

D. *Expériences faites avec la barre de cuivre plongée dans du mercure à 95°.*

| Rangs des thermomètres. | Températ. observées en degrés de la division centigrade. | Températ. calculées. | Différences entre le calcul et l'observation. | |
|-------------------------|--|----------------------|---|---|
| | degrés. | degrés. | degrés. | |
| 1 | 61,50 | 61,38 | + 0,12 | Ces températures sont comptées au dessus de celles de l'air qui était de 17°,5 division centigrade. |
| 2 | 51,00 | 50,85 | + 0,15 | |
| 3 | 42,00 | 42,12 | - 0,12 | |
| 4 | 35,00 | 34,90 | + 0,10 | |
| 5 | 28,50 | 28,91 | - 0,41 | |
| 6 | 23,75 | 23,96 | - 0,21 | |
| 7 | 19,37 | 19,83 | - 0,46 | |
| 8 | 15,94 | 16,43 | - 0,49 | |
| 9 | 11,25 | 11,27 | - 0,02 | |
| 10 | 8,12 | 7,74 | + 0,38 | |
| 11 | 5,62 | 5,31 | + 0,31 | |
| 12 | 3,75 | 3,64 | + 0,11 | |

Les différences d'abscisses sont les mêmes que dans le tableau C.

La logarithmique a été déterminée de même pour le minimum d'erreur entre les quatre premiers thermomètres.

On a trouvé $\log. a = 0,08171517$, valeur sensiblement moindre que celle qui résulte du plomb fondant.

SUIITE DES EXPÉRIENCES

Sur l'emploi de la houille brute de Rive-de-Giez dans les diverses parties du traitement du fer (1).

Par M. ROZIERE, ingénieur des mines.

SECONDE PARTIE.

Expériences au haut fourneau.

LA houille brute de Rive-de-Giez ayant remplacé plus que son poids de charbon de bois dans les feux de Renardière, il était intéressant de comparer ce résultat avec son emploi au haut fourneau. M. Etienne, maître de forges très-expérimenté, consentit à l'essayer au fourneau de Cours-l'Evêque, et les mêmes essais furent faits par M. Quillard au fourneau de Château-Villain : on choisit l'époque où l'on touchait à la fin d'un fondage, afin de se mettre à l'abri de tout accident.

La houille fut d'abord employée dans la proportion d'un huitième, c'est-à-dire, que dans chaque charge composée de huit resses de charbon de bois, on en retrancha une que l'on remplaça par un pareil poids de houille ; on ne put, comme au feu de forge, la mêler avec du faisil,

(1) La première partie de ce Mémoire a été insérée dans le N°. 97, page 35.

parce que déjà réduite en poudre, il s'en dégageait une quantité considérable d'étincelles : on fut même obligé de l'humecter pour diminuer cet inconvénient.

Les épreuves continuées de cette manière, et la marche du fourneau, ne présentant aucun indice défavorable, on augmenta la proportion de la houille; on la porta à un sixième, diminuant dans la même proportion la quantité de charbon de bois. La chaleur ne semblait pas moindre que de coutume; on remarquait au contraire à la sortie du gueulard plus de flammes, plus d'étincelles, et tout annonçait une digestion complète; mais après un certain nombre de charges, le fondeur trouva que sa tuyère s'encrassait plus rapidement; les laitiers d'abord d'un blanc verdâtre, légers et bien fluides, devenaient peu à peu d'une couleur obscure, peussans, perdaient de plus en plus de leur fluidité, et le bout des tuyères semblait un peu altéré; la même chose eut lieu dans les deux fourneaux.

M. Etienne attribuait cette grande ardeur du gueulard et l'altération de la tuyère, à une augmentation de chaleur intérieure due à l'activité avec laquelle brûle la houille : mais cette augmentation, je crois, n'était qu'apparente, et n'avait lieu qu'à l'embouchure du fourneau. Dans l'intérieur la chaleur était réellement diminuée; on peut en juger : j'ai fait remarquer qu'il se dégageait des étincelles en plus grande quantité qu'à l'ordinaire; ces étincelles se brûlaient pour la plupart à leur sortie du gueulard, et augmentait ainsi la chaleur extérieure aux dépens du combustible destiné à brûler dans le fourneau.

A cette cause de refroidissement ajoutons la vaporisation de l'eau qui absorbe du calorique; il doit même arriver que l'eau se décompose, et qu'il s'en dégage du gaz hydrogène dont la combustion n'a lieu qu'à sa sortie du gueulard; nouvelle cause de l'augmentation de flamme et de chaleur qu'on y remarque, et du refroidissement intérieur; car l'hydrogène passant à l'état de gaz, absorbe plus de calorique que la vapeur d'eau, et l'oxygène de l'eau s'unissant au carbone, le consomme en pure perte. Mais cette explication, sans être contestée en tous points, peut l'être en plusieurs. On ne niera point que la vapeur d'eau en contact avec le charbon ne soit décomposée; mais le courant d'air est si rapide dans les fourneaux, dirait-on, que tous les gaz sont aussitôt emportés dans la partie supérieure : en passant au travers du minerai le gaz hydrogène doit être brûlé en un instant, et le calorique qu'il avait absorbé est restitué; ainsi tout bien analysé, la déperdition de chaleur causée par l'eau, dont la houille est humectée, se réduit à la quantité nécessaire pour la faire passer de l'état de liquide à l'état de vapeur.

L'altération que semble éprouver la tuyère, aurait besoin d'être plus attentivement examinée; je pense qu'elle est due au soufre que contient la houille.

De tous les indices de refroidissement, le moins équivoque est l'état des laitiers : devenant moins fluides, ils prouvent certainement un abaissement dans la température générale du fourneau, je dis générale, parce qu'il ne serait pas impossible que la houille combustible,

plus dense que le charbon de bois, ne brûlât avec plus d'activité, et ne produisît, au point qu'elle occupe, une chaleur plus intense, peut-être même n'augmentât momentanément la chaleur de toute la masse, ce qui n'empêcherait pas d'ailleurs que dans l'intervalle d'une charge à l'autre, la quantité totale de chaleur ne fût moindre qu'à l'ordinaire.

Les deux fourneaux, sur-tout celui de Château-Villain, ayant enfin éprouvé cette sorte d'embarras, que les fondeurs nomment *barbouillage*, on discontinua les essais; ils retournèrent en peu de tems à leur état habituel; la chaleur devint moindre au gueulard, les étincelles diminuèrent, et les leviers reprirent toute leur fluidité.

La houille brute de Rive-de-Giez, l'une des meilleures de France, ne remplace donc pas tout-à-fait au haut fourneau un poids pareil au sien de charbon de bois.

Peut-être paraîtra-t-il étrange que ce même combustible, qui avait remplacé au feu de Renardière, plus d'une fois et demie son poids de charbon de bois, ne puisse pas au haut fourneau en remplacer un poids égal; mais l'on doit observer, 1°. qu'au feu de Renardière on ajoutait à la houille de la poussière de charbon de bois, ce qui produisait la moitié de l'avantage; 2°. que dans le haut fourneau l'agglutination de la houille ne peut servir à concentrer la chaleur comme dans un feu ouvert de tous les côtés, tels que les Renardières.

La houille n'agit donc ici qu'en raison de la quantité de parties combustibles qu'elle contient sous un poids déterminé, et sous ce rapport

rapport elle est, comme on sait, un peu inférieure au charbon de bois, elle l'est aussi au koak, parce que plusieurs des substances qu'elle renferme sont susceptibles de prendre l'état gazeux, ce qui est une double cause de diminution de chaleur.

Le dégagement du soufre ayant été beaucoup moins sensible qu'au feu de Renardière, il convenait de s'assurer s'il ne s'était pas uni à la fonte. On a converti en fer aux forges de Château-Villain, cinq des gueuses fabriquées à la houille, deux ont donné des barres qui se sont cassées plusieurs fois sous le marteau, dès qu'elles eurent pris la couleur rouge cerise, d'autres en fer à-peu-près semblable à celui que l'on fabriquait ordinairement, mais la cinquième donna un fer très-nerveux, et pareille à-peu-près au fer travaillé à la houille, à l'affinerie.

L'influence du soufre sur la qualité du fer est très-sensible dans cette opération, même en n'employant que de très-petites quantités de houille, parce que la portion de soufre qui tend à se dégager, est obligée de passer au travers du minerai, et qu'à mesure que la mine fond et tombe dans le creuset, elle traverse la houille, ce qui multiplie beaucoup plus ses contacts du fer avec le soufre, que dans le feu d'affinerie, où la houille ne sert que d'enveloppe au charbon de bois.

Note sur quelques expériences faites ,
1°. *A la tôlerie.*

Pour rébellier huit tôles , c'est-à-dire , pour aplatir huit petites barres de fer , et les réduire en bandes larges de quatre à cinq doigts , que l'on plie ensuite en deux , et qui prennent le nom de *doublons* , on a employé vingt-six livres de houille , et autant de charbon de bois.

Pour étendre et réduire en feuilles deux troussees , composées de cinq doublons chacune , on a consommé vingt-cinq livres de charbon de terre et trente-huit livres de charbon de bois. Cette quantité de combustible paraîtra peut-être un peu forte ; mais la forge n'était pas échauffée (la tôlerie ne marchant pas alors) , et l'on ne fit ces essais que pour s'assurer de la qualité de la tôle , qui se trouva fort bonne après l'une et l'autre opération ; mais les ouvriers trouvèrent beaucoup de facilité à exécuter la première , et beaucoup de difficultés pour la seconde , quoique la houille n'y formât guère plus que le tiers du combustible. Il conviendrait de se borner à faire la première opération à la houille , et la seconde au charbon de bois.

L'inconvénient que l'on trouve à étendre à la houille , vient de ce que ce combustible ayant peu de volume , relativement à son poids , il est difficile d'y tenir les feuilles de tôle entièrement cachées , ce qui serait pourtant nécessaire pour les empêcher de se brûler ; mais lorsque l'on commence le fer est en barres , qui se

cachent facilement ; la voûte qui se forme rend même l'opération plus facile et plus économique.

2°. *Au martinet.*

Les essais faits au martinet de Donjeux , département de la Haute-Marne , avec la houille brute de Rive-de-Giez , sans mélange de charbon de bois , ont donné un résultat également avantageux ; la qualité du fer n'en a souffert aucune altération. Onze quintaux de houille ont suffi pour passer sous le martinet dix-huit quintaux de fer , tandis qu'au charbon de bois seul la même quantité de combustible n'en passait que quinze à seize cents.

Lorsque les ouvriers sont exercés à ce genre d'opération , le déchet du fer est moindre à la houille qu'au charbon de bois.

3°. *Pour l'affinage de l'acier.*

La houille employée seule a également réussi pour l'affinage de l'acier ; les épreuves ont été faites à l'aciérie de la Hutte , département des Vosges : la qualité de l'acier n'en a pas paru altérée ; la houille remplace dans cette opération plus que son poids de charbon de bois ; le peu d'habitude des ouvriers pour cette manipulation , m'a empêché d'estimer précisément de combien le déchet qu'a éprouvé l'acier , a été beaucoup plus considérable qu'au charbon de bois. Il est probable cependant que ce désavantage (qui est un point fort important) n'est dû qu'au peu d'habitude de l'ouvrier , qui a laissé plusieurs fois brûler l'acier ; et j'ai vu ailleurs ,

notamment à la manufacture d'armes blanches du Clingental, que dans le raffinage de l'acier, le déchet est peu considérable entre les mains d'ouvriers exercés à se servir de la houille.

On voit donc que s'il est certaines opérations du traitement du fer où l'on ne puisse employer la houille brute, il en est davantage encore où elle peut servir; en la désouffrant elle pourrait s'employer dans toutes.

Les difficultés, la cherté des transports, sont un grand obstacle à ce que l'emploi de la houille s'introduise dans beaucoup de pays à forges. Dans les forges où ces expériences ont été faites, le quintal de houille y revient presque au même prix que le quintal de charbon de bois.

Un second obstacle également difficile à surmonter, c'est la répugnance naturelle à tous les ouvriers pour toute espèce de procédé qui s'écarte en quelque chose de leurs habitudes. En outre, tout changement, toute amélioration entraîne, toujours des tâtonnemens dispendieux qui rendent les chefs d'établissements très-circonspects à les adopter, même lorsque l'avantage en est reconnu. Il faudrait qu'ils eussent au moins un ouvrier dressé à cette manipulation particulière.

Le remède à ces deux inconvéniens est entre les mains du Gouvernement: ce n'est que dans un établissement national que les procédés nouveaux peuvent obtenir la perfection nécessaire pour les propager; et ce n'est guère que là qu'il soit possible d'y exercer les ouvriers qui doivent

les pratiquer ensuite ailleurs. A la vérité ce moyen n'a pas échappé à l'attention du Gouvernement, et l'établissement national qui doit être formé à Keislautern pour le traitement du fer, remplira sans doute en grande partie ce dernier objet.

Le moyen le plus assuré de remédier au second inconvénient, serait d'exempter sur certaines routes le charbon de terre des droits de passe: cette exemption n'ayant lieu que pour quelques routes déterminées, ne porterait presque aucune atteinte à cette imposition, et son objet principal étant d'ailleurs d'introduire la consommation de ce combustible dans des parties de la France où elle n'a pas lieu actuellement, on n'ôterait presque rien aux recettes actuelles.

Je vais récapituler ici les quantités de houille que chaque partie du traitement du fer pourrait admettre.

1°. Aux feux d'affinerie ou de Renardières, un cinquième; cette portion, au moyen du faisil qu'on y ajoute, peut remplacer un tiers du charbon de bois employé actuellement.

2°. Au martinet la houille de bonne qualité peut être employée seule.

3°. Dans les batteries on pourrait diminuer de moitié la consommation du charbon de bois.

4°. Pour l'affinage et le raffinage de l'acier elle peut aussi s'employer seule.

5°. On sait que dans les fonderies la houille

peut aussi remplacer le bois, mais on y trouverait peu. D'avantage dans les pays éloignés des houillères ; il serait préférable d'y appliquer l'usage de la tourbe carbonisée.

6°. Enfin, on sait que dans les hauts fourneaux, et sur-tout dans ceux qui travaillent en sablerie, il est possible d'y employer une certaine quantité de houille réduite en koak, sans faire tort à la qualité des produits.

L E T T R E

DE J. H. HASSENFRAZT, *Ingénieur en Chef des mines*, à M. GILLET-LAUMONT, *Conseiller des mines.*

MON respectable ami, vous avez visité l'année dernière une partie des Alpes avec plusieurs élèves de l'École-pratique des mines ; vous les avez parcourues en suivant les traces du célèbre Saussure, et vous vous êtes assuré de la véracité de ses descriptions.

Il est difficile, lorsque l'on a vérifié les détails que le savant géologue de Genève a publiés sur cette chaîne alpine, de ne pas se laisser entraîner à l'opinion qu'il a tout vu dans ces masses colossales, et qu'il n'a rien laissé à découvrir aux voyageurs qui visiteront la même contrée. Plusieurs voyages dans les Alpes m'avaient fait adopter cette pensée, lorsque je me suis déterminé à sortir de la route décrite par cet infatigable voyageur, pour faire quelques excursions autour des chemins qu'il avait suivis ; aussitôt un nouveau spectacle s'est présenté à ma vue ; j'ai aperçu des faits géologiques intéressans, un ordre, une superposition, une stratification de masses qui méritent toute l'attention des géognostes. J'ai reconnu enfin qu'il restait encore une immense récolte à faire aux voyageurs instruits qui visiteraient avec soin ces montagnes. Trop vieux pour me livrer à