

moins incertain, si on réformait l'exploitation des mines, comme cela est indispensable.

2°. Au transport des matières premières : il pourrait avoir lieu par charroi, si le Gouvernement venait à faire achever la grande route de Castres à Lacaune, et réparer le chemin vicinal qui va de cette dernière ville au département de l'Aude par Angles et Monségou.

3°. A la qualité du fer : l'expérience seule peut apprendre si sa nature un peu rouvraine, dépend d'une ou de plusieurs des causes suivantes. 1°. Le fourneau peut être un peu trop *froid*, si par sa construction il n'est pas bien à l'abri de l'humidité. 2°. Le masset peut contenir des parties aciérées qu'on pourrait essayer de réduire (si on ne peut les séparer), soit en augmentant le *rafraichissement* pendant le *feu*, soit en saupoudrant le masset avec de la mine grillée lorsqu'on le sort du foyer, et pendant qu'on le forge. 3°. La méthode de grillage peut avoir un effet nuisible; il est constant que l'action du feu est toujours inégale et souvent trop forte : il paraît indispensable, de toutes manières, de substituer au fourneau actuel, un fourneau conique allongé.

4°. Enfin, à la difficulté momentanée du débit : sous ce dernier rapport, la prospérité de la forge de Monségou dépend, ainsi que celle de plusieurs de nos usines qui sont dans le même cas, de la restauration parfaite et désirée du commerce.

ANALYSES

## ANALYSES

*DES Minerais de fer de la vallée des Arques (département du Lot), et des Scories des forges qu'ils alimentent.*

Par M. P. BERTHIER, Ingénieur des Mines.

LES trois petites usines des Arques, de la Butte et de Péchaurié, sont situées très-près les unes des autres et se ressemblent en tout. Elles renferment chacune un foyer où l'on traite à la manière catalane les minerais de fer argileux qu'on trouve en abondance dans le vaste dépôt tertiaire qui couvre et environne la vallée des Arques. M. Cordier ayant donné, dans son Mémoire statistique sur le Département du Lot, une description précise du gîte minéral et des forges (*Voy. Journal des Mines*, vol. 21, pages 468 et suivantes, et vol. 22, pages 12 et suivantes), je me bornerai à placer ici quelques détails auxquels les résultats qui suivront donneront de l'intérêt.

Le minerai se présente sous des formes extrêmement variées; tantôt sa cassure est compacte; il est en masses tuberculeuses, criblées d'une multitude de cavités irrégulièrement arrondies; celles-ci sont tapissées d'hématites mamelonées et remplies d'argile sablonneuse et ferrugineuse. Tantôt ses fragmens sont feuilletés et contournés de la manière la plus bizarre; alors la même argile s'insinue entre tous

Volume 27.

N

les feuilletés. Rarement on en trouve des morceaux parfaitement purs. Les plus pesans et les plus homogènes, en apparence, renferment toujours des nids et des veinules d'argile. La partie ferrugineuse proprement dite, est riche, et serait fondue avec le plus grand avantage si on pouvait la séparer complètement de l'argile. Malheureusement celle-ci est si intimement mélangée, que par le triage le plus soigné, on ne peut en enlever qu'une partie et non sans perte.

Triage.

C'est principalement pour opérer ce triage que l'on grille les minerais: l'argile se dessèche et devient pulvérulente; sa teinte change, elle devient d'un rouge vif: on dit qu'il est plus facile de la distinguer, ainsi que les morceaux pauvres. D'ailleurs la dureté du minerai diminue. On le trie donc après avoir brisé les masses; ensuite on le porte au magasin où on le concasse de nouveau avant de le fondre: il perd dans cette opération au moins le tiers de son poids, et comme il coûte, brut, 15 centimes le myriagramme, il revient tout préparé à 23 centimes au moins.

Grillage.

On verra que le minerai contient environ 0,15 de son poids d'eau. Le grillage vaporise, terme moyen, les deux tiers de ce liquide. Il est donc utile. On y trouve encore l'avantage de consommer avec profit le menu charbon; mais je pense qu'on ne devrait le faire subir qu'au minerai déjà trié, et qu'un simple lavage auquel on soumettrait les morceaux concassés les nettoierait parfaitement et donnerait autant de facilité à les choisir que l'opération que l'on pratique aujourd'hui.

Les foyers des forges sont extrêmement petits. On n'y passe que 11 myriagrammes de minerais grillé, par feu; 10 myr. en morceaux de la grosseur d'une noix ou d'un petit œuf, et 1 myr. en poussière que l'on jette sur le charbon pendant la fonte. Le produit varie entre 23 et 28 kylogrammes. Il est ordinairement de 25 quand le travail va bien, et atteint rarement le *maximum*: très-souvent il est au-dessous de 23, et il n'est pas rare que la maladie du forgeron ou la pauvreté du minerai soit telle que tout passe en scories. On fait 28 feux par semaine; les ouvriers gagnent 70 fr. s'ils fabriquent moins de 64 myriagrammes de fer forgé en barres, etc.; mais s'ils passent ce terme, ils ont une gratification pour chaque myriagramme excédant, et en outre on leur fait présent d'un ruban quand ils livrent 78 myr. au plus. Ainsi le minerai grillé rend 0,20 à 0,25 de fer, terme moyen 0,22.

La consommation de charbon est si excessive qu'elle va paraître incroyable; cependant je l'ai calculée d'après les données que m'ont fourni isolément plusieurs individus, d'après plusieurs rapprochemens faciles à faire, et enfin d'après le résultat de l'expérience d'un mois pendant lequel on a tout pesé, par les ordres du Comité de Salut public. Je regrette de n'avoir pu faire recommencer cette expérience en ma présence.

On se sert d'un mélange de charbon de chêne et de châtaigner; on en brûle trois sacs par feu. Il faut quatre sacs pour remplir un charriot traîné par deux bœufs. On évalue le poids des quatre sacs de charbon de chêne à 40 myr.

au moins, et celui des quatre sacs de charbon de châtaigner à 30. Ainsi les trois sacs du mélange doivent peser au mois 26 myriagr. : il suit de là, que dans les suppositions les plus modérées, on consomme dix parties de charbon pour obtenir une partie de fer, indépendamment de ce qu'il faut pour le grillage. Les propriétaires des forges estiment la consommation totale et moyenne à 14 pour 1.

Résultats  
économiques.

Partout ailleurs il serait impossible de trouver le plus léger avantage dans une pareille exploitation ; mais aux Arques le charbon, quoique peu abondant, n'ayant point de débouché, est à bas prix. On vend les quatre sacs de chêne 12 fr. et ceux de châtaigner 11 fr. Il est aisé de voir, d'après ces données, que les maîtres de forge ont un bénéfice raisonnable quand le travail va bien. En effet, en une semaine on dépense :

|         |                                      |
|---------|--------------------------------------|
| 250 fr. | pour 22 chariots de charbon.         |
| 71      | pour 308 myriagr. de minerai grillé. |
| 70      | pour frais de main-d'œuvre.          |
| 391     | Total de la dépense.                 |

On fabrique dans le même tems 70 myriagr. de fer. Ainsi les 10 myr. coûtent 56 fr. On les vend 80. Reste un bénéfice de 34 fr. sur lesquels il faut prendre une somme pour l'entretien et les réparations. Quand le produit est au-dessous de 65 myriagr. les frais emportent la recette ; aussi arrive-t-il souvent qu'il ne reste rien aux propriétaires.

Souvent des substances existent en si petites quantités dans un minerai, qu'il est im-

possible de les apprécier ou même de les apercevoir ; cependant elles peuvent influencer beaucoup sur le travail et sur la qualité des produits. C'est dans ces produits qu'il faut les rechercher ; elles s'y accumulent et s'isolent d'autres substances avec lesquelles elles étaient confondues.

J'ai donc analysé les scories et le fer avant les minerais, et c'est, je crois, la meilleure marche à suivre en pareil cas.

Il y a trois espèces de scories aux usines des Arques. Les plus communes, celles que l'on fait couler pendant la réduction du minerai, sont compactes et d'un noir métalloïde. Leur pesanteur spécifique est de 4,20. Les secondes se forment dans quelques parties du foyer quand elles y séjournent long-tems et qu'elles se refroidissent lentement ; elles sont aussi noires métalloïdes, mais leur poussière est un peu brune. Elles sont géodiques et renferment des groupes de cristaux de même nature, qui paraissent avoir l'octaèdre pour élément. On retire les troisièmes du creuzet après qu'on a sorti la loupe. Elles tapissent le fonds et les parois ; leur tissu est spongieux, leur cassure écailleuse et jaunâtre. On y distingue beaucoup de fer métallique en petits filets contournés et du charbon.

Analyse  
des scories.

Les premières scories sont conservées dans la collection du Conseil, sous le numéro 7076. Elles m'ont donné par la voie humide, 0,22 de silice, 0,02 d'alumine, 0,02 de protoxyde de manganèse, et 0,05 de chaux. Fondues avec  $\frac{1}{5}$  de chaux carbonatée pure, elles ont produit 0,57 de fonte et 0,385 de laitier vitreux, transparent, compacte,

couleur de pierre à fusil. En retranchant 0,112 de chaux qui proviennent du carbonate ajouté, il reste 0,273 pour les substances terreuses contenues dans la scorie; résultat d'accord avec celui de l'analyse.

La scorie cristallisée, n<sup>o</sup>.  $\frac{1006}{14}$ , a été simplement essayée avec l'addition d'un cinquième de chaux carbonatée. On a eu 0,44 de fonte, et un laitier aussi bien fondu que le précédent, du poids de 0,535; d'où soustrayant 0,112 de chaux, il reste 0,423 qui représentent la silice, l'alumine, etc.

La troisième, n<sup>o</sup>.  $\frac{1006}{15}$ , étant très-mélangée, on a commencé par en séparer le plus de fer métallique possible par le tamisage: on en a obtenu 0,10. Le reste ayant été fondu avec  $\frac{1}{2}$  de chaux carbonatée, on a eu 0,587 de fonte, et 0,418 d'un laitier semblable aux deux premiers. On a analysé ce laitier, et il s'est trouvé composé de: silice 0,20, chaux 0,17, alumine 0,035, protoxyde de manganèse 0,007, protoxyde de fer 0,005. A l'exception de 0,14 de chaux, ces substances faisaient partie de la scorie. Celle-ci a perdu dans l'essai les 0,135 de son poids; mais ce déficit n'est pas entièrement dû à l'oxygène, puisqu'il y avait du charbon en mélange. Pour trouver dans quelle proportion, j'ai fait dissoudre 10<sup>s</sup> dans l'acide nitro muriatique et filtré; puis après avoir fait sécher fortement la silice, je l'ai pesée, calcinée ensuite, et pesée de nouveau; la différence des poids m'a donné celui du charbon. Il équivaut à 0,05; par conséquent l'oxygène ne s'élève pas à plus de 0,085: or 0,085 d'oxygène n'ont pu être produits que par 0,37 de protoxyde de fer, contenant 0,285 de métal:

l'essai a donné 0,587 de fonte; il y avait donc nécessairement dans la scorie 0,302 de fer métallique en particules assez fines pour traverser le tamis. En faisant abstraction du fer et du charbon mélangés, on voit qu'elle contient: protoxyde de fer 0,58, silice 0,32, chaux 0,045, alumine 0,035, protoxyde de manganèse 0,015, et qu'elle est susceptible de donner à l'essai 0,445 de fonte.

Ainsi les trois scories sont composées comme il suit:

|                                 | La première. | La deuxième. | La troisième. |
|---------------------------------|--------------|--------------|---------------|
| Fer métallique. . . . .         | 0,050. . .   | 0,000. . .   | 0,302         |
| Protoxyde de fer. . . . .       | 0,675. . .   | 0,572. . .   | 0,370         |
| Silice. . . . .                 | 0,220. . .   | . . . . .    | 0,200         |
| Alumine. . . . .                | 0,020. . .   | . . . . .    | 0,035         |
|                                 |              | 0,423. . .   |               |
| Chaux. . . . .                  | 0,015. . .   | . . . . .    | 0,030         |
| Protoxyde de manganèse. . . . . | 0,020. . .   | . . . . .    | 0,007         |
| Charbon. . . . .                | 0,000. . .   | 0,000. . .   | 0,050         |
| Totaux. . . . .                 | 1,000        | 0,995        | 0,994         |
| Fonte à l'essai. . . . .        | 0,570        | 0,440        | 0,587         |

Que le fer soit métallique ou à l'état d'oxyde dans les scories, il n'en est pas moins absolument perdu.

Il faut compter que pour la vitrification de 100 parties de substances terreuses, on consomme 200 parties de fer, qui équivalent à 260 de protoxyde ou 285 de peroxyde. On voit déjà que des minerais calcinés dans lesquels il y aurait 0,26 de terres, ne pourraient point être traités aux Arques, puisqu'ils se convertiraient entièrement en scorie.

Si le potassium joue un rôle dans le travail en grand des mines de fer, son influence ne se-

Richesse  
moyenne  
des scories.

Analyse du  
fer.

rait nulle part plus sensible qu'aux usines des Arques ; car la proportion considérable de charbon qu'on y brûle donne naissance à beaucoup de potasse. J'ai recherché cet alkali dans le fer ; j'en ai dissout 20 grammes ; j'ai précipité par l'hydro-sulfure d'ammoniaque, et j'ai fait calciner le résidu que la liqueur filtrée a produit par l'évaporation ; il s'est volatilisé, à l'exception d'une petite quantité d'oxyde de fer que j'ai lavé à l'eau bouillante et filtré. Le liquide évaporé complètement n'a pas laissé de résidu appréciable. On a plusieurs fois recherché la potasse dans des laitiers de hauts fourneaux, et des scories de forge, sans pouvoir en apercevoir un atôme ; les fontes n'en contiennent pas non plus. Ainsi il est probable que la haute température à laquelle elle se trouve exposée, la volatilise complètement sans lui permettre d'entrer dans aucune combinaison.

Le fer des Arques est excellent ; on en fait des instrumens aratoires que l'on consomme dans le pays : il serait fort recherché dans le département s'il était à meilleur marché ; mais les fers de l'Arriège, rendus à Cahors, coûtent moins, et on les préfère par cette raison. Le fer des Arques est dur et aciéreux ; ses dissolutions laissent une petite quantité de charbon ; c'est la seule substance étrangère qu'il contienne : on n'y trouve pas un atôme de phosphore, de soufre, de chrome ni de cuivre.

Les mêmes raisons qui m'ont déterminé à examiner les scories avant les minerais, m'ont fait commencer l'analyse de ceux-ci par la poussière et les menus débris qu'on jette sur le feu, pour, dit-on, *rafraichir le fer*.

Analyses  
des mine-  
rais.

10<sup>e</sup> n<sup>o</sup>.  $\frac{1006}{1106}$  ayant été fortement calcinés, ont perdu 0<sup>e</sup>,7.

10<sup>e</sup> sur lesquels on a versé de l'acide muriatique, se sont dissous sans effervescence ; il est resté une poudre blanche qui pesait 2<sup>e</sup>,3. On l'a fondue avec de la potasse, et on l'a trouvée composée de 1<sup>e</sup>,9 de silice, et 0,4 d'alumine. On a recherché dans sa dissolution muriatique la chaux, la magnésie, le manganèse et l'alumine : ces deux premières substances n'y existaient point ; il y avait au plus, 0<sup>e</sup>,07 d'oxyde de manganèse et 0<sup>e</sup>,1 d'alumine.

10<sup>e</sup> ont été fondus avec 2<sup>e</sup> de chaux carbonatée. On a eu un culot de fonte du poids de 4<sup>e</sup>,92, et un laitier verdâtre bien vitrifié et translucide pesant 3<sup>e</sup>,62 ; d'où retranchant 1,12 pour la chaux ajoutée, il reste 2<sup>e</sup>,5 de silice et d'alumine colorées par l'oxyde de manganèse et un peu d'oxyde de fer, résultat bien d'accord avec celui de l'analyse.

L'oxyde rouge de fer contient au plus 0,70 de métal ; mais il produit au moins 0,71 de fonte à cause du charbon qui se combine. Le culot de 1<sup>e</sup>,92 représente donc à-peu-près 6<sup>e</sup>,9 d'oxyde. On aurait conclu de l'analyse humide 6<sup>e</sup>,85. Presque toutes les variétés de minerai des Arques sont mélangées de la même argile que le n<sup>o</sup>.  $\frac{1006}{1106}$ , mais en proportions variées. Je n'en ai observé qu'une seule qui en fût absolument exempte. Elle porte dans la collection du Conseil le n<sup>o</sup>.  $\frac{1006}{1106}$ . On l'éloigne avec soin : les ouvriers disent qu'elle contient *du sel*, et qu'elle rend la réunion et la soudure des particules ferreuses difficiles. Ce *sel* n'est autre chose que du quartz en petits grains cristallins, qui pro-

Minerais  
quartzeux.

bablement ne peuvent être entièrement dissous dans les scories avant la réduction, et s'interposent entre les fibres du masset.

La présence de l'alumine est embarrassante lorsqu'on veut rechercher l'acide phosphorique. La variété  $\frac{1006}{5}$  ne contenant pas d'autres terres que la silice, je l'ai employée pour faire cette recherche, et je me suis assuré qu'il n'y existait pas une trace de sels phosphoriques.

Cette même variété perd 0,118 de son poids par la calcination, se dissout sans effervescence dans les acides, et laisse un résidu quartzeux de 0<sup>s</sup>,13.

10<sup>s</sup> ont été exposés au feu de forge avec 1<sup>s</sup>,4 de marbre blanc, le mélange n'a pas fondu. Le culot pesait 7<sup>s</sup>,38 et contenait une multitude de grains métalliques disséminés dans une masse blanche et terreuse. Ayant ajouté 0<sup>s</sup>,4 d'alumine, la fusion a été complète et le laitier parfaitement vitrifié.

Pour savoir jusqu'à quel point l'addition de l'alumine était nécessaire à la vitrification de la silice et de la chaux, on a fondu 10<sup>s</sup> de minerai, 1<sup>s</sup>,4 de marbre, et 0<sup>s</sup>,2 d'alumine. Le résultat a été un culot de fonte de 5<sup>s</sup>,3, et un laitier sans bulles et sans grenailles, absolument transparent, pesant 2<sup>s</sup>,3, quantité à-peu-près équivalente à 1,3 de silice, 0,38 de chaux, et 0,2 d'alumine.

Ainsi ce laitier était composé de :

|                                    |               |
|------------------------------------|---------------|
| Silice. . . . .                    | 0,58          |
| Chaux. . . . .                     | 0,33          |
| Alumine. . . . .                   | 0,08 au plus. |
| Oxyde de manganèse et fer. . . . . | 0,01 au plus. |

On voit qu'il a fallu moins de  $\frac{1}{5}$  d'allumine pour faire un verre parfait avec le mélange de de silice et de chaux. Les 5<sup>s</sup>,3 de fonte que l'essai a produit, indiquent 7<sup>s</sup>,47 d'oxyde rouge, au lieu de 7<sup>s</sup>,52 que donne l'analyse.

J'ai essayé plusieurs autres variétés de minerai grillé et non grillé de cette manière. J'ai calciné pour connaître la proportion d'eau, et fait bouillir avec de l'acide muriatique pour avoir celle de l'argile; ensuite j'ai fondu avec une addition de marbre égale au poids de l'argile, en sorte que la chaux entrât toujours pour un tiers dans les laitiers. Ceux-ci ont toujours été bien vitrifiés, transparents et couleur de silex: ils pesaient un peu plus que l'argile réunie à la chaux. L'acceptation en poids, rarement au-dessus de 0<sup>s</sup>,1, est due à l'oxyde de manganèse et de fer qui colorent le verre.

Un seul échantillon, n<sup>o</sup>.  $\frac{1006}{5}$ , a donné un résultat différent. La calcination lui a fait perdre 0,155, et lui a donné une couleur noire rougeâtre au lieu de la couleur rouge violacée que tous les autres ont prise. Il contenait 0,07 d'argile; et 10<sup>s</sup> fondus avec 0,37 de marbre blanc, ont produit 5<sup>s</sup>,1 de fonte et 1<sup>s</sup>,73 de verre transparent gris de silex; il y avait par conséquent dans ce verre 0,63 d'une substance autre que de l'argile et du fer; c'était de l'oxyde de manganèse: en effet, on en a trouvé par la voie humide 0,07 (*au maximum*). Lorsqu'il y a des substances susceptibles de se vitrifier, cet oxyde se concentre dans le laitier, et il ne s'en trouve qu'une très-petite quantité dans la fonte. On peut profiter de cette propriété pour le séparer du fer et le doser.

Minerai  
manganésifère.

Le minerai  $\frac{1026}{7}$  est feuilleté, extrêmement léger et jaune d'ocre. On le dit de bonne qualité, mais on le fond rarement, parce qu'il est toujours très-terreux.

Résultats  
des analyses.

*Composition des principaux minerais des Arques.*

*Minerais non grillés.*

|                                   | No. $\frac{1026}{7}$ | No. $\frac{1006}{2}$ | No. $\frac{1006}{5}$ | No. $\frac{1006}{6}$ |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Silice. . . . .                   | 0,050.               | 0,050.               | 0,055.               | 0,130                |
| Alumine. . . . .                  | 0,010.               | 0,010.               | 0,015.               | 0,000                |
| Eau. . . . .                      | 0,150.               | 0,145.               | 0,155.               | 0,118                |
| Péroxyde de manganèse. . . . .    | 0,005.               | 0,trace.             | 0,070.               | 0,trace              |
| Péroxyde de fer. . . . .          | 0,805.               | 0,805.               | 0,715.               | 0,747                |
| Fonte donnée par l'essai. . . . . | 0,575.               | 0,575.               | 0,510.               | 0,530                |

*Minerais grillés.*

|                                   | No. $\frac{1006}{3}$ | No. $\frac{1006}{7}$ | No. $\frac{1006}{10}$ |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Silice. . . . .                   | 0,075.               | 0,150.               | 0,190                 |
| Alumine. . . . .                  | 0,015.               | 0,030.               | 0,050                 |
| Eau. . . . .                      | 0,100.               | 0,005.               | 0,070                 |
| Péroxyde de manganèse. . . . .    | 0,007.               | 0,010.               | 0,007                 |
| Péroxyde de fer. . . . .          | 0,816.               | 0,820.               | 0,690                 |
| Fonte donnée par l'essai. . . . . | 0,580.               | 0,585.               | 0,492                 |

S'il y a eu augmentation de poids dans plusieurs analyses, cela tient à ce qu'on a supposé que l'oxyde rouge ne donne que 0,71 de fonte, tandis que ce produit varie dans toutes les expériences, et s'élève quelquefois à 0,72; et aussi à ce que la proportion d'eau est un peu exagérée,

parce que quand on calcine de l'oxyde rouge, les vapeurs combustibles qui pénètrent dans le creuset, désoxydent les morceaux à la surface, et lui font perdre d'autant plus d'oxygène qu'il reste plus long-tems exposé au feu. Pour faire ces expériences avec le plus d'exactitude possible, il convient de chauffer rapidement à un feu vif, de ne point pulvériser le minéral, et de l'employer en gros morceaux.

Le grillage en grand n'expulse pas l'eau tout entière, il en reste, terme moyen, 0,05.

C'est au minerai ainsi grillé qu'il faut tout rapporter, comme on le fait aux forges des Arques. L'analyse des n<sup>os</sup>. 1, 2, 3 et 7, fait voir que le mélange, tel qu'on le fond, contient au moins 0,12 de substances terreuses. Le n<sup>o</sup>. 10 est beaucoup plus pauvre, puisqu'il en renferme 0,24; mais on ne l'emploie que dans la proportion du dixième. On verra bientôt qu'il vaudrait beaucoup mieux ne pas l'employer du tout, et qu'il ne produit pas un atôme de métal.

J'ai dit que pour fondre une partie de minerai, on brûlait deux à trois parties de charbon. Ce charbon laisse une quantité notable de cendres qui se combinent en partie dans les scories. Le bois de chêne produit 0,20 de charbon et 0,013 de cendres; il y a donc 0,065 de celles-ci dans le charbon (*Chimie de Thomson*, vol. 8, pag. 326 et suiv.). Le bois de châtaignier en fournit un peu moins. On peut supposer que le charbon que l'on consomme aux usines ne contient que 0,05 de cendres. La nature des cendres n'est pas la même pour tous les bois et

Quantité  
de cendres  
que produit  
le charbon.

varie avec la qualité du terrain dans lequel croissent ceux-ci ; elles sont en général composées de silice , de sels terreux et de sels alkalis. Il serait certainement très-intéressant, pour les arts métallurgiques, de savoir dans quelle proportion pour les différens bois ; mais jusqu'ici on s'est occupé fort peu de cet objet. Cependant on sait que les cendres de chêne contiennent 0,21 de sels alkalis. Ces sels sont décomposés et volatilisés dans le travail des forges, les sels terreux sont réduits à leurs bases : toute la substance des cendres ne passe donc pas dans les scories. On peut évaluer à 0,4, c'est-à-dire, à 0,02 du charbon, la proportion des matières terreuses fixes, et admettre avec la certitude de rien exagérer, que pour chaque partie de minerai que l'on fond, il faut scorifier 0,05 de terres qui proviennent du charbon.

Richesse moyenne du minerai. Quantité de fer qu'il peut produire.

Puisque 100 de terres absorbent 285 de peroxyde de fer en se scorifiant, les 0,12 que contiennent les minerais, et les 0,05 que fournissent le charbon, en consommeront 0,485, et comme il y a 0,05 d'eau, il n'en restera que 0,345 susceptibles de se réduire en fer, et qui produiront 0,24 de métal. On n'obtient habituellement que 0,22, parce que l'on compte comme productif un dixième de minerai en poussière qui passe tout entier en scories, puisqu'il contient à-peu-près les proportions relatives de métal et de terres (49 pour 24) qui constituent celles-ci. S'il est nécessaire de saupoudrer le charbon pendant la fonte, il faudrait piler exprès des morceaux déjà concassés, et non pas se servir des débris, nécessairement très-sablonneux, qui se détachent des gros mor-

ceux quand on les frappe. Mais on sait assez mal distinguer, aux Arques, les mines riches de celles qui ne sont pas propres à la forge. Les analyses le prouvent assez : il aurait fallu rejeter le n<sup>o</sup>. 7, et admettre au contraire le n<sup>o</sup>. 5, qui ne contient que 0,07 de silice et d'alumine, et qui, d'ailleurs, aurait puissamment contribué à donner de la fluidité aux scories, en apportant une quantité notable d'oxyde de manganèse. Il faut convenir que cette opération est difficile. Le caractère le plus essentiel, la pesanteur spécifique, ne peut être observé, parce que les morceaux sont le plus souvent géodiques, criblés de petites cavités ou feuilletés. Les maîtres de forge devraient avoir sur leurs établissemens les objets nécessaires pour faire des essais et rechercher la partie insoluble ; des creusets, quelques flacons, et de l'acide muriatique leur suffiraient. Ils obtiendraient des résultats précis, et s'accoutumeraient bientôt à distinguer aux faciès, les minerais dont ils auraient à attendre un produit avantageux, et ceux qui, n'étant souillés que par un mélange visible d'argile sablonneuse, seraient susceptibles d'être purifiés par le lavage, après avoir été concassés.

Mauvais triage.

Quoiqu'il en soit, le procédé employé dans les forges des Arques est très-vicieux, 1<sup>o</sup>. parce que le minerai n'est pas assez riche pour être traité à la méthode catalane ; 2<sup>o</sup>. parce que l'on consomme une proportion de charbon beaucoup trop considérable.

La méthode catalane n'est avantageuse que quand le minerai produit environ le tiers de

son poids, et pour cela, il faudrait, aux Arques, qu'il contînt au plus 0,09 de substances terreuses; et l'on doit observer que 0,01 de plus ou de moins n'est pas indifférent, puisqu'il influe de 0,03 sur le produit en moins ou en plus. Cette considération n'est point applicable au travail des hauts fourneaux, parce que dans celui-ci, et c'est un de ses grands avantages, il ne reste presque point d'oxyde de fer dans les scories quand les fondans sont convenablement choisis. Si l'on traitait de cette manière le minerai des Arques, il produirait au moins 0,50 de fonte qui donnerait au moins 0,36 de fer ou d'acier, avec une dépense totale de charbon de 5 au plus pour 1 de fer.

Avantages qu'il y aurait à fondre les minerais des Arques au haut fourneau.

Si les propriétaires des trois forges se réunissaient pour construire une usine, ils pourraient fabriquer annuellement, avec les 21,010 myr. de charbon dont ils peuvent disposer, 4000 à 5000 myriagrammes de fer ou d'acier. Mais cette réunion serait difficile, et on ne trouverait peut-être pas d'emplacement où l'on pût, sans de grandes dépenses, asseoir un haut fourneau, et lui donner le vent nécessaire. Il paraît préférable de changer les usines actuelles en affineries où l'on emploierait la fonte du département de la Dordogne. Les propriétaires pourraient s'approvisionner au haut fourneau de Sauveterre, qui n'est qu'à deux myriamètres, et payer en partie avec du minerai.

Enfin, si l'on veut conserver le procédé actuel, il faut au moins chercher à le perfectionner. Il se peut que le minerai, par sa nature, exige beaucoup de charbon, mais il est impos-

sible

sible que ce soit la seule cause de l'énorme consommation qui a lieu. Il est probable que l'on opère sur une trop petite masse à-la-fois, et que si l'on agrandissait le foyer, on pourrait développer plus de chaleur en économisant le combustible. Les choses ne peuvent être plus mal. On ne courrait que d'heureuses chances en essayant des changemens.

Dans les forges catalanes bien conduites, on brûle 100 à 150 de charbon pour fondre 100 de minerai. Il est facile de conclure de ce qui a été dit, que celui-ci ne doit contenir que 0,10 de terres pour avoir un produit de 0,33 de fer, et 0,12 au plus, s'il ne renferme point d'eau. Quand il est plus pauvre, il vaut mieux le passer au haut fourneau et raffiner ensuite la fonte. Il suit de là que les mines en grains, et toutes celles qui sont de la même formation, ne sont point propres à être converties en fer par une seule opération.

Richesse des minerais propres à être traités à la catalane.

#### *Sur l'hydrate de fer au maximum.*

Toutes les variétés de minerais des Arques non grillés, que j'ai analysées, m'ont donné de l'eau en proportion variable entre 0,12 et 0,15. L'eau n'est point un principe accidentel, c'est un élément nécessaire à l'espèce, comme à tous les hydrates que M. Proust a le premier fait connaître. J'ai été conduit à ce résultat, en remarquant que ce liquide existe, en proportion à-peu-près constante, dans toutes les variétés d'une série de mines de fer qui

Mines des Arques.

Mines en grains.

Grès ferrugineux de Nemours.

différent de toutes les autres par un caractère essentiel et très-saillant. J'ai été à même de faire cette observation sur des mines en grains de différens pays, des argiles très-ferrugineuses, et autres variétés de formation tertiaire; je l'ai vérifié sur un grès ferrugineux qu'on trouve aux environs de Nemours. Ce grès fait partie du grand dépôt de quartz qui s'étend autour de Paris; il est au milieu des sables en masses cloisonnées, ou en grandes plaques, souvent très-minces; sa cassure est compacte, brune et éclatante comme celle de la houille; on y distingue les grains de quartz qui sont empâtés; il est composé de :

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| Quartz. . . . .                | 0,470 |
| Péroxyde de fer. . . . .       | 0,380 |
| Péroxyde de manganèse. . . . . | 0,086 |
| Eau. . . . .                   | 0,050 |
| Total. . . . .                 | 0,986 |

Hématites.

Enfin une partie des hématites sont dans le même cas. J'ai trouvé 0,13 et 0,14 d'eau dans deux variétés qui m'ont paru être pures. C'est cette proportion qui me paraît la plus exacte. Elle se retrouve dans le n°. 6, en faisant abstraction du quartz qu'elle contient. Elle est plus considérable dans les autres, ainsi que dans les mines en grains qui perdent au moins 0,15 de leur poids au feu; mais celles-ci sont mélangées à de l'argile qui renferme aussi de l'eau dans la proportion d'un peu plus de 0,15. Il n'est donc pas étonnant que les minerais les

moins purs soient ceux dont le poids diminue le plus au feu.

Toutes ces substances ont le caractère commun de donner une poussière jaune ou brune tirant sur le jaune. Ce qui prouve que ce caractère est essentiel et distinctif, c'est qu'il disparaît par la calcination; alors la poussière est rouge-violacée ou rouge-noirâtre. La teinte noire est toujours due à l'association de l'oxyde de manganèse. La calcination, en chassant l'eau, détruit l'espèce et la transforme en oxyde de fer au *maximum*. Le caractère de celui-ci est de donner une poussière rouge sans teinte de jaune. Il n'est aucun chimiste qui n'ait eu occasion de remarquer que les mines qui jouissent de cette propriété ne diminuent jamais sensiblement de poids par la calcination.

Caractère essentiel et distinctif de l'hydrate.

Ces deux espèces diffèrent aussi par leur pesanteur spécifique; celle de la première est au-dessous de 4, et celle de la seconde au-dessus de 4,5; mais dans l'une et l'autre espèce, les mélanges la font tellement varier, qu'il est presque toujours inutile de l'observer. Les hydrates surtout, dont la structure est le plus souvent géodique, se refusent à ce genre d'épreuve. Je n'ai trouvé que deux variétés qui puissent s'y prêter, les n°. 1 et 2. Le n°. 1 est brun compacte, à cassure lisse et luisante comme celle de la résine; il pèse 3,4. Le n°. 2 est aussi brun et compacte, mais sa cassure est grenue et matte; il pèse 3,48. Enfin, j'ai trouvé pour une hématite brune, 3,72.

Pesanteur spécifique.

Parmi les hématites, celles qui donnent une

poussière jaunâtre doivent seules être rangées avec les hydrates. Il y en a d'autres qui appartiennent à l'oxyde *maximum*. Elles sont souvent mélangées de différentes substances dont la recherche pourrait être le sujet d'un travail aussi intéressant, sous le point de vue minéralogique, qu'important pour la théorie des arts métallurgiques.

---



---

## SUR LA PHOSPHORESCENCE.

*PRÉCIS d'un Mémoire sur la Phosphorescence.*

Par M. DESSAIGNES.

LE Mémoire dont il s'agit ici, a été couronné, par l'Institut, dans sa séance du 5 avril 1809. Ce Mémoire, rempli d'une infinité de faits aussi nouveaux qu'intéressans, est divisé en cinq chapitres. Dans le premier, l'auteur traite de la phosphorescence en général et de ses divers modes. Il définit la phosphorescence : *une apparition de lumière durable ou fugitive, non pourvue sensiblement de chaleur, et sans aucune altération subséquente dans les corps inorganiques*. Il en distingue quatre sortes : la phosphorescence par élévation de température, celle que présentent les corps qui ont été exposés à la lumière ou à des décharges électriques, celle qui naît de la percussion, de la pression ou du frottement, et la phosphorescence spontanée.

L'auteur a reconnu le premier de ces divers modes de phosphorescence dans presque tous les corps que nous offre la nature, à un très-petit nombre d'exceptions près. Il les a placés pour cela sur un support métallique tenu à une chaleur obscure, pour que l'éclat d'un support incandescent n'empêchât pas d'observer la lumière phosphorique des corps où elle ne brille que faiblement. Il a fait ses expériences sur les corps que la lumière rend