longevilles consistent en trois puits distants de 16 et 50 mètres, et profonds de 15, 16 et 17 mètres, au bas desquels se trouve une galerie d'allongement, recoupée par des galeries d'amont et d'aval-pendage distantes de 4 à 5 mètres, qui sont elles-mêmes recoupées par des traverses pratiquées à 3 mètres les unes des autres. Ces travaux s'étendent sur une longueur d'environ 170 mètres suivant la direction

du gîte, et sur une largeur de 55 mètres suivant l'aval-pendage, toute la partie du gîte située dans l'amont-pendage de la galerie d'allongement étant exploitée. Mais il est impossible que cet aval-pendage ne soit pas coupé bientôt par les couches portlandiennes qui se montrent à moins de 100 mètres du puits, inclinées dans le sens opposé, ainsi que nous venons de le dire.

Le minerai des Longevilles est trié une première fois dans la mine, puis cassé au jour et trié de nouveau. Il est alors propre à la fusion, sans être soumis au lavage, comme les autres minerais analogues dont nous avons parlé précédemment. Les deux triages qu'il subit occasionnent un déchet d'environ 25 p.

On extrait annuellement, pour les besoins du fourneau de Rochejean, 3.500 muids du poids de 700 kil. l'un, ou 24.500 quintaux métriques de minerai. Chaque muid se vend sur place 3,50, ce qui correspond à 0,52 par quintal métrique.

L'exploitation est confiée à un entrepreneur qui emploie 24 ouvriers en hiver et 8 en été. Les travaux d'exploitation de la mine des Longevilles ont été jusqu'à présent souterrains et réguliers, et ceux à faire ultérieurement seront susceptibles de la même régularité et devront être également souterrains ; en conséquence ce gîte est concessible.

Les essais d'exploitation de différents minerais sur le Mont d'Or.

Le Mont d'Or fut tout d'abord appelé «Mont Orcadam» à l'époque romaine puis désigné «La Roche d'Aulx», «Roche d'Alpes», «Roche Rousse», «Roche d'Or» puis «Mont d'Or». Cette dénomination et les quelques paillettes d'or que charrient les ruisseaux qui descendent du Jura ont sans doute fait naître l'espoir de trouver dans ce massif d'autres minerais que la limonite du Valanginien. Cette idée est encore présente dans l'esprit des rédacteurs des *Annuaire Statistiques du Doubs* dans les années 1830 !

On trouve quelques autres mentions anciennes qui vont dans le même sens. Antoine Merle en 1905, écrit que la mine de la Grange de la Blonay fut exploitée à diverses époques et probablement déjà à l'époque romaine ; on tirait du fer, du cuivre et de l'argent. De Genssane, (2) géologue royal, écrit que cette exploitation daterait également de l'époque romaine ; en 1753 il dit être descendu dans une des galeries sans pouvoir atteindre le fond, où le travail s'élargit considérablement ; ce travail était fait au ciseau et au pic.

Ses différentes affirmations d'exploitation de ce site par les Romains semblent très incertaines car si ces derniers empruntent très tôt le passage de Jougne rien ne permet d'affirmer qu'ils aient exploités ces différents minerais sur le Mont d'Or. De sources historiques, les premiers occupants de cette région furent les moines défricheurs avec St Simon de Crépy de Oyand (St Claude) (Musy 1930) en 1078 qui s'installent à Mouthe et les moines Clunisiens de Romainmôtier en 1126 au «Mons de Furno» (Barthelet 1858).

Aujourd'hui, à cet emplacement, ces cavités ont été fermées, l'on distingue trois entrées éboulées et une quatrième ouverte à même le sol avec un aplomb de quatre mètres; une fois à l'intérieur l'on constate que ce creux a été formé par l'érosion d'un passage d'eau mais deux galeries obstruées peuvent avoir été creusées par l'homme.

Au XVIII^{ème} siècle, quelques essais d'exploitation seront tentés principalement pour découvrir différents métaux tels que le cuivre, l'argent et l'or. On en trouve la trace dans un document de 1749, conservé aux Archives Départementales du Doubs (Lettre de Mr Grandjaquet à Mr l'Intendant de Franche Comté : archives départementales de Besançon : 1C 1383 – intendance). Cette correspondance décrit en détail une tentative d'exploitation au lieu-dit «Le Creux Soudet». D'après le texte, ce site de

recherche du minéral se trouverait «à une portée de fusil du Territoire de Vallorbe». Aujourd'hui, au Creux Soudet, lieu dit est situé vers 1150 mètres d'altitude, en contrebas des falaises du Mont d'Or, côté Vallorbe, à une centaine de mètres au Nord-Ouest de la borne frontière n°67. Sur ce lieu, on observe un puits d'une dizaine de mètres de profondeur et de deux mètres de diamètre qui débouche sur une salle d'environ 3,5 mètre de hauteur et de six mètres sur sept, avec un sol marneux (**Fig.1**). Il s'agit bien d'une mine creusée par l'homme car nous retrouvons à l'extérieur le volume de pierres correspondant, sous forme de halde. Dans ce courrier, il est fait mention d'une tranchée creusée à l'aplomb de ce trou afin d'évacuer l'eau d'une source qui est venu perturber ces travaux et cette tranchée est bien présente sur le terrain en contre bas.

Sur ces deux sites, aucune trace de minéral n'a été trouvée. A la lumière des connaissances géologiques actuelles, il est plus que probable que ces recherches sont restées complètement infructueuses. Elles reflètent cependant les espoirs fantaisistes des hommes de cette époque.

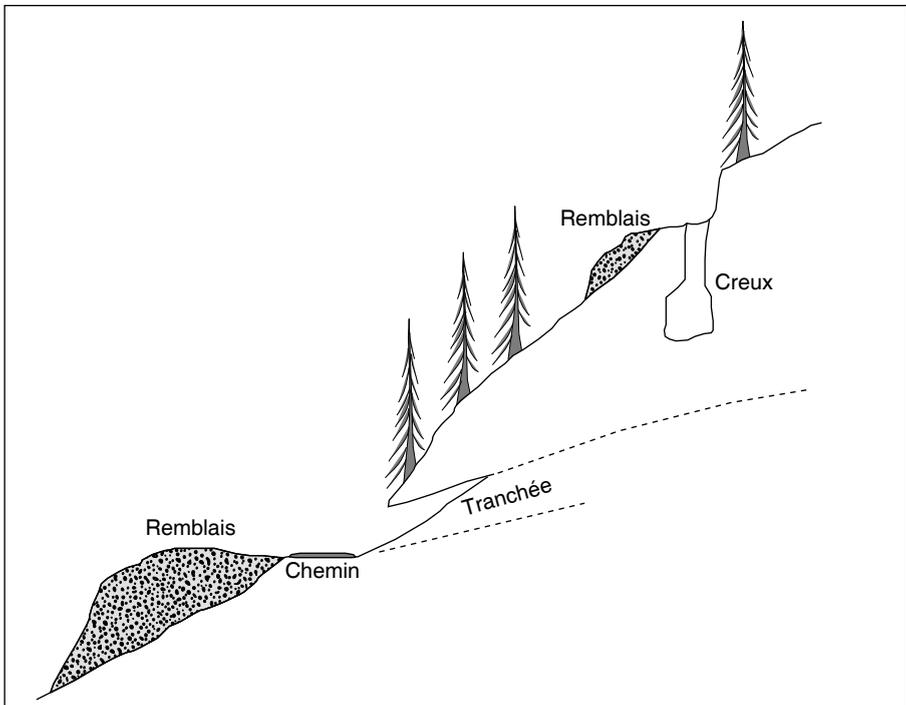


Figure 1 : Schéma des travaux anciens visibles au Creux Soudet.

Mineur de fer au pied du Mont d'Or

Automne 1792 - Hameau de la Longeville Dessus. (1)

Comme la plupart des habitants du village, François-Victor FERREUX (2) est laboureur. Il possède cinq vaches dont une sert d'animal de trait et un cochon. Aussi ses revenus sont-ils à peine suffisants pour lui permettre de survivre ainsi que sa famille composée de sa femme et de cinq enfants. C'est pourquoi dès qu'il peut gagner quelque argent supplémentaire il n'hésite pas.

Lombarde, le nouveau propriétaire du haut-fourneau de Rochejean, pressé par les autorités, a décidé de remettre en marche son installation et il a cherché une main d'oeuvre déjà qualifiée (mineurs, charbonniers...). François-Victor FERREUX, qui avait déjà tiré du minerai, a été embauché aux conditions patronales qui ne pouvaient en aucun cas être discutées.

Le jour n'est pas encore levé. Après avoir pris un petit déjeuner composé de bolon (3) trempé dans du lait, F.V. FERREUX sort de sa maison et se dirige vers la ferme des Seignots.

Il est vêtu d'une veste taillée dans une pièce de droguet tissée au village avec des fils de laine et de chanvre. C'est un vêtement solide et chaud. Il porte une culotte de cuir serrée au dessous du genou dans une paire de guêtres également en cuir. A ses pieds des sabots garnis de foin. Comme coiffure il a abandonné le chapeau comtois à larges bords pour prendre une casquette à visière pourvue d'oreillettes rabattables.

Il se dirige à pas lents vers le lieu de son travail. A sa main gauche tient un marteau et un coin et sa main droite un pic et une pointerolle posés sur son épaule. Il avait fait appointir ces outils chez Henri CUINET, forgeron du lieu.

Dans la galerie des Seignots deux mineurs travaillent avec F.V. FERREUX : Claude FAYOLLE et Louis SASSARD. La veille, la tâche avait été rude car ils étaient parvenus sur une roche très dure. A eux trois, ils avaient avec beaucoup de peine, tiré moins de 200 kg de minerai. Il avait donc fallu trouver une technique plus productive. La poudre ? C'était certainement un moyen très efficace, mais il n'y avait plus de poudre; elle était évidemment réservée à l'armée. Ils avaient alors décidé d'employer le feu.

Après avoir allumé leurs lampes à huile, ils entrent dans la galerie par un orifice qui les oblige à se baisser; ils tournent à gauche, empruntant un sentier très pentu, très humide et très étroit car sur leur droite la roche avait déjà été battue et il avait été nécessaire de placer de nombreux étais afin d'éviter des éboulements. A intervalles

plus ou moins réguliers ils avaient taillé de petits creux dans la paroi pour y placer leurs lampes.

Ils arrivent au fond de la mine où stagnent des flaques d'eau. La roche humide est d'un rouge foncé. C'est là qu'ils vont travailler. Ils se concertent et décident d'allumer un feu là où le minerai leur avait paru le plus dur, sur une longueur d'environ quatre mètres.

Malgré une atmosphère raréfiée le bois crépite; on l'alimente de branches et de bûches de plus en plus grosses; les flammes montent le long de la paroi et lèchent le plafond de la galerie. Il se dégage une épaisse fumée qui oblige les mineurs à sortir à l'air libre à tour de rôle.

Cette préparation dure deux bonnes heures. A travers flammes et fumée, ils s'aperçoivent que la roche prend une teinte ocre clair et qu'une myriade de tout petits grains de minerai pris dans leur gangue, deviennent brillants et parfois éclatent avec un petit bruit sec.

Les mineurs pensent que leur affaire est en bonne voie, ils en profitent pour manger rapidement un frugal casse-croûte (pain et lard) puis ils prennent chacun deux seaux en fer qu'ils vont remplir d'eau à la source de la Rochette toute proche.

Ils reviennent dans la galerie, et tour à tour, ils arrosent la paroi brûlante qui se fissure en gémissant doucement. C'est le moment qu'ils attendaient. Ils nettoient à la pelle le sol des morceaux de bois partiellement calcinés et se mettent au travail avec ardeur ; les coins entrent en force dans les fissures les plus larges, les pointerolles dans les plus petites et les pics frappent en hauteur.

La technique employée donne de bons résultats; le minerai se décroche de la paroi, abondant. Les mineurs frappent sans s'arrêter ; la sueur colle les vêtements à la peau, mais leurs pieds et leurs mains sont glacés.

Ce travail de titans dure plusieurs heures, mais le résultat est positif : ils estiment avoir abattu environ deux muids (4) de minerai. Exténués, ils décident de s'arrêter car maintenant il faut sortir le fruit de leurs efforts hors de la galerie.

Pour ce faire , ils se servent des seaux qu'ils sortent en faisant la chaîne; ils glissent sur le sol boueux en évitant les étais qui encombrant la galerie.

Ce travail est terminé quand ils s'aperçoivent que la nuit commence à envahir la forêt. A bout de forces ils décident de rentrer à la maison. Chacun prend un itinéraire différent.

Chemin faisant, F.V. FERREUX pense que la journée a été vraiment pénible mais il sait que le minerai, fondu à Rochejean puis affiné dans certains martinets spécialisés de la région va être transformé en milliers de piques, de canons de fusils et de pistolets et cette pensée l'amène à constater avec fierté que depuis trois ans il est passé de l'inhumaine condition de mainmortable à celle de citoyen.

Il pense aussi à son dernier fils, engagé dans l'armée révolutionnaire il y a plus de quatre mois, et dont il n'a encore reçu aucune nouvelle. A-t-il participé, le 20 septembre dernier à la victoire de Valmy qui avait stoppé l'armée prussienne ? Deux larmes coulent sur ses joues enfumées et crasseuses.

Bien sûr il ignore que le poète allemand GOETHE avait assisté à cette bataille et que le soir il avait dit : «En ce lieu et dans ce jour commence une nouvelle époque pour l'histoire du monde». Il l'ignore, mais il avait déjà pressenti l'importance de cette victoire.

Il aperçoit les fumées bleutées qui montent lentement des fermes de Maison Neuve pendant que les derniers rayons du soleil s'éteignent du côté de saôneise (5) et que les lampes s'allument dans les écuries.

Il sait que sa femme s'est occupée des bêtes et qu'elle prépare le repas du soir qui peut consister en une soupe, pommes de terre «en robe des champs» accompagnées d'un morceau de serra (6), à moins que ce ne soit simplement un plat de gaudes (7). Après quoi il irait prendre un repos bien mérité en louant Dieu pour ses bienfaits.

25 janvier 2002, R. Bailly

(1) Les Longevilles Hautes

(2) Identité exacte. Il était né en 1739; c'était le trisaïeul de ma grand-mère Sophie.

(3) Pain d'orge.

(4) 1 muid = 318 litres.

(5) Ouest (est = jurant).

(6) Fromage fabriqué à partir de petit lait.

(7) A base de farine de maïs.

A propos du texte et de son auteur

Originaire du village des Longevilles-Mont-d'Or et passionné d'histoire locale, Monsieur Roger Bailly s'est d'abord intéressé à l'histoire religieuse du Haut-Doubs. Puis, c'est par le biais de la généalogie qu'il découvre qu'un de ses ancêtres des Longevilles a autrefois travaillé dans les mines du Mont d'Or. Intrigué par cet aspect occulté de l'histoire du Haut-Doubs, il entreprend des recherches qui aboutissent en 1998 à la publication d'un travail d'historien amateur sur la métallurgie du Haut-Doubs sous le titre «Un passé oublié», à l'origine du regain d'intérêt pour cette activité passée.

Je dois à Mr Bailly de m'avoir «Mis le pied à l'étrier» lorsque j'ai commencé à m'intéresser à ce sujet.

L'association fondée en 1999 aux Longevilles-Mont-d'Or a choisi de reprendre comme nom le titre de son ouvrage.

A travers la fiction présentée ci-dessus, Mr Bailly tente à partir d'éléments historiques, de retracer ce qui fut peut-être le quotidien de son ancêtre et de toute une génération de mineurs.

Christophe Folletete

Bibliographie générale

- Bailly, R., Un passé oublié, Essais sur la sidérurgie dans le triangle d'Or La Ferrière – Pontarlier – Rochejean, Besançon 1998.
- Barthelet, M., Recherches historiques sur l'abbaye de Mont Sainte Marie et ses possessions, 1858.
- Belhoste, J.-F., Claerr-Roussel, C., Lassus, F., Philippe, M., Vion-Delphin, F., La métallurgie comtoise XVe – XIXe siècles, Etude du Val de Saône, Cahiers du patrimoine, Vesoul 1994.
- Cayeux, L., Les minerais de fer oolithique de France. Minerais de fer secondaires. Etude des gîtes minéraux de la France, Paris 1922.
- Claerr, C., Lassus, F., Le fer en Franche-Comté à l'époque moderne : orientation bibliographique, p. 189-200 in Jacob, J.-P., Mangin, M. (dir.) 1990.
- De Genssane, Les mines d'Alsace et du Comté de Bourgogne, 1756.
- Guillaume, S., 1966, Le Crétacé du Jura français, Bulletin du Bureau des Recherches Géologiques et Minières 1966.
- Gygi, R., A., Oolithic iron formation : marine or not marine, *Eclogae geologicae helvetiae*, 74/1, 1981, p.233-254
- Jacob, J.-P., Mangin, M. (dir.), De la mine à la forge en Franche-comté, des origines au XIXe siècle, Annales littéraires de l'Université de Besançon, Paris, 1990
- Lassus, F., Métallurgistes franc-comtois du XVIIe et XVIIIe siècles : Les Rochet. Etude sociale d'une famille de maîtres de forge et d'ouvriers forgerons, Thèse université de Franche-Comté (Besançon) 1980.
- Merle, A., Les gîtes minéraux et métallifères et les eaux minérales du Département du Doubs, Besançon 1905.
- Montandon, L., Notes sur les premiers ferriers du Val de Travers, Musée Neuchâtelois, 1920, p.52-64
- Mordefroid, J.-L. : Moines et chanoines métallurgistes en Franche-Comté du Ve au Xve siècle, p. 85-138 in Jacob, J.-P., Mangin, M. (dir.) 1990.
- Musy, J., Histoire de Mouthe, tome 1, 1930.
- Pelet, P.-L., Sidérurgie frontalière, Bon Port 1623 – Pontarlier, 1820. Deux essais sur des forges du Jura, Publications de l'Ecole des Sciences Sociales et Politiques de l'Université de Lausanne, 6, Genève, 1971
- Pelet, P.-L., Fer Charbon Acier dans le Pays de Vaud, II La lente victoire du haut fourneau, Bibliothèque Historique Vaudoise n°59, Lausanne 1978.
- Pelet, P.-L., Fer Charbon Acier dans le Pays de Vaud, III Du mineur à l'horloger, Bibliothèque Historique Vaudoise n°74, Lausanne 1983.
- Pelet, P.-L., Une industrie reconnue : Fer Charbon Acier dans le Pays de Vaud, Cahier d'archéologie romande 60, Lausanne, 1993 (1^{ère} édition 1973).
- Pelet, P.-L., Hubler, L., Ressources minières et politique vaudoise 1798-1848. Publications de l'Ecole des sciences sociales et politique de l'Université de Lausanne 3, Genève et Paris 1971.
- Rosenthal, P., Les ressources minières de la Franche-Comté : minerais métalliques, p. 13-47 in Jacob, J.-P., Mangin, M. (dir.) 1990.
- Thirria, E., Mémoire sur le terrain jura-crétacé de la Franche-Comté (I), Annales des Mines, 3^e série, tome X, Paris 1836.

Archives

Archives Cantonales Vaudoises

ACV Bd 41, vol.10, pp.187 «Enquête du gouvernement bernois 1788». Voir Pelet 1971.

ACV, K X C 2002, 1821, 25 janvier, «Rapport sur l'essai de la mine de fer des Charbonnières fait au haut fourneau de Pontarlier en décembre 1820», par Jean de Charpentier. Voir Pelet 1971.

ACV, K X C 2002, 1821, 25 janvier, «Notes concernant l'essai de la mine de fer des Charbonnières dans la vallée de Joux fait au haut fourneau de Pontarlier en décembre 1820», par Jean de Charpentier. Voir Pelet 1971.

ACV, K X C 2002, 1821, 25 janvier, «Haut fourneau de Pontarlier, novembre 1820, suite du premier fondage», par Jean de Charpentier. Voir Pelet 1971.

Archives départementales du Doubs

ADDoubs IV, E : Registres paroissiaux de Montperreux, «acte de décès d'Antoine Barthod, mineur tyrolien».

ADDoubs 64 H 427 «Comptes de Claude Bourgeois 1494-1498». Voir extrait dans Mordefroid 1990, p.108-111.

ADDoubs 2B 1358 «Enquête sur les fers en 1562». Transcription p. 106-115 in Belhoste et al 1994.

ADDoubs, «Erection de l'haulfournaud 1649», Fond Michaud, Série II^{me}, carton n°40, communauté de Rochejean.

ADDoubs, «Règlement de la cantine de Rochejean, 1835», Fond Michaud, Série II^{me}, carton n°40, communauté de Rochejean.

ADDoubs, «Demande en autorisation pour le haut fourneau de Rochejean, 1812», Fond Michaud, Série II^{me}, carton n°40, communauté de Rochejean.

ADDoubs, «Carte Valloton 1723», plan H25 Mont Sainte Marie.

ADDoubs, «Lettre de Mr Granjacquet fermier à Mr l'Intendant de Franche Comté, 1752», Série C Intendance, 1C 1383 Mines et Tourbières demandes d'autorisation.

Annuaire statistiques du Département du Doubs

Adresses des auteurs

Association «Un passé oublié»
Mairie
Rue du Crêt 4
F-25370 Les Longuevilles-Mont d'Or, France

Roger Bailly
Rue Léandre Merchet 2
F-25300 Pontarlier, France

Michel Cottet et Monique Bôle
Rue de la Source 4
F-25640 Pouligney, France
membre associé UMR 6565 CNRS
bole.cottet@wanadoo.fr

Urs Eichenberger
Institut Suisse de Spéléologie et Karstologie
Case postale 818
CH-2301 La Chaux-de-Fonds
Info@isska.ch

Christophe Folletete
Grande Rue 30
F-25160 Malbuisson, France

Claude Jacquemin-Verguet
Rue de l'Etoile 54
F-25370 Les Longuevilles-Mont d'Or, France

Denis Morin
Rue de la Prairie 637
F-70110 Villersexel, France
membre associé UMR 6565 CNRS
Morindenis@aol.com

Vincent Serneels
Minéralogie et Pétrographie
Département de Géosciences
Université de Fribourg
Pérolles, 1700 Fribourg, Suisse
vincent.serneels@unifr.ch

SGHB SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT FÜR HISTORISCHE BERGBAUFORSCHUNG
SSHM SOCIÉTÉ SUISSE D'HISTOIRE DES MINES
SSSM SOCIETÀ SVIZZERA DI STORIA DELLE MINIERE

Jahresbeitrag der Gesellschaft/Cotisation annuelle:
Einzelmitglied/membre personnel Fr. 50.00 (Kollektiv/collective Fr. 70.00)
Preis dieses Einzelheftes/Prix de ce bulletin (numero): Fr. 25.00
Konto/compte PC 80-27704-5

MINARIA HELVETICA ist das Publikationsorgan der SGHB und wird den Mitgliedern gratis zugestellt.

MINARIA HELVETICA est le bulletin de la SSHM, il sera envoyé à titre gratuit aux membres de la société.

Internet: **WWW.SGHB.CH**

Für alle Korrespondenz / Pour toute correspondance

SGHB – Schweizerische Gesellschaft für historische Bergbauforschung
Naturhistorisches Museum, Abteilung Mineralogie
Augustinergasse 2
CH-4001 Basel

Vorstand der Gesellschaft/Composition du comité:

Präsident/président:	Dr. Vincent Serneels (VS), Fribourg
Sekretär/secrétaire:	Dr. André Puschnig (AP), Basel
Kassierin/caissière:	Regula Ackermann (RA), Basel
Redaktoren/rédacteurs:	Dr. Urs peter Schelbert (UPS), Walchwil Dr. Rainer Kündig (RK), Mettmenstetten
Beisitzer/membres:	Peter Aeberhard (PA), Bern Stefan Ansermet (SA), Cheseaux-sur-Lausanne Otto Hirzel (OH), Davos Dr. Paolo Oppizzi (PO), Salorino Hans-Peter Stolz (HPS), Pratteln

Übersetzungen: Italienisch: Paolo Oppizzi, Salorino (PO)

Minaria Helvetica 24b

Auflage/Tirage: 600
Druckerei/Imprimerie: Fotorotar AG, 8132 Egg