

lonne, et par  $U$  la vitesse moyenne du piston, il viendra, en divisant par  $de$  :

$$Mg + \varphi(U) = BgH - \frac{BU^2}{2} - \frac{B^3U^2}{2Y^2}$$

ou, plus simplement, en négligeant encore le dernier terme à cause du facteur  $\frac{B^3}{2Y^2}$ , toujours très-petit, comme c'est l'ordinaire, si la surface  $Y$  du réservoir est très-grande relativement à la base  $B$  du piston :

$$Mg + \varphi(U) = BgH - \frac{BU^2}{2}$$

On a vu précédemment qu'on pouvait prendre pour  $\varphi(U)$ , l'expression

$$R' + \Sigma R \frac{U^2 B^2}{b^2} + \Sigma \pi D l (0,00341\dots);$$

on aura donc, en désignant par  $C'$ , le coefficient de  $U^2$ ,  $BgH - Mg - R' = C'U^2$ .

Telle serait alors la relation entre la vitesse moyenne  $U$ , la hauteur  $H$ , la base  $B$  du piston, et les résistances à vaincre.

L'effet de la machine, pour le cas qui nous occupe, se déduirait de l'équation ( $A$ ) en supposant  $u$  constant et égal à  $U$ , et en prenant  $spudt$  entre les limites  $e=0$ ,  $u=U$  et  $e=E$ , ce qui

$$\text{donnerait : } BgHE - \frac{BU^2E}{2};$$

$$\text{et } BgHE - BE \frac{(BgH - Mg - R')}{C'}$$

après avoir substitué la valeur de  $U$  tirée de l'équation précédente. En doublant cette quantité, on aurait l'effet correspondant à chaque oscillation du piston.

## MÉMOIRE

*Sur les minerais de fer des houillères, ou fer carbonaté lithoïde;*

Par M. DE GALLOIS, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines.

LES minéralogistes ont connu de tout temps des minerais de fer terreux; mais les chimistes n'y ayant indiqué que de l'oxide de fer, ils les ont considérés comme tels. Cependant, ils y avaient reconnu des caractères assez différens des autres oxides de fer, pour les autoriser à les classer séparément.

Werner, et avec lui tous les minéralogistes allemands, après avoir décrit les deux espèces d'oxide de fer, qui cristallisent et qui ont l'éclat métallique, le fer oxidulé (*magneteisenstein*) et le fer oligiste (*eisenglanz*), ont formé d'abord deux autres espèces d'oxide de fer, qui ont souvent la texture fibreuse, et qui comprennent les hématites; elles sont distinguées l'une de l'autre par leur couleur, ou, au moins, par celle de leur poussière: l'une est rouge (mine de fer rouge, *rotheisenstein*), l'autre est brune (mine de fer brune, *brauneisenstein*). Enfin ils forment une cinquième espèce, qui est encore regardée comme un oxide de fer, sous le nom de fer argileux (*thoneisenstein*, ou *thonartiger eisenstein*), sans doute parce qu'il est en général plus mélangé de matières terreuses que les autres, et que dans beaucoup de cas il a, au moins en partie, la cassure terreuse.

Celui-ci comprend un grand nombre de variétés assez différentes, et se partage en plusieurs sous-espèces. On n'y voit jamais de tissu fibreux, quoique souvent il soit concrétionné. Sans entrer ici dans tous ses caractères, on peut remarquer que certaines variétés ont la raclure jaune et d'autres la raclure grise; d'autres enfin, mais très rarement, la raclure rouge. Les premières ont de grands rapports avec la mine de fer brune, les dernières avec la mine de fer rouge. Les minéralogistes allemands indiquent le terrain houiller parmi les gisemens de ce fer argileux, mais sans spécifier nettement celle des trois variétés à laquelle ce gisement se rapporte. Ils forment enfin une sixième espèce d'oxide de fer, sous le nom de *mine de fer des gazons* (raseneisenstein), qui donne une raclure jaune, et qui a beaucoup de rapports avec les fers argileux dont la poussière a cette couleur.

M. Brochant, dans le *Traité de minéralogie*, publié il y a seize ans, d'après les principes de Werner, a suivi cette classification, qui est encore adoptée aujourd'hui en Allemagne.

M. Haüy a compris dans son *Traité* les quatre dernières espèces des minéralogistes allemands, en une seule, sous le nom de fer oxidé. Dans son *Tableau* publié en 1809, il a réuni au fer oligiste les variétés rouges de fer oxidé.

M. Brongniart a suivi la même classification; seulement il a subdivisé le fer oxidé en deux sous-espèces, rouge et brun, et il a décrit séparément les variétés décidément terreuses, qu'il regarde comme du fer oxidé mélangé.

Cette marche était en effet la seule que l'on pût suivre à ces époques. Mais depuis, les chi-

mistes ont obtenu des résultats qui ont éclairé sur la nature des fers oxidés: ils ont reconnu que ceux qui donnent une raclure jaune, sont des *hydrates de fer*; on trouve cette espèce dans tous les terrains, mais plus ordinairement près de la surface et dans les terrains récents; elle forme la plus grande partie des minerais traités en France et dans plusieurs parties de l'Allemagne; d'une autre part, les chimistes ont aussi examiné le fer oxidé terreux à raclure grise, et ont reconnu qu'il était composé de *carbonate de fer*. Ce minerai ressemble au calcaire compacte et aux argiles endurcies; mais on le distingue facilement par sa pesanteur et par la couleur brun-rouge qu'il prend au feu. Il appartient aux terrains houillers, et il est exclusivement employé dans les forges d'Angleterre.

Ainsi se trouve expliquée l'incohérence que présentaient les fers argileux de Werner, à raclure jaune et à raclure grise, et on voit qu'ils constituaient réellement deux espèces très-différentes par leur composition chimique, par leur gisement, et, sous beaucoup de rapports, par leur emploi économique.

Cependant M. Jameson, dans son *Traité de minéralogie*, publié en 1816, a encore suivi l'ancienne classification de Werner, quoiqu'il ait eu connaissance des différences chimiques qui distinguent les divers minerais de fer argileux, et qu'il ait rapporté les analyses qui les constatent. Il en est de même dans le *Traité de minéralogie* de MM. Hoffmann et Breithaupt, dont le volume qui traite des mines de fer a été publié en 1816; mais les auteurs ne paraissent pas avoir eu connaissance des analyses dont je viens de parler.

Les détails dans lesquels je suis entré étaient nécessaires pour mettre plus d'ordre et de clarté dans le sujet que je me propose de traiter ; mais c'est du *fer carbonaté des houillères* dont je vais uniquement m'occuper dans ce mémoire.

Son aspect pierreux, et le défaut de données sur l'emploi qu'on en fait en d'autres pays, a sur-tout contribué à le faire négliger en France. Il n'avait pas même été admis dans les collections de minéralogie ; ou du moins, s'il y figurait, c'était à raison de quelque bizarrerie, telle que le *ludus helmontii*, ou les cellules polygones des minerais décomposés du Derbyshire ou des empreintes, des coquilles, etc., qu'il renfermait.

Les notions exactes que nous avons sur ce minerai datent de l'occupation du Palatinat par nos armées, lorsque l'établissement de Geislauntern a appartenu à l'administration des mines de France. M. Lenoir envoya, il y a environ seize ans, au laboratoire des mines, plusieurs échantillons. M. Drappier en fit le premier l'analyse. Les résultats ne furent point publiés ; mais bientôt après M. Descostils les répéta, et il les inséra dans le *Journal des Mines*. Les caractères chimiques du minerai furent enfin déterminés, et on reconnut qu'il était composé de carbonate de fer uni à des terres et de l'eau. MM. Lenoir, Berthier, Clere et Guenyveau (1) en recueillirent

(1) M. Guenyveau trouva de ce minerai, mais sous une autre forme, il y a environ douze ans, entre Saint-Chamond et Saint-Étienne, dans le terrain houiller de la Loire. Une fosse de quelques pieds de profondeur a été creusée, et plusieurs quintaux de minerai en ont été extraits. Le minerai consistait en noyaux de *grès ferrifère micacé*, à gros grains, empâtés dans le grès dur. A la surface du sol ce minerai est

des échantillons sur divers points de la France, et de nouvelles analyses furent faites par MM. Berthier et Leboulanger. C'est donc au laboratoire de l'École des Mines qu'on est redevable de cette découverte.

On savait d'une autre part que les Anglais employaient un minerai différent de ceux qu'on traite en France.

M. de Bonnard le décrit brièvement dans un mémoire inséré, il y a environ douze ans, dans le *Journal des Mines*, à l'occasion d'un voyage qu'il fit en Angleterre. M. Tonnellier, dans une notice sur des renseignements donnés par M. Smith, américain, également insérés dans

d'un jaune de rouille facile à reconnaître ; mais à une certaine profondeur il est gris, et on le confond alors avec le grès ordinaire. Nous citerons, dans le corps du Mémoire, plusieurs exemples de cette altération, et nous ferons voir que le minerai de *fer carbonaté des houillères* passe à l'état de *fer hydraté* lorsqu'il est exposé à l'air. A l'époque dont on parle, on ne le connaissait encore que sous cette dernière forme, et il paraît, d'après cela, que la difficulté de retirer du grès solide de ces masses isolées, et leur changement d'aspect dans le sein de la terre, ont été les causes du peu de suite qu'on a donné à cette tentative, qui a aussitôt été abandonnée que commencée.

Les autres indices de minerais de fer, dont il a pu être question à Saint-Étienne, se rapportent à des argiles, à des grès, et à des schistes rouges en décomposition, que l'on voit principalement près de *Valbenoiste*, de *Firminy* et de *Latour* ; mais ces matières ne sont que colorées par de l'oxide de fer ; elles sont stériles et n'ont aucun rapport avec le fer carbonaté des houillères. On peut affirmer que tout ce qui a été dit ou fait dans ce pays-ci, au sujet de minerais de fer, était enseveli dans la plus profonde obscurité, et comme non venu avant que j'aie fait connaître ceux que je décris dans ce Mémoire : encore ne suis-je parvenu moi-même à fixer quelque attention sur cette découverte, qu'en surmontant les préjugés les plus opposés sur le parti utile que l'on pouvait en retirer.



le journal, présente plus de détails. Les minéralogistes étrangers, et sur-tout M. Karsten, recueillirent des annotations très-étendues sur les diverses localités où ce minéral se trouvait, tant en Angleterre qu'en Prusse, où, à l'imitation de l'Angleterre, il est traité depuis plus de douze ans. M. Héron de Villefosse en cite un grand nombre dans le premier volume de la *Richesse minérale*, et indique la réunion presque constante des mines de houille et des mines de fer dans ces contrées. Enfin Jars, dans ses *Voyages métallurgiques* (en 1774), avait déjà mis sur la voie peut-être plus clairement qu'on ne l'a fait depuis lui. Car, en rendant compte de masses qui se trouvaient dans une couche de houille en Écosse, il dit : « La nature du minéral ou *pièce de fer* est d'un gris noir, d'un grain serré, et ne ressemble à aucun des minerais de fer que j'ai vus jusqu'à présent.... Ce minéral de fer rougit en le grillant; après le grillage il ressemble à un minéral de fer ordinaire. Cette espèce de *pièce de fer* est non-seulement très-commune dans l'Écosse, mais aussi dans le nord de l'Angleterre; renfermée toujours dans les mêmes couches, et au-dessus d'un lit de charbon. » (vol. 1<sup>er</sup>, page 272.) Ces caractères suffisaient pour provoquer des recherches dans toutes les mines de houille de la France.

Les données les plus essentielles existaient donc. Les dernières analyses faites par M. Descostils sur les minerais de Coal-Brookdale étaient très-importantes, puisqu'elles prouvaient une parfaite analogie entre les minerais d'Angleterre, ceux de Sarrebruck et ceux trouvés acciden-

tellement en France (*Annales de Chimie*, 1813). Cependant on s'était peu appliqué à saisir ces analogies; une définition complète de leur nature et de leur gisement manquait encore. Ces données ayant été présentées partiellement dans des mémoires, les faits ont été considérés isolément, et appréciés par peu de personnes. Les minerais de Sarrebruck furent regardés comme propres au sol, les autres localités indiquées en France comme des exceptions peu importantes, et nos maîtres de forge, nos exploitans de mines de houille restèrent convaincus que les mines de houille d'Angleterre renfermaient une espèce de minéral de fer, dont les nôtres étaient dépourvues.

Frappé des riches dépôts des mines de l'*Illyrie*, j'ai cru y observer plus d'uniformité qu'on ne le croit ordinairement; et, guidé par les renseignemens vaguement énoncés qui me sont parvenus sur le minéral de fer anglais, j'ai soupçonné qu'il se rattachait à un fait général (1). De retour en France, je m'occupai à vérifier mes conjec-

(1) Ces observations sont consignées dans un Mémoire, adressé à la Direction des Mines en 1809. J'avais pris à tâche de prouver que la découverte de la plupart des mines et l'importance qu'elles acquièrent dans des pays riches en exploitations, étaient dues plus au genre d'industrie, à la bonne administration et à la persévérance des hommes, qu'au hasard et à des accidens du sol; que chaque nature de terrain, convenablement caractérisé, renferme assez généralement l'espèce de minéral qui lui est propre, et que l'on en trouverait plus fréquemment qu'on n'ose l'espérer, si on savait bien les chercher; que le sol français était aussi abondamment pourvu en minéraux que les autres contrées de l'Europe; seulement, qu'il était beaucoup moins connu, et que nous manquions encore de l'expérience nécessaire pour mettre en valeur ces richesses.

tures; et, appelé à St.-Etienne, j'étais tellement persuadé que des minerais de fer existaient dans ce bassin houiller, que j'avais préparé un travail à ce sujet avant de le visiter. Je m'assurai bientôt, en 1814, de plusieurs gisemens considérables, et je fis des essais docimastiques sur un grand nombre de variétés de minerais de fer, dont j'ai rendu compte à M. le directeur général des Ponts et chaussées et des Mines.

Aujourd'hui la matière semble éclaircie; la nature est plus libérale qu'on ne l'avait présumé. Le fer n'appartient point à quelques terrains houillers privilégiés. Il serait contre toute analogie de supposer le contraire; car puisque la houille se trouve accompagnée des *mêmes grès* et des *mêmes schistes* en Angleterre, en France et par-tout, les mines de houille appartiennent donc à une même formation; elles ont dû être déposées par les mêmes causes, aux mêmes époques, avec les mêmes matières et les mêmes circonstances.

L'étude que je viens de faire des mines de houille et de la constitution géologique de l'Angleterre, la certitude que j'ai acquise que toutes les mines de houille étaient en même temps des mines de fer; de grandes et magnifiques applications de ce principe dont j'ai été spectateur à Dudley et dans la principauté de Galles, où les établissemens sont si propres à exciter le goût le plus vif pour l'industrie, et en faire sentir la haute importance, m'ont déterminé à appeler l'attention sur de semblables richesses minérales que possède la France.

Je vais passer à la description des minerais que j'ai découverts à St.-Etienne et à Rive-de-

Gier; je les comparerai avec ceux d'Angleterre; j'essaierai ensuite de les classer en les considérant métallurgiquement.

*Minerais de la Loire comparés avec ceux d'Angleterre.*

Les minerais de fer de la Loire peuvent être considérés dans quatre états ou gisemens :

- 1°. Les grès ferrifères;
- 2°. Les minerais compactes;
- 3°. Les minerais noirs bitumineux;
- 4°. Les minerais qui ont pris la place de gros végétaux.

A mesure que j'entrerai dans les détails, je rendrai successivement compte des essais au creuset, et des analyses par la voie humide, que M. Leboulanger et M. Berthier ont bien voulu entreprendre, à ma sollicitation, sur une grande variété d'échantillons que j'ai déposés au cabinet de l'Ecole royale des Mines, au mois d'avril 1816 (1).

1°. Les grès ferrifères n'ont pas été distingués jusqu'à présent des grès stériles; les premiers que j'aie observés sont ceux de Rive-de-Gier. Leurs grains sont toujours apparens, quelquefois assez serrés. On y distingue du quartz, du carbonate de chaux, des points gris et noirs, qui sont probablement le carbonate de fer et du mica. La couleur de ces grès varie du gris clair au gris cendré ou enfumé; exposés aux intempéries, ils prennent une teinte jaunâtre ou rougeâtre à la

(1) M. Berthier se propose de publier incessamment, dans les *Annales des Mines*, le détail des analyses des minerais de la Loire, auquel il joindra ceux d'autres minerais recueillis sur divers points du sol français.

surface, et principalement sur les bords et sur les angles; leur cassure est grêue, terreuse, droite à vive arête; ils sont plus durs et plus pesans que le grès ordinaire, et très-résistans aux outils. La pesanteur spécifique varie de 2,70 à 3,00. Ils sont ordinairement pauvres en fer; mais ils mériteraient cependant d'être traités dans beaucoup de cas, sur-tout en les mélangant avec des minerais riches. Ils rendent au creuset depuis 8 jusqu'à 22 de fonte de fer sur 100 de minerai cru. Ils perdent, par le grillage, de 0,13 à 0,20. Par cette opération leur poussière devient d'un rouge briqueté, d'autant plus foncée et plus attirable à l'*aimant* que les minerais sont plus riches, ce qui offre un moyen simple pour les reconnaître. A un feu violent, les grès ferrifères sont fusibles et réductibles sans addition dans un creuset brasqué; mais en ajoutant depuis  $\frac{1}{4}$  jusqu'à  $\frac{1}{3}$  de chaux, on facilite la fusion et on augmente le produit. L'analyse faite sur plusieurs échantillons pris à Rive-de-Gier, a donné de 0,19 à 0,49 de carbonate de fer (de 0,12 à 0,30 de protoxide de fer), de 0,27 à 47 de silice, de 0,03 à 0,06 d'alumine; de 0,04 à 0,13 de carbonate de chaux; de 0,005 à 0,03 de carbonate de magnésie; enfin de 0,06 à 0,08 d'eau. Quelques échantillons n'ont point renfermé de *chaux*, d'autres point de *magnésie*, et dans un on a trouvé trois millièmes d'*acide phosphorique*. L'échantillon venait du *Mouillon* à Rive-de-Gier; sa pesanteur spécifique était de 3,00, et il a rendu 0,17 de fonte de fer à l'essai.

Ils sont presque toujours disposés en couches continues, quelquefois en masses sphéroïdales isolées, empâtées dans le grès stérile. Les couches

sont parallèles à celles du terrain, et elles se trouvent plus ou moins distantes les unes des autres; leur épaisseur est souvent de 4 à 6 pouces, et elles excèdent rarement un pied. Les ouvriers les appellent *manifères*, à cause de leur dureté et de leur pesanteur. On ne fonce guère de puits sans traverser de ces couches.

Les *affleuremens* des grès ferrifères, c'est-à-dire, lorsque les couches continues se présentent au jour, éprouvent diverses altérations qui peuvent servir à les distinguer des grès stériles; ils se forment des fissures qui s'entre-croisent et divisent la couche en *losanges*. Les surfaces de séparation prennent une teinte de rouille qui pénètre plus ou moins intérieurement; elle est sur-tout plus forte sur les angles. Cette couleur est dûe à la décomposition du fer carbonaté et à son passage à l'état de fer hydraté. Plus il y a de fer, plus l'effet est marqué, et la couche finit par être divisée en une suite de masses sphéroïdales, résultats de l'arrondissement des losanges tracées par les fissures. Ces masses sphéroïdales sont alors formées, au moins à leur surface, de croûtes *testacées* concentriques, peu solides, et qui se détachent les unes des autres: le centre est quelquefois intact.

J'ai remarqué ce grès ferrifère avec de semblables altérations dans les terrains houillers d'Angleterre. Je crois que le grès dur, nommé *whin* par les mineurs de *Newcastle*, appartient en grande partie à cette variété. Mais je ne l'ai vu exploité nulle part comme minerai de fer; il est probablement trop pauvre pour être traité, relativement aux autres espèces de minerais; peut-être aussi sa qualité métallifère et sa fusi-



bilité ne sont point encore suffisamment connues.

2°. Les minerais compactes sont les seuls connus jusqu'à présent; mais on les confond encore, dans les ouvrages de minéralogie, sous le nom de minerai argileux, avec le fer hydraté, et probablement avec d'autres espèces, ainsi que nous l'avons dit en commençant ce mémoire. Leur couleur varie du gris clair au gris foncé enfumé, bleuâtre ou brunâtre. Exposés à l'air, ils deviennent plus foncés; ils renferment assez souvent des empreintes végétales, et dans quelques localités des coquilles (1); par insufflation, ils répandent une forte odeur argileuse; ils happent légèrement à la langue; ils sont maigres au toucher; leur cassure est généralement terreuse; unie, quelquefois conchoïde aplatie, d'autres fois parallèle et un peu schisteuse; la pâte en est, en général, fine et très-serrée. Les fragmens sont anguleux et indéterminés, quelquefois aigus; la poussière de ces minerais est grise; ils se laissent racler au couteau; ils sont médiocrement durs; ils sont assez fragiles en morceaux étendus ou minces; mais arrondis et réduits à un petit volume, ils résistent considérablement au marteau. Leur pesanteur spécifique varie de 3,03 à 3,40. Ils perdent au feu de 0,18 à 0,31 de leur poids, et rendent au creuset de 0,30 à 0,36 de fonte sur le minerai cru, ou de 0,44 à 0,50 sur le minerai grillé. Par le grillage ils prennent une teinte d'un rouge brun très-intense. On y a trouvé par l'analyse de 0,65 à 0,74 de

(1) Il y en a même, dans le pays de Sarrebruck, qui renferment des empreintes de poissons. Je n'en ai remarqué nulle part ailleurs.

carbonate de fer (de 0,40 à 0,46 de protoxide de fer), de 0,11 à 0,19 de silice, de 0,005 à 0,03 d'alumine, de 0,005 à 0,08 de carbonate de chaux. Sur quatre échantillons, un seul contenait du carbonate de magnésie; la quantité n'excédait pas trois centièmes. On trouve les minerais compactes de deux manières, en *veines continues* et en *masses réniformes* plus ou moins aplaties, empâtées dans des schistes ordinairement tendres. Dans les deux cas, ils sont toujours disposés parallèlement à la stratification générale du terrain, plus ou moins au-dessus ou au-dessous des couches de houille. Les veines sont presque toujours elles-mêmes formées de masses réniformes articulées les unes dans les autres, et qui se détachent facilement lorsqu'on les exploite. L'épaisseur des *veines continues* n'est jamais considérable. Lorsqu'elle n'excède pas un pouce, il peut s'en trouver plusieurs les unes près des autres. A Plester-Inn, dans le Fifeshire en Ecosse, j'ai vu exploiter, par un seul travail de 7 pieds de hauteur, dix bandes, dont l'épaisseur totale comprenait 27 pouces de minerai pur. Ces veines formaient, avec un schiste friable noir, le toit d'une couche de houille anciennement exploitée. Le gisement de Plester-Inn passe pour le plus riche d'Ecosse. Lorsque l'épaisseur des veines est de 5 à 6 pouces, il y a rarement plus d'une couche exploitée à-la-fois. Si la veine se trouve environnée de matières dures, si elle est loin des couches de houille et qu'elle exige un travail séparé, son extraction devient plus pénible et plus dispendieuse. La plus forte veine que j'aie observée en Angleterre, a 10 pouces d'épais-

seur ; elle fait partie du bassin houiller de Dudley. Je n'ai jamais vu qu'une seule rangée de minerais réniforme dans la même couche de schiste. Ces masses ont rarement plus d'un pied d'épaisseur dans le sens perpendiculaire à la couche ; mais elles peuvent avoir davantage dans l'autre sens, leur plus grande coupe étant toujours suivant leur lit. Il y en a un exemple au toit de la couche de houille découverte, il y a trois ans, à la mine du *Soleil*, près de St.-Etienne. Plus ordinairement ces *balles*, toujours un peu déprimées, ont depuis la grosseur du poing jusqu'à celle de la tête, et quelquefois leur dépression est telle qu'elles ressemblent à des *galeites*, qui ont plus d'un pied de diamètre sur environ un pouce d'épaisseur ; il peut y en avoir alors plusieurs rangées superposées très-rapprochées. J'ai remarqué un semblable *gisement* aux mines de *Reveux*, près St.-Etienne. Les gisements de minerais compactes sont sujets à des interruptions ; quelquefois les veines s'amincissent considérablement ou manquent tout-à-fait, et les masses globulaires, après avoir été rapprochées, deviennent tellement rares qu'elles sont distantes de plusieurs toises les unes des autres ; mais en poursuivant les travaux dans la couche de schiste, on est presque certain de retrouver la suite de ces masses ou de ces veines, avec leur richesse et leur abondance ordinaires, de manière à pouvoir même calculer sur un produit moyen par arpent pour une surface de terrain très-étendue. Les couches ou veines de minerais sont sujettes à tous les relèvemens, rejets, failles, ou autres accidens qu'éprouvent les couches de houille, de ma-

nière que si l'on connaît déjà l'allure de ces couches, on est toujours sûr de retrouver celle des minerais, lorsqu'on vient à les perdre. Le minerais compacte est ordinairement enveloppé de schiste noir luisant, se dilatant à l'air en feuillets minces. Ce minerais s'altère aux affleuremens ; il perd en partie sa ténacité, passe à l'état de fer hydraté brun ou jaune, et renferme des géodes tapissées de cristaux de quartz et de chaux carbonatée ; il prend alors toujours la forme globulaire, et quelquefois la structure testacée, par une suite de décomposition analogue à celle qui arrive aux *grès ferrifères*. Lorsque la décomposition est très-avancée, on remarque au centre des portions globulaires une terre jaune et verdâtre pulvérulente, tandis que les cloisons qui les renferment sont formées de fer hydraté brun solide. La facilité avec laquelle le fer des houillères passe à l'état de fer hydraté, et la décomposition de ce dernier minerais qui se réduit en matières peu consistantes, expliquent pourquoi l'on voit très-rarement des minerais de fer dans les affleuremens, et pourquoi ces minerais ont dû échapper aussi long-temps à l'observation (1). Quelquefois le fer carbonaté est encroûté sur plusieurs pouces d'épaisseur d'une argile grise

(1) Je dois rapporter ici un fait qui m'a souvent frappé, et qui paraîtra sans doute difficile à expliquer. La prompte décomposition des minerais de fer des houillères a principalement lieu lorsque ces minerais sont encore sur place, entre les schistes qui les renferment et près de la surface ; tandis que quand les masses sont détachées de leurs affleuremens et répandues isolément sur le sol, avant d'être décomposées, elles durcissent et semblent résister indéfiniment aux intempéries.



entièrement composée de cônes enchâssés les uns dans les autres, depuis le noyau qui est le minéral compacte jusqu'à la surface qui est enveloppée de schiste noir. Ces croûtes se détachent d'elles-mêmes après quelque temps d'exposition aux intempéries de l'air. J'ai remarqué abondamment de cette argile aux mines de fer de Walhotile, près Newcastle. Le Rev. Hodgson, auteur de recherches très-profondes sur l'emploi des métaux par les anciens (1), et l'historien du comté de Durham, a recueilli, dans les montagnes de transition de cette contrée, une substance analogue quant à la forme, mais qui en diffère essentiellement par sa couleur rouge et par son poids, qui la rapprocheraient des minerais de fer (2).

Voici deux variétés de minerais compactes qui méritent d'être notées ici. On trouve dans les déblais du puits Bonnant, à Rive-de-Gier, un minéral gris d'une texture lâche et avec des lamelles cristallines luisantes et des points formés probablement de portions de houille; sa

(1) *Archæologia cæliana* or miscellaneous tracts relating to antiquity, published by the Society of antiquaries of Newcastle upon Tyne (1816).

(2) Vallérin en cite d'analogue pour la forme, à Helsinborg et à Landscrone, en Suède: il donne à cette substance le nom de *tophus turbinatus*. On voit dans la dernière *Nomenclature* de M. Werner, publiée depuis sa mort à Freiberg, avec des notes par M. Breithaupt, qu'il a placé le *tophus turbinatus*, en général, comme une espèce particulière dans le genre calcaire, sous le nom de *duttenstein* (pierre en cornets). Il en cite dans le Derbyshire, à Newstadt près du Rübenberg, à Hazenberg près Stutgard, etc.

cassure est inégale, tendre; sa pesanteur spécifique est de 3,325; il perd par la calcination 0,27, et rend à l'essai 0,50  $\frac{1}{2}$  sur le minéral grillé, et 0,37 sur le minéral cru. Ce minéral ferait partie d'une couche continue qui aurait au moins un pied de puissance; l'analyse y a prouvé l'absence absolue de la magnésie et du phosphore. L'autre variété se trouve à peu de profondeur près de la mine du *Cros*, aux portes de St.-Etienne. Il y en a deux bancs fort rapprochés, et leur puissance réunie serait de près de trois pieds. Ce minéral est très-compacte; jaune de rouille à la surface et gris cendré à l'intérieur, avec des portions luisantes et des points de pyrites. Sa cassure est un peu esquilleuse; il est très-dur, très-tenace, se laissant à peine entamer avec la pointe du couteau, et fait feu au marteau; il donne, par le grillage, un bel oxide rouge; il se fond et se réduit facilement sans addition. Sa pesanteur spécifique est de 3,400, et il rend 0,42 sur le minéral grillé; mais il a le fâcheux inconvénient de contenir beaucoup de phosphore. L'analyse a découvert, dans un *culot d'essai*, sept parties de phosphore pour cent de fer métallique; il serait conséquemment impossible de traiter ce minéral, si ce n'est pour du *leste* ou pour d'autres objets qui n'exigent pas de ténacité. Il est à regretter qu'on ne puisse pas en tirer un meilleur parti; mais une pareille abondance de minéral serait sans exemple, même en Angleterre. Nous avons observé aux forges de Murkich, en Ecosse, des minerais semblables qu'on a été obligé d'abandonner, parce qu'ils produisaient des mauvaises fontes, et du fer cassant à froid.

3°. Le minéral noir bitumineux, proprement dit, participe des caractères que nous venons d'attribuer au minéral compacte. Il ne forme guère, d'après cela, une variété distincte, et il ne diffère de celui-ci que parce qu'il est plus chargé de bitume; sa raclure est plus foncée et même quelquefois entièrement noire. Il se présente en masses arrondies comprimées, placées isolément au toit ou dans l'intérieur des couches de houille, ou bien enfin séparant deux espèces de houille quelque fois superposées dans la même couche. Ces sphéroïdes sont encroûtées de schiste noir et pèsent souvent plusieurs quintaux; ils sont tenaces, résistent à l'outil, et les mineurs de la Loire les appellent *chiens*; d'autres fois, ils sont très-aplatis, se trouvent sur plusieurs rangées les uns sur les autres, et font partie de ce qu'ils appellent *mairins*, qui sont des noyaux de grès ou de schiste argileux endurci, qui encombrant certaines couches de houille, regardées par cette raison comme des mines d'une mauvaise exploitation. Souvent ces mairins sont entièrement stériles; mais quand ils sont durs, que leur texture est compacte et que leur pesanteur spécifique est de 3,00 à 3,20, ils constituent de véritables minerais de fer. Chauffés dans un vaisseau couvert, ils perdent de 0,30 à 0,35 de leur poids, et laissent encore un résidu carbonéux à l'analyse. Ils rendent de 0,26 à 0,30 sur le minéral cru. Si leur couleur est entièrement noire, et si leur texture est lâche, ils pèsent moins de trois fois le poids de l'eau, et peuvent alors être fort riches. Ils sont, dans ce cas, surchargés de bitume, et perdent au grillage près de

moitié de leur poids. Pour juger de leur qualité métallifère, il faut les griller et examiner le résidu qui, écrasé, est d'un rouge-brun très-attirable à l'aimant. Il est à craindre que ces minerais ne contiennent quelquefois du phosphore, et il convient de les employer avec circonspection. Cependant, sur plusieurs analyses qu'on a faites, on n'y a découvert ni phosphore, ni magnésie, et les culots d'essai obtenus au creuset ont paru de bonne qualité. On voit peu de ces masses appelées *chiens* à Rive-de-Gier; tandis qu'il s'en trouve assez fréquemment dans quelques mines de houille aux environs de St.-Etienne, où il existe d'anciens travaux abandonnés, entièrement remblayés de mairins mélangés avec des minerais. Mais ces minerais contiennent souvent des pyrites, et il devient alors assez embarrassant de les traiter, à raison d'un triage soigneux auquel il faut les soumettre.

4°. Les minerais de fer qui ont la forme extérieure de végétaux n'ont point encore été considérés dans leurs rapports d'utilité. Ils sont plus rares que les autres espèces, parce qu'on a moins occasion de les rencontrer dans leur gisement. Nous ne prétendons point décrire les espèces végétales auxquelles les empreintes ont appartenu; ce travail embrasserait cependant une botanique souterraine du plus grand intérêt. Nous dirons seulement que les espèces nous ont paru assez limitées dans leur nombre, et appartenir à des familles de plantes dont les analogues n'existent plus, du moins dans nos climats. Nous avons sur-tout été frappé de leur identité, par-tout où nous avons eu occasion de les observer en France

et en Angleterre. Il résulterait de cette observation que les terrains houillers sont non-seulement caractérisés par un grès, par des schistes, et par un minerai de fer d'espèces particulières, mais le sont encore par la nature de ces végétaux, et conséquemment par le climat qui rendait le sol propre à les produire à l'époque où ces immenses dépôts ont été formés. La texture ligneuse de ces végétaux a le plus souvent entièrement disparu ; il ne reste que l'empreinte de l'écorce, l'intérieur étant occupé tantôt par un grès à gros grains, semblable à celui du terrain environnant ; tantôt par un grès très-serré, argileux, imprégné de carbonate de fer et de bitume ; tantôt enfin par du minerai compacte gris ou noir, auquel se rapportent tous les caractères spécifiques appartenant à ces variétés. Ces minerais sont toujours enveloppés d'un enduit schisteux noir, et même de houille, formant la partie du moule qui a reçu le détail de l'empreinte. En creusant des puits pour l'exploitation de la houille, il n'est point extraordinaire de trouver des amas assez considérables de ces moules de végétaux renversés les uns sur les autres, et traversant le puits. On les casse par tronçons pour les extraire dans l'espace réservé au creusement ; mais ils se prolongent beaucoup au-delà et appartiennent indubitablement à des corps de végétaux entiers de toutes grandeurs (1). Le

(1) M. Voigt, dans son *Traité sur la houille et les bois bitumineux*, dit : « que les plantes d'un certain volume sont debout verticalement traversant les couches de grès avec leur tige remplie de matières provenant du terrain environnant, »

diamètre varie depuis quelques pouces jusqu'à plus d'un pied ; mais ils sont plus ou moins aplatis dans le sens des couches. Les mineurs en augurent favorablement, et les regardent comme les approches d'une couche de houille ; quelquefois même ces matières font partie du toit. Elles sont alors surchargées de bitume, et conservent souvent intérieurement leur texture ligneuse ; elles se divisent alors de préférence longitudinalement, tandis que, lorsqu'elles ont la texture compacte, elles se cassent en travers. Il y en a de fort riches ; elles renferment souvent des veines de pyrites ; mais il paraît que lorsque les minerais sont très-bitumineux, le soufre est très-facilement dégagé par le grillage. Un semblable échantillon, avec des fibres peu marquées, pris à la mine du *Soleil*, près St.-Etienne, et ayant pour pesantier spécifique moyenne 3,150, a donné les résultats suivans : Perte au feu en vaisseau clos, 0,48 ; résidu charbonneux à l'analyse, 0,08 ; fonte de fer, 0,50 sur la matière calcinée, et 0,26 sur la matière crue ; silice et alumine, 0,02 ; carbonate de chaux, 0,13 ; carbonate de magnésie, 0,015, et acide phosphorique un centième. La matière n'a pas fondu seule ni avec addition de chaux ; mais l'essai a parfaitement réussi avec un mélange de 0,28 de silice, et de 0,19 d'alu-

ce qui indiquerait que ces plantes sont restées dans leur position naturelle (*Journal des Mines*, n<sup>o</sup>. CLVII, p. 44). J'ai également observé ce fait dans les environs de Saint-Etienne. Il y aurait deux manières d'être de ces vestiges de plantes, qui se rencontrent quelquefois dans le même bloc de pierre ; il serait très-curieux de se rendre compte des circonstances qui leur sont propres.



mine. Je présume, si la proportion de phosphore n'excède pas celle que l'on vient d'indiquer, qu'il n'y aura pas d'inconvénient à traiter cette variété, sur-tout si l'on parvenait à en trouver assez abondamment pour mériter une exploitation en grand, ce que je crois généralement possible pour tous les dépôts houillers, en dirigeant convenablement les recherches. Cependant je n'ai point observé qu'on traitât de ces minerais en Angleterre, probablement, ainsi que nous l'avons déjà dit, parce que le minerai compacte suffit à tous les besoins.

Cette énumération prouve avec quelle abondance les minerais de fer existent dans les terrains houillers. En voici une nouvelle variété; elle n'a encore été exploitée que près de *Glasgow*. Le *kennelcoal* paraît faire partie de ce gisement. Sa découverte est due à M. Muchette; elle a rendu un service essentiel aux forges de *Calder*, où trois hauts fourneaux sont en grande partie alimentés avec ce minerai. A la première vue on confond cette variété avec certain *schiste noir* des houillères qu'il convient de décrire ici.

Le schiste stérile est d'un noir de corbeau bleuâtre; sa poussière est grise; il est tenace au sortir de la terre, et résiste au choc du marteau. Cependant il se délite en peu de temps à l'air; il se divise en larges plaques ressemblant à de l'ardoise, et se réduit ensuite en esquilles très-menues. Le minerai est composé de feuillettes minces qui ne se détachent ni facilement ni nettement. Il résiste aux influences atmosphériques. Sa couleur noire est nuancée de petites bandes brunâtres parallèles; sa raclure est brunâtre;

pendant le grillage, il entretient de lui-même la combustion, et au lieu de laisser des résidus blancs ou jaunâtres comme le schiste stérile, il reste un bel oxide noir avec éclat demi-métallique. Il perd plus de moitié de son poids par cette opération; mais l'oxide obtenu rend jusqu'à 0,60 de fonte. On exploite trois couches parfaitement réglées; la plus forte a 26 pouces d'épaisseur. Voici son gisement: au-dessous s'étend une couche de houille recouverte par une couche de schiste gris renfermant des minerais de fer siliceux réniformes non exploités; au-dessus est une couche de *schiste noir stérile*, que nous venons de décrire, d'environ six pouces; vient ensuite une couche de *kennelcoal* de même puissance, et le tout est surmonté de bancs de grès micacés stériles.

Observons encore que le grand dépôt houiller du *Clyde* renferme principalement l'espèce de houille appelée *splintcoal*, qui est propre aux mines d'Écosse.

#### Classification.

En se rappelant ce qu'on a dit, on voit que la contenance en métal des minerais de fer est très-variable; la quantité de métal est souvent insuffisante pour mériter de les traiter, et ces matières se confondent alors avec le grès houiller, susceptible de s'imprégner lui-même de carbonate de fer. Ce rapprochement est évident pour les *grès ferrifères*; mais les *minerais compacts*, dont la texture n'offre plus à l'œil de grains distincts, peuvent également être rapportés à cette roche.

La texture des grès et celle du minerai compacte se rencontrent quelquefois sur un même échantillon ; le mica se fait presque toujours apercevoir en parcelles plus ou moins rares dans les deux variétés, sur-tout à la loupe. L'analyse indique seulement une différence dans les proportions des terres, en démontrant que dans toutes, après l'oxide de fer, la silice unie à un peu d'alumine forme la matière dominante (1). Enfin la commune origine des grès et des minerais semble confirmée par le bitume toujours contenu dans le minerai, et auquel il faut attribuer sa couleur noire et ses nuances de gris, que prennent également toutes les portions du terrain accompagnant (2) ; ainsi on peut regarder les minerais comme des grès plus ou moins fins, mêlés en toutes proportions avec du carbonate de fer et du bitume ; ils ont un caractère qui leur est propre, et ils constituent un type qui appartient aussi essentiellement à la formation houillère que les *schistes* et que les *grès* dont les minéralogistes ont déjà fait des genres exclu-

(1) Dans une seule circonstance, et c'est la dernière analyse que nous avons citée, la silice et l'alumine ne formaient que 0,02 de la masse, tandis que le carbonate de chaux en formait 0,15. L'échantillon pouvait accidentellement constituer un grès avec excès de calcaire.

(2) Nous n'avons point fait entrer dans ces considérations les impressions des plantes ni des coquilles. Les impressions se rencontrent très-fréquemment, mais les coquilles sont rares, ou du moins ne se trouvent que dans quelques localités, empâtées dans des minerais de fer et dans des schistes. Nous ne pensons point que ces impressions ni ces coquilles modifient les observations générales que nous présentons.

sifs, et dont il n'est plus permis de confondre les diverses variétés avec les schistes et les grès appartenant à d'autres terrains (1).

Cette distinction a été utile en géologie, et il convient d'assigner de même une place précise aux minerais de fer. Nous ne prétendons point faire une nomenclature purement scientifique, mais indiquer aux mineurs et aux métallurgistes des moyens pour les chercher dans leurs divers gisemens, et pour les reconnaître sous leurs diverses formes. Voici les noms qui ont déjà été

(1) L'ouvrage dans lequel j'aurais le plus espéré de trouver des renseignemens sur ces minerais de fer, est le *Traité de M. Voigt sur les houilles* (1802 et 1804). Voici ce qu'en dit la traduction insérée dans le N<sup>o</sup>. 157 du *Journal des Mines*, (page 34) : « En Angleterre, on voit des couches de mine argileuse de fer. » Je n'ai jamais vu un pareil fait.

Ailleurs (page 30), M. Voigt, en décrivant les substances étrangères, trouvées dans les couches de houille, dit : « Que ces substances sont principalement des masses terreuses ou pierréuses, appelées *swühlen* par les mineurs allemands..... » Que ces *swühlen* sont, le plus souvent, une argile endurcie, bitumineuse, qui a l'aspect d'un jaspe. Lorsqu'elle est chargée de silice, elle passe au *kieselchiefer*, et donne beaucoup d'étincelles par le choc du briquet. Ces deux extrêmes, l'argile endurcie et le *kieselchiefer*, sont bien caractérisés ; mais tous les intermédiaires qui se trouvent entre eux, méritent dans l'embarras le meilleur oryctogoniste, s'il voulait déterminer avec précision ce qu'ils sont. »

Or, il est évident que parmi ces matières se trouvent des minerais de fer. Ces deux citations suffisent donc pour faire voir que ces minerais n'étaient point connus de M. Voigt, et elles expliquent comment ils ont dû lui échapper dans le cours de ses recherches. Le traducteur, M. D'Aubuisson, cite en note ceux de Gleiwitz, en Silésie, et en indique dans l'affleurement d'une couche de houille, à Frugères, Haute-Loire.

proposés. Il paraît que la silice et l'alumine qu'ils contiennent, et leur odeur fortement argileuse, ont confirmé l'opinion des minéralogistes qui les ont rangés parini les *minerais de fer argileux*; de là les dénominations de *thoneisenstein* ou *thonartigereisenstein* des Allemands, et de *clay-ironstone* des Anglais, qu'ils ont conservées jusqu'à présent, ainsi que nous l'avons dit en commençant ce mémoire. Cependant on savait que cette odeur appartenait plutôt à l'oxide de fer qu'à l'argile pure, sur-tout lorsque le fer est au *minimum d'oxidation*; et on savait que la silice et l'alumine, pouvant se trouver accidentellement mélangées avec toutes les *espèces possibles de minerais*, la présence de ces terres ne suffit point pour établir un caractère minéralogique; ce n'est point d'ailleurs l'*argile* proprement dite qui domine, mais le *grès*, c'est-à-dire des grains de silice unis à une très-petite quantité d'alumine. Quand l'analyse chimique est ensuite venue éclairer sur les parties constituantes de ce minerai, on a cru concilier les résultats obtenus avec la nomenclature déjà reçue, en l'appelant *fer carbonaté terreux* ou *fer carbonaté argileux*; sa nature chimique était en effet exprimée, et on le distinguait du *fer carbonaté spathique*; mais ces épithètes n'étaient point assez tranchées; elles faisaient rentrer dans les anciennes erreurs, et elles ont contribué à perpétuer la confusion dans laquelle on est resté. D'une autre part, la dénomination de *fer carbonaté compacte*, en partie adoptée dans les cours des minéralogistes français, ne s'applique exactement qu'à la variété des minerais *compactes gris*, et ne convient point

aux grès ferrifères ni aux minerais schisteux, ni aux *minerais surchargés de bitume* à raclure brune et noire. Enfin le nom de *fer carbonaté argilo-bitumineux* indiquerait assez exactement tous les composans, et même son origine géologique; mais il est déjà trop long par lui-même, et le deviendrait encore davantage par les épithètes qu'il faudrait ajouter pour exprimer les modifications du minerai. D'après ces considérations, nous proposons le nom de *fer carbonaté lithoïde*, à cause de son aspect pierreux, et parce que ce nom présente une acception minéralogique plus générale. Dans la pratique, nous le nommerons *minerai de fer des houillères*. On le nomme dans les forges d'Angleterre *ironstone*, pierre de fer, pour le distinguer des autres espèces de minerais nommés *ironores*.

Il formerait une sous-espèce à la suite du *fer carbonaté spathique*.

#### *Caractères physiques.*

Couleur : toutes les nuances du gris enfumé jusqu'au noir. Pesanteur spécifique de 0,27 à 0,34. Cassure terreuse conchoïde plate ou schisteuse, en général peu dure, mais résistant aux outils. Raclure ordinairement grise, quelquefois brune ou noire, alors très-bitumineuse et combustible.

#### *Caractères chimiques.*

Ce minerai fait effervescence avec les acides minéraux; il dégage des vapeurs rutilantes,



lorsqu'on le chauffe avec l'acide nitrique; il produit par le grillage, à l'air libre, un oxide rouge brun très-attirable à l'aimant; même effet à la première impression du chalumeau. La perte au feu, par cette opération, varie de 0,13 à 0,50. Il rend au creuset de 0,10 à 0,36 de fonte de fer, et en grand de 0,20 à 0,33 sur la matière crue.

Variétés : les caractères spécifiques sont déjà décrits dans le paragraphe précédent.

*Fer carbonaté lithoïde.*

1°. Siliceux, ou quarzeux micacé; comprenant les grès ferrifères.

2°. Compacte proprement dit, gris enfumé bleuâtre ou brunâtre.

3°. Compacte noir très-bitumineux, en partie combustible, ordinairement empâté dans l'intérieur même des couches de houille, sous-variétés de la précédente.

4°. Schisteux noir nuancé de brun, très-combustible; variété qui jusqu'à présent n'a été exploitée qu'à Calder en Ecosse.

5°. Sous la forme de gros végétaux.

Gris enfumé, bleuâtre ou brunâtre semblable au n°. 2 ci-dessus.

Compacte noir bitumineux, combustible, semblable au n°. 3 ci-dessus.

Noir surchargé de bitume, avec texture ligneuse très-combustible.

6°. Mêmes variétés que toutes celles qui précèdent, avec phosphore, sans caractère extérieur servant à les distinguer, mais qu'il faut connaître chimiquement avant de se hasarder à les traiter en grand.

Le gisement général appartient aux formations houillères; mais on peut trouver de ces minerais dans d'autres espèces de terrains, ainsi que nous allons l'expliquer (1).

Le calcaire gris bleuâtre coquiller, principalement caractérisé par des *entroques*; (*encrinal lime stone*; *bleu mountain lime stone*) des Anglais, et que les minéralogistes regardent jusqu'à présent comme un calcaire de transition, s'étend depuis le Derbyshire jusqu'au nord de l'Angleterre et une partie de l'Écosse, et il forme le fond de tous les bassins houillers d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande. Ce calcaire renferme lui-même des couches de grès, de schistes,

(1) Les minerais de fer carbonaté des houillères ayant été confondus avec d'autres espèces, et notamment avec le fer hydraté, on lui avait attribué divers gisemens qui ne lui appartiennent pas. M. Brochant indique, dans son *Traité*, les minerais de Koalbrookdale qui se rapportent évidemment à l'espèce en question; mais ceux de Westphalie, de Pologne, de Russie, de Norwége et d'Italie, indiqués généralement sans spécification du terrain, doivent, en grande partie, se rapporter au fer hydraté. M. Brongniard indique évidemment du fer carbonaté dans les couches de houille bouleversées et dans les failles des houillères de Layon en Loire, département de Maine et Loire, tandis que les minerais en sphéroïdes jaunes qui se trouvent dans une marne au-dessus d'un banc calcaire, à Tarnowitz, doivent être du fer hydraté. M. Jameson cite des minerais argileux dans les trapps en couches (*flætz trapp rocks*) de l'île Féroé, qui ne sont très-probablement point du fer carbonaté; ceux qu'il cite dans le calcaire stratiforme nouveau, doivent être du fer hydraté, et il n'y aurait réellement que les minerais qu'il indique dans les terrains houillers d'Angleterre et de la Silésie, qui appartiendraient à l'espèce que nous décrivons.

de houille et de *fer carbonaté lithoïde compacte* (1). Il constitue une grande formation qui a généralement précédé celle de la houille dans les grès; il ne la recouvre que sur quelques points en Écosse et en Irlande. Il forme la base d'une partie considérable du sol de l'Angleterre, et s'étend indubitablement sur le continent. Le calcaire noir à entroques, de la Belgique, celui des environs de Namur, celui de Coutances à Mont-Chablon, enfin, des échantillons de ce calcaire recueillis au Hartz, conservent beaucoup d'analogie avec celui d'Angleterre, et ne laissent presque point de doute que l'on en trouvera avec les mêmes matières en France et dans d'autres contrées de l'Europe (2).

Il résulte de ces rapprochemens qu'il peut exister du fer carbonaté lithoïde dans des terrains calcaires et dans des terrains composés, de trois manières: 1°. par des débris du calcaire bleu à entroques; 2°. par des débris de grès et des schistes houillers proprement dits; 3°. par un mélange des deux.

(1) Observations on the geology of Northumberland and Durham, By N. Winch, 1816, p. 67.

(2) Le plomb semble également appartenir à cette formation. C'est dans ce calcaire que sont les fameuses mines de plomb du Northumberland, découvertes depuis une quarantaine d'années, et les mines de plomb du Derbyshire, exploitées de temps immémorial. Des traces de plomb se remarquent presque généralement dans ce terrain, en Angleterre, et on en trouve jusque dans les carrières et dans les pierres exploitées pour la chaux. Il serait très à désirer que l'on ne négligeât pas les indices qu'on a dû trouver en France, dans des terrains analogues, et que l'on y fit des recherches; elles conduiraient très-probablement à des découvertes importantes.

L'étendue que paraît occuper le calcaire bleu à entroques, aujourd'hui en grande partie recouvert par des terrains de nouvelles formations; l'étendue non moins considérable occupée par le terrain houiller, aujourd'hui également en partie recouvert et en partie emporté, fournissent une assez grande masse de matériaux pour justifier notre opinion.

Enfin, nous pensons que le fer carbonaté lithoïde étant très-susceptible de passer par décomposition à l'état de *fer hydraté*, ce dernier minerai que l'on trouve si fréquemment dans des terrains nouveaux, peut aussi, du moins quelquefois, tenir son origine des débris dont nous venons de parler; et nous voyons, par ces rapprochemens, la possibilité de trouver réunies, pour certaines localités, l'une et l'autre de ces deux espèces de minerais, suivant l'état de décomposition plus ou moins avancé du premier.

Il nous reste à joindre ici quelques annotations.

Le fer carbonaté lithoïde renferme dans des fissures et dans des géodes, des cristaux de quartz, de chaux carbonatée et de fer carbonaté. On y trouve du zinc, du plomb et du fer sulfuré. J'ai recueilli à Mestyrtydville, dans le Glamorgan, plusieurs échantillons avec de la galène superficielle et une variété fort jolie de *pyrites aciculaires*. Les fils très-déliés des pyrites, tantôt traversent isolément les géodes en lignes droites sur plusieurs pouces de longueur, tantôt sont roulés comme des cheveux dans des petites cavités, tantôt enfin ces aiguilles partent d'un centre, et empâtées dans la masse même du minerai, elles se dessinent dans les cassures

sous forme d'étoiles. M. Dawson de Bradford m'a fait remarquer une substance qu'il croit être une nouvelle variété de *wavellite*, disposée par taches blanches circulaires radiées sur du minerai de Lawmoor; quelquefois ces taches sont suffisamment marquées pour avoir la plus grande ressemblance avec *l'alumine hydratée*; mais le plus souvent elles se réduisent à de légères piquâtes blanchâtres, presque imperceptibles, dont on ne peut juger que par analogie. Enfin, on trouve dans les cavités du minerai compacte du *clyde de la poix minérale et du bitume élastique* semblable au *caoutchouc minéral du Derbyshire*.

---

*RÉSULTATS PRINCIPAUX de la préparation mécanique de la galène à la mine de Pezey;*

PAR M. P. BERTHIER, Ingénieur au Corps royal des Mines.

CES renseignemens ont été recueillis de 1803 à 1805 par les ingénieurs qui, comme moi, étaient élèves à cette époque. Feu MM. Lemaire et Fangueux y ont la plus grande part. M. Fangueux a fait faire avec le plus grand soin, sous les yeux de M. l'inspecteur divisionnaire Schreiber, alors directeur de l'école des mines, l'expérience en grand qui sera rapportée plus bas.

Il y a à Pezey, pour la préparation mécanique du minerai, deux bocards à neuf pilons, huit caisses allemandes, et soixante-huit tables ordinaires accolées deux à deux et dites *tables jumelles* (1).

Les deux bocards pilent ensemble 2,500 quintaux métriques de minerai trié par mois: ils ne marchent point pendant la nuit. Ces 2,500 quintaux de minerai trié proviennent de 7,000 quintaux de minerai brut. Le schlich produit s'élève, terme moyen, à 400 quintaux par mois, c'est - à - dire, 6 pour  $\frac{2}{3}$  de minerai brut, et 16 pour  $\frac{2}{3}$  du minerai trié.

Les huit caisses allemandes fournissent au moins autant de schlich que les soixante-huit tables jumelles. Les bocards sont servis par des hommes qui gagnent 1 fr. 25 c. par jour; le lavage et le transport des sables et schlams sont exécutés par des femmes, qui sont payées à raison de 45 à 65 cent., selon leur habileté; elles travaillent dix heures par jour.

---

(1) Voyez, pour les détails, le Mémoire de M. Lelivec, *Journal des Mines*, t. XX, p. 430.