

ture moyenne devrait être de $8^{\circ},7$; cependant M. de Trebra l'a trouvée, dans l'intérieur des mines, de 15 degrés.

M. de Humboldt a observé que dans les cimes des Andes, dont le fond est élevé de $3,700$ mètres au-dessus de la mer, la température des souterrains était constamment entre $10^{\circ},96$ et $11^{\circ},36$ Réaumur; tandis que dans les cavernes de Guachavo, province de Cumana, à $2,700$ m. plus bas, le thermomètre n'indiquait que $13^{\circ},96$, quoique la température extérieure y fût beaucoup plus élevée que dans les cimes des Andes.

Quelle que soient les observations, et quelles que soient les conséquences que l'on en peut tirer, nous attendons avec impatience les observations thermométriques de M. de Trebra, et nous nous empresserons de les publier aussitôt qu'elles nous seront connues. Nous désirons bien vivement qu'elles puissent contribuer à résoudre la question, si difficile, de la loi que suit la chaleur de l'intérieur de la terre.

M É M O I R E

SUR

LES FORGES CATALANES DE PINSOT,

SITUÉES

DANS L'ARRONDISSEMENT DE GRENOBLE;

PAR ÉMILE GUEYMARD, Ingénieur des Mines de la
27^e. station minéralogique, membre de plusieurs Sociétés
savantes (1).

INTRODUCTION.

Mines de fer du département de l'Isère.

LE département de l'Isère renferme des mines de fer connues depuis plusieurs siècles. Le point central d'exploitation se trouve à Allevard, dans l'arrondissement de Grenoble. Toutes les parties

(1) Ce Mémoire a été rédigé aux forges catalanes de Pinsot, le 3 juin 1816.

(*Note des Rédacteurs.*) C'est dans ces forges, qui appartiennent à M. Grasset, que M. l'ingénieur des mines Gueymard a dirigé les essais, et constaté les résultats dont il est rendu compte dans ce mémoire. Voilà un nouvel exemple des bons effets qu'on peut attendre de la réunion des efforts d'hommes éclairés, qui désirent également de contribuer aux progrès de l'art des mines et usines. Espérons que M. Grasset trouvera bientôt, dans le succès de ses travaux métallurgiques, le juste prix du zèle et des lumières dont il a fait preuve, en s'efforçant d'introduire dans le département de l'Isère un procédé qui paraît promettre de grands avantages à la fabrication du fer.

B.b

de la chaîne des Alpes dauphinoises que l'on peut classer dans les terrains de transition, renferment ou des mines en exploitation, ou des indices qui constatent l'existence d'anciens travaux. Des scories et des laitiers abondent sur toutes les montagnes, même dans les hautes régions. Tout fait croire que la découverte de ces mines est très-ancienne, et qu'elle se perd dans la nuit des temps.

Nous ne parlerons dans ce mémoire que des mines de fer qui existent dans le canton d'Allevard; elles sont connues de tous les minéralogistes et métallurgistes. Elles alimentent plusieurs hauts fourneaux, une fonderie de canons pour la marine, un grand nombre de forges, et plus de vingt-cinq aciéries. C'est sous ces divers rapports que les mines de fer d'Allevard ont formé, de temps immémorial, une branche importante de la richesse industrielle du département de l'Isère.

Etat des exploitations.

Une administration bienfaisante vient de mettre un terme aux désordres des exploitations d'Allevard. Ces mines étaient encore naguère exploitées comme dans le XIII^e. siècle. Aussitôt qu'un mineur trouvait quelques indices à la superficie du sol, on dirigeait des petites galeries à pente inverse sur les couches ou filons. Mais bientôt les eaux occupant le fond de ces galeries, les mineurs étaient dans la nécessité de battre en retraite et d'abandonner des travaux naissans. Il n'existait pas d'exemples de galeries d'écoulement, connues dans le canton sous le nom de *Braches*.

Cent couches ou filons de mines de fer, sus-

ceptibles d'exploitation dans un petit rayon, étaient ainsi livrés à la routine des ouvriers auxquels on les abandonnait à forfait sans leur prescrire aucune règle.

Depuis très-peu de temps on fait usage de la boussole; on a aussi depuis peu renoncé à l'exploitation par galeries à pente inverse. Enfin, le système des concessions qui vient d'être arrêté par le Gouvernement, détruit toute idée de gaspillage. Désormais on peut espérer de voir des exploitations régulières, dont la conservation sera assurée.

Nature des minerais.

Les minerais de fer spathique, plus ou moins altérés, sont les seuls qui soient véritablement l'objet des exploitations du canton d'Allevard; en raison de leur texture et des divers degrés d'altération des masses, ils ont reçu dans le pays des noms pour lesquels on n'a jamais été d'accord. Pendant toute la durée de mon travail sur les concessions, j'ai été dans le cas d'examiner avec beaucoup de soins toutes les mines du canton d'Allevard; j'ai vu souvent les exploitans et les mineurs; j'ai recueilli des documens qui me mettent à même de parler avec quelque certitude.

On distingue quatre variétés de minerais de fer, savoir: les *maillats*, les *rives*, les *rives orgueilleux*, et les *mines douces*.

Les *minerais maillat* constituent la variété de fer spathique à grandes facettes. Les lames sont planes ou contournées. Quant à la couleur, ces minerais passent par une infinité de nuances; il y en a de blancs, de noirs, de jaunâtres, de

jaunes, de violets-rougeâtres, etc., etc., etc. On trouve souvent dans un même filon des échantillons de plusieurs couleurs.

Les *minerais rives* ne diffèrent des maillats que par la grandeur des facettes. Ces facettes sont toujours petites, et quelquefois nulles dans les *rives*. Cette détermination est très-vicieuse, puisqu'elle semble exclure des minerais qui auraient des facettes moyennes. C'est ainsi que, dans beaucoup de circonstances, on a confondu les *rives* et les maillats.

Les *rives orgueilleux* sont ceux qui, dans leur composition, contiennent à-la-fois des maillats et des *rives*.

Enfin les *mines douces*, connues sous ce nom même dans les Pyrénées, ne sont autre chose que la décomposition des variétés précédentes, en tout ou en partie. La couleur varie toujours du brun au noir.

Traitemens des minerais.

Les opérations métallurgiques étaient aussi défectueuses que le mode d'exploitation était vicieux. Le minerai qui sortait du sein des montagnes était grillé, puis fondu dans des hauts fourneaux bergamasques; on traitait ensuite la gueuse dans des affineries aussi bergamasques.

Ces procédés ont été décrits dans le *Journal des Mines* pour les usines du Mont-Blanc. On sait que la consommation du charbon dans les opérations du haut-fourneau et de l'affinerie, s'élevait à dix et onze parties pour une de fer ouvré. Ces procédés sont uniformes dans le Dauphiné, la Savoie, le Piémont, l'Italie et la Suisse.

Depuis plusieurs années j'ai déclaré (si on

veut bien me passer l'expression) une guerre continuelle à la méthode bergamasque. Ne pouvant la détruire dans le Simplon, je suis parvenu à la modifier de manière à diminuer le combustible employé. Dans le département de l'Isère je l'ai remplacée, aidé des conseils de MM. d'Aubuisson, Muthuon et Dubosc, par la méthode catalane.

Pour avoir un degré de comparaison qui soit le moins favorable possible à mes résultats, je dirai deux mots sur le traitement direct des *mines douces*, qui avait lieu par intervalles à Pinsot.

Ces *mines douces*, comme nous l'avons dit plus haut, n'étaient qu'une variété de fer spathique noir décomposé; elles sont très-rares dans le canton d'Allevard. Lorsque M. Grasset, propriétaire des forges de Pinsot, pouvait s'en procurer, il trouvait plus d'avantage d'en retirer le fer par une seule opération, que de traiter les fontes ou gueuses. Par ce procédé, il fallait 10, 11, 12 de charbon, non compris le déchet, pour avoir 1 de fer; et une forge, travaillant vingt-quatre heures, ne donnait que 200 livres de fer ouvré (1).

Forges catalanes.

Le département de l'Isère, sous ses divers rapports, offrait en 1814 un vaste champ à la

(1) Dans ce Mémoire il n'est question que du poids de Grenoble, qui est à-peu-près le même que dans tout le Midi. Je n'ai pas cru devoir me servir du quintal métrique, pour qu'on pût comparer plus facilement ces résultats avec ceux qu'on peut trouver dans quelques ouvrages; 120 liv. de Grenoble font 50 kilogrammes.

métallurgie. Dans tous les départemens on avait fait des progrès extrêmement rapides, tant dans l'exploitation des mines de fer, que dans leur traitement. Le Dauphiné seul était resté dans les connaissances du XIII^e. siècle; les forges à fer ne pouvaient plus rivaliser avec celles des départemens voisins, et on n'en fabriquait qu'avec perte.

Il fallait triompher des préjugés et de la routine. Plusieurs personnes connaissaient les essais infructueux du baron de Dietrich, qui n'obtint en 1785, dans les forges de Gudanes (comté de Foix), que du fer très-rouverain et intraitable avec les minerais d'Allevard. On avait depuis fait de nouveaux essais sur les mêmes minerais; mais on n'avait jamais pu obtenir du fer par la méthode catalane.

Avant de faire une étude particulière des mines d'Allevard, j'avais quelque tendance à partager cette opinion; mais après avoir examiné pendant dix-huit mois les mines de fer du département de l'Isère, j'acquis la certitude qu'il existait un grand nombre de couches de minerai de fer spathique, sans mélange de sulfure de fer ou de cuivre, et de toute autre substance capable de donner des fers cassans ou brisans. Dès que j'eus reconnu une parfaite identité de ces minerais avec ceux que l'expérience avait trouvés propres au traitement catalan, je ne pus résister au désir que j'avais de remplacer la méthode bergamasque.

J'entrepris ce travail, conjointement avec M. Grasset, sous l'approbation de M. le comte Molé, directeur général des mines, et je m'empresse aujourd'hui d'annoncer que les forges de Pinsot (Isère) sont en pleine activité, et

qu'elles ont donné les résultats les plus satisfaisans. Je vais entrer dans quelques détails.

J'ai suivi avec une scrupuleuse attention, pendant les trois premières semaines, les travaux métallurgiques de la forge de Pinsot, et la correspondance que j'entretiens avec M. Grasset me fait connaître les résultats des essais opérés, depuis, sur les minerais que je n'ai pu faire traiter moi-même. On a essayé un grand nombre de minerais, afin de choisir les variétés qui étaient les plus propres à ce travail. Dans l'état actuel des choses, tous les *rives*, *rives orgueilleux* et les *mines douces*, donnent de l'excellent fer. Quelques *maillats* ont passé à la forge catalane; mais les fers sont toujours plus ou moins de *couleur* (1). La plus grande partie de ces *maillats*, ou fers spathiques à grandes facettes, n'ont donné que des fers intraitables. Je dirai deux mots à la fin de ce mémoire sur les causes auxquelles je crois devoir attribuer ces défauts.

Les mines douces peuvent passer, comme dans l'Arrière, aux forges, sans grillage préliminaire. Les autres variétés demandent impérieusement cette opération.

Les minerais grillés par les procédés ordinaires, sont cassés en petits fragmens de la grosseur d'une noix et même d'un oeuf, pour diminuer le menu ou *grillade* qui se fait dans les transports jusqu'à l'usine. On a soin, pendant

(1) On distingue la température des fers chauffés par la couleur qu'ils ont prise au feu. On donne le nom de *fers de couleur* à ceux qui ne peuvent se travailler à une couleur déterminée. (Note des Rédacteurs.)

le cassage, de mettre au rebut les parties de la gangue que l'on pourrait rencontrer, ainsi que les morceaux pauvres de minerai que l'on trouve accidentellement.

La mine ainsi préparée, on la passe au fourneau catalan; le procédé est absolument le même que dans le département de l'Arriège, et sous ce rapport, je crois qu'il serait inutile d'en donner la description.

Un feu catalan est desservi par huit ouvriers, savoir : un *foyer*, un *maillet*, deux *escolas* ou fondeurs, deux *pique-mines* et deux *valets*. Ces huit ouvriers composent une *brigade*. Cette brigade se divise en deux parties, et chacune d'elles travaille par poste de six heures.

Dans un poste de six heures, une demi-brigade fait un masset de fer, et immédiatement après elle est relevée par l'autre demi-brigade qui fait aussi son masset dans le même espace de temps; en sorte que dans une semaine entière, on fait 24 feux, et par conséquent 24 massets.

Chaque masset est le produit de 11 à 12 quintaux de minerai (de 458 à 500 kilogrammes), et on consomme pour cette opération six charges de charbon ou 1,080 livres (450 kilogrammes), non compris le déchet dans la charbonnière.

Le produit journalier, pour une seule forge, s'élève en gros fer, terme moyen, à 15 quintaux (625 kilogrammes), et à 90 quintaux (3,750 kilogrammes) par semaine.

La forge chôme les dimanches et les jours de fêtes seulement, à moins qu'elle ne soit en réparation.

Le prix de la manutention, pour chaque quintal de fer, est de 3 francs 50 centimes;

à quoi il faut ajouter 50 centimes environ pour l'indemnité accordée aux ouvriers comme frais de voyage.

D'après cet exposé, on voit que le procédé catalan, dans le département de l'Isère, offre des avantages considérables. On ne consomme maintenant que du tiers au quart du combustible employé par la méthode bergamasque, et un feu catalan donne autant de fer que quatre et une demie forges anciennes travaillant sur la fonte, et que sept à huit forges travaillant sur le minerai par le procédé bergamasque.

Le fer qui provient de la forge catalane de Pinsot est très-doux et très-nerveux. Il est propre à la verge crénelée, à la clouterie, à la fabrication des pelles, des rubans ou cercles, et de tous les instrumens d'agriculture. On le travaille avec la plus grande facilité. J'ai eu l'honneur de présenter à M. le préfet de l'Isère et au conseil général du département, la suite des fers que j'ai adressés à l'Ecole Royale des mines à Paris, et qui provenaient du premier masset sorti de la forge de Pinsot. Ces fers ont paru d'une qualité bien supérieure à tout ce qui avait été fabriqué dans nos contrées jusqu'à présent.

Les avantages de la méthode catalane, surtout pour le département de l'Isère, sont maintenant trop connus pour que je me permette d'en faire le parallèle avec les autres procédés. Sa grande économie la rendra toujours préférable; et malgré quelques imperfections, je n'hésite pas à dire avec M. de Lapeyrouse, que cette méthode (pour le Dauphiné), est sans contredit la meilleure, la plus prompte et la moins dispendieuse de celles qui ont été en

usage pour la fabrication du fer. Je crois même que, par la nature de nos combustibles, on ne pourra jamais la remplacer par d'autres procédés.

Je terminerai ce mémoire par quelques observations sur les minerais employés et sur la qualité des fers qui en proviennent.

Les *mines douces* et les *rives* ont donné jusqu'ici du fer doux et nerveux, qui ne laisse rien à désirer.

Les minerais *rives orgueilleux* donnent également du bon fer; mais parfois il se trouve un peu de *couleur*.

Quelques *maillats* donnent du fer de *couleur*; mais la plus grande partie est intraitable. J'ai fait essayer un grand nombre de ces maillats, surtout les noirs, qui, en apparence, sont les plus belles mines du canton d'Allevard. J'ai constamment remarqué que ceux qui se réduisent facilement en petits fragmens par l'opération du grillage, ne sont pas de nature à être traités aux forges catalanes, tandis que ceux qui résistent plus à l'action du feu, donnent des fers plus ou moins de *couleur*.

Je crus, dans le principe, que les défauts dans les fers provenaient des pyrites que les minerais contiennent. En effet, les rives renferment quelquefois des sulfures de fer, tandis que dans le maillat on trouve des sulfures de cuivre. Je fis apporter beaucoup de soins dans le triage; mais ma surprise fut très-grande, lorsque plusieurs expériences sur du maillat ne donnaient que du fer intraitable. Il fallut alors chercher la solution du problème dans de nouvelles observations.

En examinant la composition des couches et

des filons sur toute la chaîne du département de l'Isère, on trouve que les crêtes des filons ou couches sont constamment de mine douce sans exception, tandis que la partie qui occupe le centre de la montagne est toujours une des variétés rives, rives orgueilleux et maillats.

Il suit de cette observation qu'un filon de maillat se divise en deux parties. La première, celle qui est près du jour, est la mine douce qui donne le fer par excellence; la seconde, celle qui occupe le centre, connue sous le nom de maillat, donne presque toujours des fers de *couleur*; et souvent intraitables.

Nous sommes autorisés à conclure que les intempéries des saisons enlèvent aux minerais la substance qui donne des fers de *couleur*.

En parcourant les analyses des minerais de fer spathique des Alpes, consignées dans le N^o. 124 du *Journal des Mines*, on voit 1^o. que les mines douces ne contiennent jamais de magnésie; 2^o. que cette terre entre jusqu'à 11 pour 100 dans le minerai brut, ou bien 15 pour 100 dans le minerai grillé, lorsque les lames sont plus ou moins grandes.

Divers essais que j'ai faits m'ont confirmé que la magnésie abonde dans un grand nombre de maillats, tandis que les rives en contiennent infiniment moins. Je vais commencer une suite d'expériences docimastiques, pour examiner si on doit vraiment attribuer à la magnésie la défec-tuosité des fers qui proviennent des maillats. J'aurai ensuite recours à la forge de M. Grasset pour faire des essais en grand et pour chercher s'il n'y a pas possibilité de traiter les maillats qui jusqu'ici se sont refusés à donner du fer.

Il paraît peut-être extraordinaire d'attribuer

à la magnésie de donner du fer de couleur ; je n'émetts cette opinion que pour le traitement catalan. En effet , la magnésie étant la seule terre que renferme le minerai , elle ne peut entrer en fusion , et doit par conséquent rester adhérente à toutes les parties du masset. Lorsqu'elle entre en grande proportion , les particules ferreuses , séparées par des parties de magnésie , ne peuvent plus se souder. Cette opinion me paraît d'autant plus vraie , que les maillats ne diffèrent des mines douces que par la magnésie que les premiers contiennent.

J'espère que le travail que j'ai entrepris sur les minerais d'Allevard , viendra à l'appui de ce que j'ai avancé.

Quoi qu'il en soit , ces diverses recherches m'ont toujours fait connaître que les mines douces et les rives donnent des fers qui ne laissent rien à désirer ; que les rives orgueilleux donnent également du bon fer , très - rarement de couleur ; enfin les maillats m'ont présenté une question très-importante à résoudre ; mais dans l'état des choses je ne puis assigner ceux de ces minerais qui peuvent donner des fers susceptibles d'être forgés ; et , moins encore , si je pourrai trouver les moyens de rendre ces mines propres au traitement catalan.

J'ai dû néanmoins , en suite de l'invitation de M. le Directeur général des mines , faire connaître sans délai les résultats de mes diverses opérations. Il m'est très-agréable de pouvoir annoncer que sur quatre variétés de minerai que le canton d'Allevard renferme , trois ont donné des produits très-satisfaisans , et qu'il me reste quelque espoir de pouvoir traiter la quatrième.

EXTRAIT D'UN MÉMOIRE

Sur la possibilité de faire vivre des Mollusques fluviatiles dans les eaux salées , et des Mollusques marins dans les eaux douces , avec des applications à la géologie ;

PAR M. BEUDANT.

Lu à l'Académie royale des Sciences , le 13 mai 1816.

ON sait que dans le sol des environs de Paris on a distingué des terrains de formation marine et des terrains de formation d'eau douce , et que cette distinction est fondée sur ce que les coquillages qui se rencontrent dans les premiers n'ont d'analogie qu'avec des coquillages marins , tandis que les coquillages des autres n'ont d'analogie qu'avec des coquillages fluviatiles.

Cependant M. Beudant avait trouvé en 1808 , dans le grès de Beauchamp , près de Pierrelaye , la réunion des coquillages fluviatiles avec des coquillages marins ; depuis il a reconnu le même mélange dans une couche marneuse aux environs de Vaucluse. En outre , il y a plusieurs autres couches coquillières sur l'origine desquelles les savans sont partagés , parce que les conchyliologistes n'ont pu encore s'accorder sur l'analogie d'une partie de leurs coquillages fossiles , soit avec des espèces marines , soit avec des espèces fluviatiles : telle , est entre autres , cette couche coquillière observée aux environs de Mayence.

Ces considérations jointes à celle de la conservation parfaite de tous ces coquillages , qui donne lieu de croire qu'ils n'ont pas été transportés ,