

On promet des échantillons d'un beau choix, et qu'aucun ne sera répété, à moins que la même pétrification ne se trouve dans des gangues d'une nature différente, ce qui, au contraire, présenterait un intérêt double pour l'amateur qui les recueille dans des vues géognostiques.

Un état spécificatif accompagnera chaque livraison, et on joindra à la dernière un catalogue explicatif qui rappellera les numéros de toutes les livraisons partielles.

Quant aux pétrifications d'une grande rareté, un morceau comptera pour plusieurs numéros, mais évalué dans la proportion convenable.

Les livraisons se suivront de trois à quatre mois, de sorte qu'il y a lieu d'espérer que dans peu d'années les collections auront acquis le degré de complément possible.

La souscription de la première livraison, qui aura lieu dans le mois de novembre prochain, oblige pour les deux suivantes; mais on ne paiera d'avance que le prix de la première, et chaque souscripteur sera libre, après avoir reçu la troisième, de déclarer si il veut ou non avoir les suivantes.

Quiconque procurera le débit de dix livraisons aura la onzième *gratis*.

On propose des échanges en fossiles ou en minéraux aux naturalistes domiciliés dans des contrées riches en pétrifications, et qui voudront en procurer.

Les lettres et l'argent doivent être adressés, franc de port, à Hanau par Francfort-sur-le-Mein.

Les OEuvres d'Euclide, en grec, en latin et en français, d'après un manuscrit très-ancien, qui était resté inconnu jusqu'à nos jours; par F. PÉTRARD, traducteur des OEuvres d'Archimède: ouvrage approuvé par l'Institut de France; dédié au Roi. Tom. 1<sup>er</sup>, 1 vol. in-4<sup>o</sup>, 1814.

Ce premier volume, qui sera suivi d'un second, contient les 7 premiers Livres des Elémens. A Paris, chez M. PATRIS, Imprimeur-Libraire, rue de la Colombe, en la Cité, n<sup>o</sup>. 4; et se trouve chez l'Auteur, place Cambrai, n<sup>o</sup>. 6; TREUTTEL et WURTZ, Libraires, rue de Lille, n<sup>o</sup>. 17; FIRMIN DIDOT, rue Jacob, n<sup>o</sup>. 24; et chez M<sup>me</sup> veuve COURCIER, quai des Augustins, n<sup>o</sup>. 57.

---

## JOURNAL DES MINES.

---

N<sup>o</sup>. 210. JUIN 1814.

---

### AVERTISSEMENT.

Toutes les personnes qui ont participé jusqu'à présent, ou qui voudraient participer par la suite, au *Journal des Mines*, soit par leur correspondance, soit par l'envoi de Mémoires et Ouvrages relatifs à la Minéralogie et aux diverses Sciences qui se rapportent à l'Art des Mines, et qui tendent à son perfectionnement, sont invitées à faire parvenir leurs Lettres et Mémoires, sous le couvert de M. le Comte LAUMOND, Conseiller d'Etat, Directeur-général des Mines, à M. GILLET-LAUMONT, Inspecteur-général des Mines. Cet Inspecteur est particulièrement chargé, avec M. TREMERY, Ingénieur des Mines, du travail à présenter à M. le Directeur-général, sur le choix des Mémoires, soit scientifiques, soit administratifs, qui doivent entrer dans la composition du *Journal des Mines*; et sur tout ce qui concerne la publication de cet Ouvrage.

---

### SUR PLUSIEURS MOYENS IMAGINÉS

*Pour employer la flamme perdue des hauts fourneaux; des foyers de forges, etc.;*

Par M. P. BERTHIER, Ingénieur des Mines.

M. AUBERTOT, propriétaire, dans le département du Cher, de très-belles usines, qu'il dirige et qu'il administre avec une rare habileté, s'occupe constamment de recherches et d'améliorations. Ayant fait, il y a plusieurs années,

*Volume 35, n<sup>o</sup>. 210.*

E e

un grand nombre d'expériences, dont l'objet était de trouver des moyens d'économiser le combustible dans le traitement du minerai, et dans la fabrication du fer, soit en cherchant à introduire la méthode dite catalane (1), soit autrement, il fut conduit à essayer de tirer parti de la flamme qui sort des hauts fourneaux et des foyers d'affineries. Il imagina d'abord de l'employer à la cémentation de l'acier, ce qui réussit complètement; puis il s'en servit pour calciner de la chaux, ainsi que de la brique et des tuiles, etc. Ensuite il la fit passer dans des fours à réverbère, dans lesquels la température se trouva élevée au point qu'on put y échauffer assez des boulets et des barres de fer, pour marteler les uns et étirer les autres en ba-

(1) Les minerais du département du Cher sont des minerais en grains d'excellente qualité et riches, puisqu'ils rendent jusqu'à 42 pour 100 aux hauts fourneaux, quoiqu'ils contiennent 12 à 15 parties d'eau de combinaison; mais ils ne le sont pas assez pour être traités avec avantage par la méthode catalane. Effectivement M. Aubertot n'en a pu retirer qu'environ  $\frac{35}{100}$  de fer, à la vérité très-bon, mais qui avait occasionné une consommation de charbon trop forte pour qu'on pût le verser dans le commerce avec bénéfice. Ce résultat ne doit point étonner ceux qui savent combien les scories de forge retiennent de métal. J'ai déjà eu occasion de faire voir, dans plusieurs Mémoires, que la méthode catalane ne pouvait être appliquée avec avantage qu'aux minerais fort riches, et susceptibles de produire au moins 50 pour 100 au haut fourneau. On a annoncé, dans les *Annales forestières* (nos. 22 et 37), que la tentative de M. Aubertot avait réussi en diminuant de moitié la consommation du charbon; c'est une erreur. M. Aubertot, au contraire, a tout-à-fait abandonné ce moyen qu'il a jugé inapplicable.

guettes de petits échantillons. Enfin il parvint à lui faire produire à la fois presque tous ces effets, en la faisant circuler dans plusieurs fours placés les uns à côté des autres, et à employer un reste de chaleur à plusieurs usages domestiques.

Cette invention est susceptible d'applications nombreuses, qui peuvent produire de grandes améliorations dans les arts métallurgiques. M. Aubertot se propose de les varier de toutes les manières, en poursuivant ses intéressans travaux sur le traitement des minerais de fer et sur la fabrication de l'acier; mais il pense trop noblement pour chercher à en faire un mystère ou un objet de spéculation: il s'est contenté de se réserver, par un brevet d'invention qu'il a obtenu en 1811, le privilège exclusif de la fabrication de l'acier cémenté; et, loin de songer à contrarier les maîtres de forges dans l'emploi de tout le reste, il s'empresse de leur donner, avec une généreuse complaisance, les renseignemens les plus détaillés et toutes les instructions qu'ils désirent. Presque tous ses voisins font usage de ses procédés depuis plusieurs années, et quelques-uns en retirent de grands bénéfices.

J'ai pensé qu'il serait très-utile de porter à la connaissance de tous les métallurgistes une invention qui peut être aussi féconde, et que la publication des heureux résultats qu'on en a déjà obtenus, serait d'autant plus intéressante, que ces résultats sont maintenant constatés par une expérience de quatre années, et n'ont plus rien d'hypothétique. J'ai visité les usines de Forge neuve, Mareuil, Vierzon et Bigny, dans

lesquels les premiers essais ont été faits, et il m'a été d'autant plus facile d'y recueillir les renseignements qui m'étaient nécessaires, que ces usines appartiennent à M. Aubertot, ou sont sous sa direction, et qu'il a mis l'empressement le plus honnête à répondre à mes questions, et à me procurer la connaissance de ses ateliers.

M. Rambourg, métallurgiste, dont le mérite est connu, m'a fait part aussi des expériences qu'il a commencées, et qu'il se propose de poursuivre dans son grand établissement de Tronçais, où il a établi depuis plusieurs années des fours à chaux et à briques sur ses hauts fourneaux.

Je rendrai compte en même temps de quelques tentatives qui ont été faites, il y a deux ans, dans le département de la Nièvre, par MM. Riondel et Poirier, pour parvenir à économiser le charbon dans l'opération de l'affinage, en enfermant les foyers sous une voûte en briques, etc.; tentatives qui ont la plus grande analogie avec les essais de M. Aubertot, et qui, quoiqu'elles n'aient pas été suivies d'un plein succès, ne doivent pas être abandonnées.

Un des moyens les plus avantageux de tirer parti de la flamme des hauts fourneaux et des feux de forge, parce que les constructions qu'il nécessite sont très-simples et peu dispendieuses, et parce qu'en même temps qu'il est applicable dans presque toutes les localités, il fournit des matériaux dont on fait un usage général et une grande consommation, et qui sont indispensables pour l'entretien même des usines; consiste à l'employer à la cuisson de la chaux et de la brique. Pour cela, on établit un four ordinaire de forme prismatique, et dont les dimen-

Four à  
chaux et à  
briques, et  
à cémenter.

sions doivent être adaptées aux localités, soit sur la plate-forme d'un haut fourneau, soit dans la cheminée d'une forge (Voy. fig. 1, 2, 3, 4 et 5) (1). Sur un haut fourneau, le four peut avoir 20 à 25 décimètres dans œuvre; sa hauteur n'est limitée que par la difficulté qu'il y aurait à le charger; on lui donne ordinairement 40<sup>d</sup>. Le mur de devant rase le bord du gueulard opposé au côté de la charge; deux petits murs latéraux, placés sur la petite masse à droite et à gauche du gueulard, garantissent la colonne de flammes de l'action des vents qui, en l'agitant fortement, pourraient déranger son cours. Au reste, cette précaution n'est pas indispensable, et elle devient tout à fait superflue lorsque la plate-forme est couverte. Dans les premiers essais on avait imaginé de placer à quelques mètres au-dessus du gueulard une plaque de fonte horizontale mobile, pour empêcher l'ascension verticale de la flamme lorsqu'on voulait la faire entrer dans le four; mais on a reconnu depuis que cela est tout-à-fait inutile, et que la flamme suit d'elle-même la voie qui lui est préparée, après quelques minutes de vacillation, pourvu qu'elle ne soit pas contrariée par de trop grands vents. L'ouverture du four est placée immédiatement au-dessus du gueulard: on lui donne 5 décimètres de largeur et autant de hauteur. Elle est garnie d'une plaque de fonte qui peut se mouvoir verticalement, à peu près comme la porte d'un four à réverbère,

Sur un haut  
fourneau.

(1) Voyez la *planche I*, et pour les détails l'explication des figures.

et au moyen de laquelle on fait varier à volonté la grandeur de l'orifice. Il y a une ouverture latérale par laquelle on charge le four. Enfin, celui-ci est ordinairement couvert et surmonté de cinq cheminées, une au centre un peu élevée, et une à chaque angle qui consiste dans un simple trou. Ces cheminées servent à accélérer le tirage, et principalement à déterminer les gaz à se distribuer uniformément dans toutes les parties du four.

On charge à la manière ordinaire, en commençant par placer de grosses pierres calcaires en voûte, puis les pierres menues jusqu'à une certaine hauteur; et ensuite les briques, carreaux, tuiles, etc., par lits et par paquets, entre lesquels on ménage çà et là quelques espaces vides. Il est essentiel que cet arrangement soit fait avec soin, et que la pierre à chaux ne soit pas en morceaux trop petits et trop pressés les uns contre les autres; car il arrive que la flamme se porte de préférence dans les parties où elle trouve le moins d'obstacle et pénètre à peine dans d'autres, d'où il peut résulter une cuisson très-irrégulière et imparfaite. Ordinairement on forme avec la pierre à chaux des voûtes qui sont soutenues par un pilier placé au milieu; mais, lorsqu'on veut faire de l'acier cimenté dans la même opération, ainsi que le pratique M. Aubertot, on préfère n'établir qu'une seule voûte, afin que la caisse puisse occuper le centre du four; cette caisse est placée sur deux petits supports qui l'élèvent un peu au-dessus du sol.

Lorsqu'un four est rempli et qu'on veut le chauffer, on lève la plaque de cinq à six cen-

Cémenta-  
tion de l'a-  
cier.

Mise en  
feu.

timètres; une portion de la flamme y pénètre rapidement, et prend bientôt un cours réglé. On maintient ainsi ce qu'on appelle le *petit feu*, pendant 24 à 36 heures; puis on élève peu à peu la plaque de fonte, jusqu'à ce qu'elle laisse un orifice de 16 à 20 centimètres de hauteur; la colonne de flamme s'introduit tout entière par cet orifice, et on a alors le *grand feu*, qui dure trois ou quatre jours. Le four ne tarde pas à parvenir au *maximum* de chaleur, et devient rouge-blanc. On a remarqué que, lorsqu'on élève la plaque davantage pour recueillir quelques filets de flamme qui s'égarerent quelquefois, la température, loin d'augmenter, s'abaisse sensiblement, parce qu'il s'établit un courant d'air très-rapide qui pénètre dans le four et le refroidit. Au bout de cinq ou six jours au plus l'opération est terminée, de manière que l'on peut faire quatre ou au moins trois fournées par mois. La marche du haut fourneau ne souffre en rien du travail des chauffourniers; ceux-ci manœuvrent derrière la petite masse, et ne gênent en aucune manière les chargeurs qui sont devant le gueulard.

On ne prolonge ainsi la durée de la cuisson que lorsqu'on fait de l'acier cimenté, parce qu'il faut un assez long temps pour que le calorique pénètre au centre de la caisse. Quand on se borne à cuire de la chaux et de la brique, l'opération est beaucoup plus prompte, et peut être terminée en 48, 60 ou 72 heures au plus.

Un four contient 50 à 60 poinçons de chaux et trois ou quatre milliers de briques, tuiles, etc., ou 80 poinçons de chaux sans briques. On paye généralement les ouvriers à prix fait;

E e 4

Durée de  
l'opération

Produits.

on leur donne, terme moyen, 1 fr. par poinçon de chaux; la même mesure ne revient pas au propriétaire à plus de 1 franc 50 c. ou 2 fr., selon la proximité des carrières. Le bénéfice dépend du prix de la chaux; elle vaut souvent, près des usines, et des villes, 4, 5, et même 6 fr. Les maîtres de forges la vendent à un tiers au-dessous du cours, et le gain qu'ils en retirent est encore tel que quelques-uns, placés dans une situation favorable pour le débit de la chaux, se sont fait ainsi, sans risque et sans embarras, un revenu annuel de 3000 fr. : j'estime que cette opération économise 12 à 15 stères de bois, sans compter ce qu'il faudrait consommer pour la cémentation.

Economie.

La caisse à cémenter contient 15 à 18 quintaux métriques d'acier, qui est ordinairement parfaitement cémenté. Lorsqu'on établissait deux voûtes, en plaçant une caisse sous chacune, il arrivait fréquemment que l'opération était imparfaite ou inégale. Les barres qu'on place dans les caisses sont de l'acier naturel : on le préfère au fer doux, parce qu'on a observé qu'il se cémentait beaucoup plus facilement et beaucoup plus uniformément que celui-ci. L'acier qu'on obtient a été trouvé de la plus parfaite qualité par tous ceux qui l'ont essayé. M. Aubertot en a fait de la tôle, du fil que les fabricans d'aiguilles d'Aix-la-Chapelle ont jugé excellent, etc. Il s'occupe à monter des ateliers dans lesquels il lui donnera toutes sortes de formes et le débitera en limes, etc.

Four à cémenter, etc. four à chaux sur une forge.

La flamme d'un feu de forge produit absolument les mêmes effets que celle d'un haut fourneau, et c'est même à l'aide de la première

que M. Aubertot a fait ses premiers essais. Il aurait pu adapter à une forge le four qui vient d'être décrit; mais, comme son objet principal était la cémentation, il a préféré une autre disposition qui est représentée *fig. 4 et 5*. La flamme passe d'abord dans un four semblable à celui d'un boulanger dans lequel on place la caisse à cémenter. De là elle s'élève par les trous percés dans la voûte dans un second four prismatique, dont la hauteur est indéfinie, et qui peut servir à la cuisson de la chaux, des briques, etc. La chaleur est suffisante pour cuire la brique jusqu'à une très-grande hauteur; ou n'en a pas encore cherché la limite, et on n'a jamais chargé le four de plus de 15 milliers de tuiles, carreaux, etc. Ce four et celui de cémentation ont des ouvertures au dehors de l'atelier, en sorte que les forgerons ne savent pas ce qui s'y passe, et ne sont point gênés par les manœuvres; mais ils se plaignent un peu de la chaleur que la muraille très-échauffée près du foyer réfléchit sur leurs bras: pour les en garantir autant que possible, on fait descendre très-bas la hotte qui couvre le feu.

La hotte est garnie, à sa partie supérieure, d'une plaque de fer qui se meut à charnière, et à l'aide de laquelle on intercepte le passage de la flamme dans la cheminée, lorsque l'on veut chauffer les fours: quand il faut les refroidir, au contraire, on lève la plaque, qui, pouvant s'ouvrir plus ou moins, sert jusqu'à un certain point de registre.

Lorsque la cheminée est grande, on peut cémenter auprès d'une forge jusqu'à 25 à 30 quint. métriques d'acier: le feu dure cinq ou six jours.

Petit four à chaux et à briques sur une forge.

Pour terminer ce qui concerne la cuisson de la chaux et de la brique, j'indiquerai un petit four qui a été construit dans les usines de Premery (départ. de la Nièvre), par MM. Riondel et Poirier; il est placé sous la cheminée d'un feu de mazerie dans l'angle opposé au foyer (Voy. fig. 10, 11 et 12); la flamme y est conduite par un tuyau en briques. Il peut contenir cinq ou six poinçons de chaux et un millier de briques; l'opération y réussit parfaitement. Ce four peut être commode lorsqu'on n'a que de petites quantités de chaux et de briques à cuire, pour l'entretien de l'usine par exemple, ou lorsque quelques circonstances obligent de laisser le derrière du foyer entièrement libre. On voit qu'il est possible de conduire les gaz incandescens à une certaine distance du foyer, sans qu'ils perdent beaucoup de leur effet.

Observation.

Si, quant à l'effet, il paraît indifférent d'employer la flamme d'un haut fourneau ou d'une forge, il n'en est pas ainsi quant à la commodité du travail et à l'économie de la main-d'œuvre. La préférence qu'on doit donner à l'un ou à l'autre, dépend principalement des localités. Un haut fourneau, roulant ordinairement pendant un long temps d'une manière uniforme et sans interruption, a l'avantage de procurer un courant de flamme continu et toujours à la disposition des ouvriers; ce qui permet d'établir dans le travail tel ordre qu'il convient sans crainte de le voir jamais dérangé; au contraire, le roulis d'une forge étant irrégulier, arrêté à des époques variables, et fréquemment interrompu par des circonstances imprévues, les ouvriers qui travaillent au four chauffé par la

flamme du foyer, sont obligés de se concerter avec les forgerons, et se voient souvent forcés de suspendre leurs opérations pour attendre la mise en feu. D'un autre côté, les forges, bâties presque au niveau du sol, sont presque toujours dans une situation qui facilite beaucoup les manœuvres; tandis que la grande élévation des hauts fourneaux oblige d'établir des machines pour monter les matières dont on doit charger les fours; cet inconvénient, qui occasionne une augmentation de dépense, n'a pas lieu lorsque les hauts-fourneaux sont adossés à un coteau et que leur plate-forme est au niveau du sol: aussi dans ce cas doit-on les préférer aux forges pour la cuisson de la chaux et des briques, pour la cémentation, etc. La flamme des forges peut servir avec beaucoup d'avantage à d'autres usages pour lesquels l'emploi des machines comprimantes est nécessaire, et qui permettent de suspendre le travail à volonté; telle est l'opération du cinglage des boulets, et celle de l'étirage des barres de fer en échantillons de petites dimensions, etc. Ces opérations s'exécutent ordinairement à un feu de chaufferie particulier, qu'on appelle le *feu de martin*, dans lequel on consomme une assez grande quantité de charbon. M. Aubertot a imaginé de le remplacer par un four à réverbère, dans lequel il fait passer la flamme d'un feu de forge, et cela lui a parfaitement réussi, quelle que fût la grandeur du foyer. Les fours qu'il a établis à Vierzon, et dont il fait usage depuis plusieurs années, sont chauffés par une petite forge ou par une mazerie.

Le four est placé sous la cheminée (Voyez

Four à réverbère chauffé par la flamme d'une forge.

fig. 6, 7, 8 et 9); l'ouverture par laquelle on travaille est pratiquée dans un des murs latéraux, en sorte que les ouvriers ne se gênent point les uns les autres. La flamme du four entre, par un canal arrondi élevé de quelques décimètres au-dessus de l'aire, dans le four à réverbère qu'elle traverse dans toute sa longueur. Arrivée à l'extrémité, elle en sort par une petite cheminée ménagée dans la maçonnerie au-dessus de la porte; quelquefois, pour l'obliger à raser le sol et à l'échauffer, on lui donne issue par deux petits conduits placés de part et d'autre de la porte. La température s'élève promptement à un haut degré dans ces fours. Non-seulement on peut y échauffer assez de boulets fort gros pour les marteler et les arrondir; mais il arrive souvent que ceux-ci se ramollissent, et on les a vus s'affaisser et se fondre tout à fait. La manœuvre est rapide et facile, les marteleurs sont occupés sans relâche, et il y a à la fois économie de temps et de combustible.

Cinglage  
de boulets.

Etirage du  
fer.

On parvient à échauffer à blanc, dans ces fours, des pièces de fer de 60 kilogrammes, et même à y souder des essieux de voiture du poids de 100 kilogrammes. Cependant la chaleur n'y est pas assez intense pour qu'on puisse cingler les masseaux dits *Encrenés*, premiers produits de l'affinage très-mélangés de scories, qui ne sont exprimées par les marteaux que lorsqu'elles sont amenées à un état complet de liquidité.

Mais le parti le plus utile qu'on en puisse tirer consiste à les employer à chauffer les grosses barres de fer affiné qui ont passé sous le marteau, et qui ont ordinairement 30 lignes

d'équarrissage, pour les débiter en verges et baguettes de toutes dimensions, soit à l'aide de martinets, soit au moyen des machines appelées *fenderies*. Il en résulte une économie très-grande dont tous les maîtres de forges sont à portée de profiter: il est à désirer que l'usage s'en propage.

L'économie résulte, 1°. du combustible qu'on est dispensé de consommer; 2°. de la diminution du déchet. Pour s'en faire une idée, je prends l'exemple de l'étirage de barres de 30 lignes d'équarrissage, en fer rond de 3 lignes de diamètre, c'est-à-dire, du plus petit échantillon. Lorsqu'on fait cette opération au feu de martinet, on consomme par millier métrique une quantité de charbon qui équivaut à trois ou quatre stères de bois, et dont le prix est évalué, dans le département du Cher, à au moins dix francs, et on éprouve un déchet de 50 à 60 kilogrammes; au four à réverbère, ce déchet n'est que de 20 à 25 kilogrammes. Ainsi, indépendamment de la célérité et de la commodité du travail, on gagne par millier dix fr. de charbon et la valeur de 30 kilogrammes au moins de fer, qui est d'environ 20 fr., au total 30 fr.

Economie.

La diminution du déchet est un effet remarquable qui tient à ce que les gaz, à leur entrée dans le four, ont épuisé presque tout l'oxygène de l'air, avec lequel ils se sont mêlés en sortant du foyer; et à ce que, par conséquent, lorsqu'ils traversent la voûte, ils n'ont plus la faculté d'opérer l'oxydation: effectivement, si on jette du charbon ou du bois dans le four, ils ne se brûlent pas; le charbon rougit et reste ainsi fort long-temps sans se consommer, le bois

Observation.

se carbonise, et n'est peu à peu détruit que par les bouffées d'air qui s'introduisent de temps à autre dans le four par la porte destinée au travail.

De pareils fours seraient également bien échauffés par la flamme d'un haut fourneau ; mais il faudrait les destiner à des usages différens que ceux qui viennent d'être indiqués à cause de l'éloignement des machines.

Dans de grands ateliers où se trouvent réunis un grand nombre d'individus, les plus petits moyens d'économie sont intéressans lorsque leur effet se répète chaque jour. A Bigny, principal établissement de M. Aubertot, on fournit aux ouvriers tout le bois qui leur est nécessaire, et on en consommait beaucoup pour les lessives et pour la cuisson du pain ; depuis quelques années cet objet de consommation et de dépense n'existe plus ; la flamme d'un feu de forge y supplée. On a établi dans une même pièce, toujours ouverte aux ouvriers, un grand four à pain et une chaudière scellée sur un fourneau (Voy. fig. 6, 7, 8 et 9). Le four et le fourneau communiquent par des conduits en briques avec un four à réverbère construit sur un foyer de forge et chauffé par lui : chaque conduit est muni d'une soupape qui sert de registre ; en levant plus ou moins l'une ou l'autre de ces soupapes, on chauffe, au moyen du courant de gaz incandescent qui s'établit, le four ou la chaudière au degré qu'on désire. L'eau est mise en ébullition en quelques minutes. Les ouvriers font grand cas de cette invention qui leur épargne quelque peine, et en sa faveur ils supportent avec résignation la chaleur que

Four à pain, chaudière à lessive.

les constructions établies sur les forges leur projettent sur les bras d'une manière quelquefois fort pénible.

Il y a encore une très-grande économie à employer la flamme perdue, à disposer les gueuses à entrer en fusion, pour leur faire subir l'opération préliminaire à l'affinage qu'on nomme *mazéage* ; mais il serait nécessaire de faire de nombreux essais pour arriver à un procédé exempt d'inconvéniens. A Vierzon, où on a fait quelques tentatives à cet effet, et où on a même suivi pendant quelque temps un mode fort avantageux sous beaucoup de rapports, on a trouvé que le fer qu'on obtenait n'était point d'une aussi bonne qualité qu'à l'ordinaire, et on a ajourné les recherches. Ce mode consistait à envelopper la gueuse sous une voûte très-basse en briques, espèce de four à réverbère que traversait la flamme du foyer (Voy. fig. 10, 11 et 12). La gueuse devenait rouge dans toute sa longueur ; elle était molle à son extrémité antérieure, et entraînait en fusion avec une très-grande promptitude. Il fallait vider le creuset à des intervalles très-courts. On gagnait au moins moitié sur la main-d'œuvre, on économisait une très-grande quantité de charbon, et on avait remarqué que le déchet était beaucoup moindre. Ce procédé aurait été applicable aux grosses forges, mais malheureusement le fer, ainsi que je l'ai dit, n'était point de bonne qualité.

Je crois qu'on aurait tort de se laisser décourager par ce résultat, et qu'il y a lieu d'espérer que des expériences bien faites conduiraient à des perfectionnemens importans. Il me paraît

Mazéage avec four à réverbère enveloppant la gueuse.

qu'il est nécessaire que la fonte ne se liquéfie que peu à peu, pour que toutes ses parties soient successivement exposées à l'action du vent; qu'il ne faut pas chercher à gagner sur le temps, ni même espérer réduire de beaucoup le déchet, mais bien de tâcher d'obtenir le même effet que dans le procédé ordinaire, en diminuant la consommation du combustible. Il est évident que, dans la disposition adoptée, il y a excès de chaleur, et que c'est cet excès qui produit le mal: qu'on essaye donc de réduire les dimensions du creuset, sa profondeur, la quantité de charbon dont on le remplit, peut-être la force du vent, en conservant le réverbère qui recouvre la gueuse, et il est probable qu'on atteindra le but désiré. Cet objet est digne de l'attention des métallurgistes instruits.

Essai d'affinage dans un foyer couvert.

MM. Riondel et Poirier, dans les essais qu'ils ont faits à Prémery (départ. de la Nièvre), n'ont pas eu pour but principal l'emploi de la flamme perdue; mais ils ont cherché à diminuer la consommation du combustible en évitant la dispersion de la chaleur et en la concentrant dans les foyers, ce qui revient à peu près au même. Pour cela ils ont entouré chaque feu, sans y rien changer d'ailleurs, d'une maçonnerie en briques, voûtée et n'ayant d'ouvertures que celles nécessaires pour la manœuvre des ouvriers et l'issue des gaz qui résultent de la combustion (Voy. *fig.* 10, 11, 12, 13 et 14, et l'explication); et ils ont fait procéder, dans de semblables fourneaux à l'affinage et au mazéage de la fonte, par la méthode dite du Nivernais. Ils ont remarqué que l'on économisait ainsi une grande quantité de charbon, et que l'opération

l'opération allait beaucoup plus vite qu'à l'ordinaire. Mais les ouvriers se sont plaints de n'avoir pas toute l'aisance possible pour travailler dans le foyer, et d'être extrêmement incommodés par la chaleur que lancent sur eux les briques rouges: ils ont prétendu aussi que le fer perdait quelque chose de sa qualité. Ces inconvéniens ont déterminé presque tous les maîtres de forges qui avaient voulu imiter M. Riondel, la plupart machinalement, et s'en rendre compte des résultats, à abandonner ce procédé. MM. Riondel et Poirier ne se sont pas laissé rebuter par les difficultés; ils savent qu'il faut beaucoup de persévérance pour introduire des innovations dans les arts, et qu'on n'atteint pas tout d'un coup la perfection; ils se sont restreints à appliquer leur invention au mazéage, opération dans laquelle elle produit une économie que ne contestent pas les chefs d'usines les plus prévenus; et, pour atténuer autant que possible l'effet incommode de la réverbération de la chaleur sur les ouvriers, ils ont garni l'ouverture d'une porte verticale mobile, à l'aide de laquelle on ferme les fours à volonté; ils ont aussi percé la voûte de ces fours pour donner, en cas de besoin, une issue plus libre à la flamme, qu'ils font ordinairement sortir par une ouverture pratiquée dans la paroi postérieure du four.

La chaleur, ainsi concentrée, acquiert une très-grande intensité; la maçonnerie est d'un rouge blanc, le charbon est incandescent dans toute sa masse, et les gaz brûlent même en partie sous la voûte. En même temps que l'opération va très-vite, on observe que la combus-

Observations.

tion est très-active, et qu'il faut charger en charbon plus fréquemment que dans les foyers découverts. Pour arriver au *maximum* d'économie, et conserver à la fonte mazée toutes les qualités qu'elle doit avoir, afin de produire de bon fer, il est probable qu'il faudrait changer les dimensions des foyers, en diminuer la profondeur, exhausser la tuyère, faire varier la force du vent, etc., ainsi que je l'ai déjà indiqué en parlant de la méthode de mazéage de M. Aubertot (pag. 389 et 390).

Dans l'affinage à feu découvert on jette fréquemment de l'eau sur la masse embrasée pour abattre la flamme qui incommoderait les ouvriers, et pour empêcher la combustion à l'extérieur, parce qu'elle aurait lieu sans produire presque aucun effet utile. Il en résulte un refroidissement continu dans le creuset, et la perte de tous les gaz inflammables qui s'exalent sans se brûler; d'où il suit que le charbon n'est pas employé aussi avantageusement que dans les foyers couverts. En effet, dans ces foyers la chaleur qui se dégage des matières en ignition étant recueillie et concentrée par la maçonnerie qui les environne, la température est très-élevée sous la voûte, et les gaz, en se mêlant avec le courant d'air qui afflue continuellement par la porte, peuvent s'enflammer et concourir à augmenter l'intensité de la chaleur; en sorte qu'on emploie au profit même de l'opération la flamme qui est ordinairement perdue, et que presque toutes les parties du combustible sont consommées utilement. De là vient l'économie qu'on a remarquée, et qui sera probablement plus grande encore lorsqu'on

cherchera à réduire au strict nécessaire la masse de charbon dont on remplit le creuset. Il y a apparence qu'en combinant les deux méthodes qui viennent d'être décrites, et en les modifiant convenablement, on en obtiendrait une troisième très-avantageuse, et qui serait applicable à l'affinage par une seule opération.

L'intensité de chaleur qui résulte de l'emploi de la flamme des hauts fourneaux, des foyers d'affineries, etc., est considérable et plus grande qu'on n'aurait pu le soupçonner. On a vu qu'elle suffit, pour amener au rouge de très-grosses barres de fer, déterminer la cémentation complète de ce métal, la liquéfaction de la fonte (1), etc. MM. Rambourg et Gazeran ont reconnu, par les expériences qu'ils ont faites dans un four à chaux bâti sur un haut fourneau, qu'elle était assez forte pour faire entrer en fusion les verres alcalins et métalliques, et pour cuire les poteries les plus dures, même la porcelaine (2).

Cette intensité de température est due à deux causes, 1°. à la chaleur que recèlent les gaz incandescens qui sortent des fourneaux; 2°. à celle qu'ils produisent en s'enflammant, lorsqu'étant encore très-chauds, ils se trouvent en contact avec un courant d'air. La première

Effets produits par la flamme perdue.

Causes de l'intensité de la température.

(1) Jusqu'ici on n'a obtenu qu'une liquéfaction pâteuse, et seulement par accident dans les fourneaux à chauffer les boulets; mais on croit que, si l'on disposait convenablement un four à réverbère, près du gueulard d'un haut fourneau, on obtiendrait une liquéfaction complète. Il en résulterait un moyen économique de purifier la fonte. On se propose de faire cet essai.

(2) Il paraît que dans ces fours la température n'est pas assez élevée pour que les verres terreux puissent y fondre.

cause se conçoit aisément si l'on fait attention que, dans les appareils qui ont été décrits, on peut comparer les fourneaux et les feux de forge à des chauffés de fours à réverbère, et si l'on considère que, quoiqu'une portion du calorique soit continuellement absorbée par des matières en contact avec le combustible, la flamme (qui produit l'effet utile dans les fours à réverbère) conserve nécessairement une température élevée, en sortant de foyers dans lesquels on pratique des opérations métallurgiques qui exigent une forte chaleur. Mais il paraît que cette cause seule ne serait pas capable de produire les effets qu'on a obtenus, et que la combustion des gaz y contribue pour beaucoup. On sait que ces gaz ordinairement transparents et incolores, et qu'on avait crus pendant longtemps ne contenir que de l'eau et de l'acide carbonique, sont en grande partie composés d'oxyde de carbone et d'hydrogène carboné, et par conséquent éminemment combustibles. Ils se forment au milieu des charbons embrasés que traversent les courans incandescens, lorsque ceux-ci ne contiennent plus assez d'air pour opérer la combustion. Leur combustibilité varie selon plusieurs circonstances qu'il est inutile d'examiner. Ceux qui sortent des hauts fourneaux paraissent en avoir une très-grande; lorsqu'on les observe pendant l'obscurité, on les voit, de temps à autre et à des intervalles plus ou moins rapprochés, s'enflammer avec un bruit sourd, à quelques décimètres au-dessus du gueulard, et produire une colonne de feu souvent très-élevée. M. Curaudau a constaté, par une expérience directe qu'il a faite chez un

maître de forges (1), le grand effet qui résulte de la combustion de ces gaz. Il fit détourner dans la partie supérieure d'un fourneau, le courant qui s'en échappait et le dirigea ensuite horizontalement dans la voûte d'un four à réverbère disposé convenablement.

Lorsque, dit M. Curaudau, la voûte fut pénétrée de la même chaleur que le gaz que j'y faisais affluer, concurremment avec un courant d'air extérieur, cette chaleur favorisa leur inflammation, de laquelle il résulta une émission de calorique d'UNE INTENSITÉ VRAIMENT SURPRENANTE; ce qui nous démontra, et à moi particulièrement, que ce phénomène était le résultat d'une combustion, et non celui de la chaleur concentrée par le courant des gaz qui affluaient sous la voûte (2). Pour produire le *maximum* d'effet, il ne faut pas que le courant d'air soit trop fort: car alors il y a refroidissement; on en a cité un exemple, page 381. Il serait important de rechercher quelles peuvent être les meilleures dispositions sous ce rapport, et si, en distribuant l'air dans différentes parties des fours, on ne parviendrait pas à opérer la combustion complète des gaz, et par conséquent à profiter de toute la chaleur qu'ils sont susceptibles de produire.

On peut varier de mille manières l'emploi

Moyens  
d'employer  
la flamme  
perdue à  
essayer.

(1) *Annales des Arts et Manufactures*, n°. 120. Juin 1811, pag. 280 et suiv.

(2) M. Curaudau s'était auparavant convaincu que la température des gaz n'était pas à beaucoup près aussi forte que celle qui a lieu dans les fours.

de la flamme des fourneaux ; un des usages auxquels il me paraît qu'on pourrait l'appliquer avec le plus d'avantage et le plus souvent, serait à la cuisson de la chaux et au grillage à feu continu des minerais, dont il ne faut que dégager des gaz, ou détruire l'aggrégation, tels que du fer carbonaté, certaines hématites, etc. Il serait très-facile d'établir auprès d'un haut fourneau, d'une forge ou d'un foyer quelconque, un four à l'aide duquel on obtiendrait l'un ou l'autre de ces résultats : comme le travail serait continu et très-facile, et l'opération fort rapide, outre l'économie du combustible, il y en aurait une probablement très-grande dans la main-d'œuvre. Les *fig.* 13 et 14 donnent une idée de la disposition qu'un tel four pourrait avoir. On l'a fait ovale pour profiter de toute la capacité de la cheminée ; mais sa forme et sa grandeur devraient varier selon les localités. Les gaz, après s'être enflammés à l'entrée du canal *i*, pénétreraient dans le four par ce canal ; un courant d'air qu'on ferait affluer par l'ouverture *l*, et dont on réglerait la force à volonté, après s'être échauffé en traversant une partie des matières calcinées, acheverait la combustion dans l'intérieur. On jetterait la chaux et le minerai, concassés en morceaux de grosseur moyenne, par l'œil *k*, auquel on parviendrait par une rampe ou autrement ; on les retirerait par la porte *l*, à des intervalles que l'on déterminerait par quelques expériences, et on les laisserait refroidir sous la voûte *m*.

Quant aux sulfures métalliques et aux substances qui exigent le contact de l'air, il serait

Cuisson de la chaux et grillage de minerais à feu continu.

Grillage dans des fours à réverbère.

préférable de les griller dans des fours à réverbère.

Quelques maîtres de forges ont le projet d'essayer de griller des minerais de fer en grains ou d'autres composés d'hydrate et d'oxyde argileux, et de les cémenter en même temps avec la poussière de charbon, qui s'amasse au fond des halles et dont on ne tire ordinairement aucun parti. Cette opération se ferait dans un four à réverbère placé près du gueulard d'un haut fourneau, et chauffé par la flamme perdue. Elle aurait pour objet de produire, sans dépense de combustible, les effets qui ont lieu actuellement dans la cuve des fourneaux ; c'est-à-dire, de disposer le minerai à la fusion en en chassant l'eau de combinaison et en réduisant l'oxyde. Ce minerai pourrait être chargé encore chaud et en sortant du four à réverbère. On croit qu'il pourrait en résulter une économie de charbon d'autant plus grande, qu'il faudrait probablement diminuer beaucoup la hauteur des fourneaux dans lesquels on fondrait des matières ainsi préparées.

Enfin, M. Aubertot se propose encore de cémenter, dans ses fours chauffés par la flamme perdue, les battitures qu'on recueille auprès des marteaux et dans les fenderies, et de les porter ensuite aux affineries pour les convertir en fer forgé. Il y a déjà long-temps qu'il a essayé de traiter ces battitures par la méthode catalane, comme du minerai riche ; il en a retiré 35 à 36 pour 100 d'excellent fer ; mais la consommation de charbon était si grande, qu'elle absorbait plus des deux tiers de la va-

Cémenta-  
tion des mi-  
nerais de  
fer.

Cémenta-  
tion des bat-  
titures.

leur du produit; son nouveau procédé sera probablement plus avantageux.

Evapora-  
tion des li-  
queurs sa-  
lines. Dis-  
tilleries.

Rien ne serait plus facile que d'employer la flamme des fourneaux à opérer de grandes évaporations, soit dans des ateliers où l'on aurait à préparer des substances salines quelconques, soit dans des distilleries, etc.

Machines  
à vapeurs.

Il y a déjà long-temps qu'on a eu l'idée de placer, auprès de la cheminée d'un haut fourneau ou d'une affinerie, une chaudière dont l'eau, mise en ébullition, donnerait le mouvement à des machines à vapeurs, qui feraient jouer des soufflets et des marteaux: mais je ne sache pas qu'elle ait encore été mise à exécution. Cependant il pourrait en résulter de grands avantages; car les usines n'exigeant plus, pour être mises en activité, qu'une très-petite masse d'eau, rien n'empêcherait de les établir à la proximité des minières ou des forêts, et d'économiser ainsi les frais de transport des matières premières, frais qui occupent souvent le premier rang dans les dépenses; parce que, dans l'état actuel des choses, on ne peut se dispenser de placer ces établissemens auprès de cours d'eau assez forts pour qu'ils puissent servir de moteurs aux machines, au moins pendant une partie de l'année, et que de tels cours d'eau sont rares et ne se rencontrent souvent qu'à de grandes distances des lieux d'exploitation.

Conditions  
nécessaires  
pour qu'un  
combusti-  
ble soit em-  
ployé le  
plus utile-  
ment pos-  
sible.

Pour tirer tout le parti possible d'un combustible quelconque, il faut que les appareils dans lesquels on le brûle soient disposés de telle manière que la combustion y soit complète, et qu'on y emploie utilement toute la chaleur qu'elle produit. Il y a bien peu de nos

fourneaux qui remplissent ces conditions, même parmi ceux qu'on a appelés *fumivores*, dans lesquels les matières combustibles gazeuses sont à la vérité brûlées, mais qui, pour la plupart, laissent échapper ces gaz brûlés, lorsqu'ils sont encore pénétrés d'une très-grande quantité de calorique.

M. Aubertot et ceux qui l'ont imité ont cherché à atteindre ce but; on a vu que, quoique quelques-uns de leurs procédés soient susceptibles encore d'être perfectionnés, il y en a qui laissent peu de chose à désirer. Leur invention est donc très-intéressante, et mérite l'approbation des métallurgistes.

Il y a long-temps qu'on fait usage, en Saxe, d'un fourneau de grillage dans lequel on met à profit toute la chaleur que produit la flamme. En Angleterre, on a adopté depuis quelques années une disposition de fourneaux qui donne les mêmes avantages. Pour compléter ce Mémoire, je terminerai par la description de ces deux moyens d'employer le calorique perdu, qui me paraissent, sur-tout le second, remplir parfaitement leur objet.

Le fourneau de Saxe est un four à réverbère à plusieurs étages. La flamme passe de la chauffe dans une première voûte: de là elle entre par une cheminée dans une voûte qu'elle traverse pour s'introduire par un canal vertical, dans une troisième, à l'extrémité de laquelle est placée la cheminée qui donne issue aux gaz, et détermine le tirage. Le four principal sert au grillage de minerais sulfureux, et chacun des deux autres à un usage particulier; les vapeurs ne parviennent à la cheminée qu'avec la tem-

Fourneau  
de grillage  
de Saxe.

pérature qui leur est nécessaire pour qu'elles puissent s'élever et s'échapper dans l'air. Quoique l'intensité de la chaleur varie dans le premier four selon les besoins, le travail dans les autres fours souffre peu, parce que les parois, ayant une grande superficie, restituent dans un moment le calorique qu'ils ont absorbé dans l'instant précédent, et jouent ainsi dans les fourneaux le même rôle que les régulateurs dans les machines (1).

Fours à réverbère et machine à vapeur d'Angleterre.

Dans une usine, située à Rotherhithe, un des faubourgs de Londres, sur les bords de la Tamise, où l'on fabrique du fer en barres avec de la mitraille de fer, à l'aide du charbon de terre (2), quatre fours à réverbère et la bouilloire d'une machine à vapeur qui met les machines en mouvement, sont disposés sur une même ligne, la bouilloire au centre, et communiquent avec une seule cheminée placée sur le devant du foyer de la bouilloire. Les deux fours à chaque extrémité de la ligne ont chacun un foyer semblable à ceux des fours à réverbère ordinaires; de chacun de ces foyers la flamme est conduite dans la longueur du fourneau, entre dans le second, et, parcourant de même sa longueur, sort sous le foyer de la bouilloire, et se

(1) Cette observation s'applique à tous les fourneaux dont les parois ont quelque étendue. Ces parois emmagasinent la chaleur comme les régulateurs emmagasinent le mouvement. On conçoit que, pour qu'elles servent avec efficacité à maintenir l'uniformité de la température, il faut qu'elles soient construites avec des matières d'une conductibilité moyenne, et qui aient une grande capacité pour le calorique.

(2) *Annales des Arts et Manufactures*, n°. 120. Juin 1811, pages 263, 264 et 265.

rend dans la cheminée. Ainsi, le combustible qui est employé dans deux fours à réverbère de construction ordinaire, chauffe quatre fours et la bouilloire d'une forte machine; et, pour couronner ces belles dispositions, la fumée est détruite par un arrangement pratiqué au bas de la cheminée, qui produit le même effet que nous voyons dans les quinquets.

Cet arrangement, dans lequel le combustible paraît être employé de la manière la plus avantageuse, donne une idée de tout ce qu'on perd de son effet dans les fourneaux à réverbère isolés.

#### EXPLICATION DE LA PLANCHE.

*Moyens d'employer la flamme perdue des hauts fourneaux, foyers d'affinerie, etc.*

*Haut fourneau de Vierzon surmonté d'un four à chaux à brique, et de cémentation.*

*Fig. 1<sup>re</sup>. Plan.*

*Fig. 2. Coupe verticale perpendiculaire à la tuyère.*

*Fig. 3. Coupe verticale du four à chaux, etc. (rempli) faite perpendiculairement à la précédente.*

*a a. Massif du fourneau.*

*b. Intérieur du fourneau (le gueulard est ovale, le ventre est circulaire, le creuset est rectangulaire).*

*c c. Embrasure de la coulée.*

*d. Embrasure de la tuyère.*

*e e e.* Batailles, murs d'appui qui entourent la plateforme.

*ff.* Petite masse.

*gg.* Gueulard garanti de l'action du vent par deux petits murs latéraux.

*h h h h.* Four à chaux, etc., bâti en briques.

*i i.* Ouverture par laquelle la flamme qui sort du gueulard s'introduit dans le four.

*jj.* Plaque de fonte qui sert de porte et qu'on peut lever et baisser à volonté.

*k k k.* Ouverture par laquelle on charge le four.

*lllllll.* Cheminées placées au centre et au quatre angles, pour contraindre la flamme à se répartir uniformément dans le four.

*m.* Lits de briques, tuiles, etc.

*n.* Pierre à chaux disposée en voûte.

*o.* Caisse à cémenter élevée sur deux supports et placée sous la voûte (on aperçoit derrière l'ouverture *i*).

*Foyer d'affinerie, four à cémenter, et four à chaux et à briques.*

*Fig. 4.* Plan.

*Fig. 5.* Coupe verticale perpendiculaire à la tuyère.

*a a.* Foyer de grosse forge.

*b b.* Four de cémentation.

*c.* Four à chaux et à briques.

*d.* Cheminée de la forge dans laquelle les fours sont établis.

*e e.* Ouverture par laquelle la flamme du foyer pénètre dans le four de cémentation.

*f.* Plaque de fer mobile sur une charnière

qu'on lève pour laisser passer la flamme quand on ne veut pas chauffer les fours.

*gg.* Entrée du four de cémentation.

*h.* Entrée du four à chaux et à briques.

*iii.* Ouvertures percées dans la voûte pour que la flamme pénètre dans le four à chaux et à briques.

*Foyer d'affinerie, four à réverbère, four de boulanger et chaudière à lessive.*

*Fig. 6.* Plan.

*Fig. 7.* Elévation.

*Fig. 8.* Coupe du four à réverbère perpendiculaire à l'axe.

*Fig. 9.* Face de devant du même four.

*a a.* Foyer de grosse forge.

*b b b.* Four à réverbère.

*c.* Four de boulanger.

*d.* Chaudière à lessive.

*e.* Cheminée de la forge dans laquelle est établi le four à réverbère.

*f.* Ouverture par laquelle la flamme du foyer passe dans le four à réverbère.

*g.* Garde feu soutenu par des barres de fer scellés dans la maçonnerie de la cheminée (on le voit en coupe dans la figure 5).

*h h.* Petite cheminée pratiquée au-dessus de l'entrée du four à réverbère, pour donner issue aux gaz, afin que les ouvriers n'en soient point incommodés.

*iii.* Ouvertures par lesquelles une partie des gaz enflammés pénètrent du four

à réverbère dans le four de boulanger *c*, et sous la chaudière *d*.

*l l l*. Porte du four à réverbère par laquelle les ouvriers travaillent.

*m*. Pont du four à réverbère.

*n*. Porte du four de boulanger.

*o o*. Petites ouvertures qu'on peut fermer à volonté, et à l'aide desquelles on attire la flamme d'un côté ou de l'autre du four.

*p*. Cheminée par laquelle se perdent les gaz qui ont circulé autour de la chaudière.

*Nata*. Toutes ces ouvertures sont garnies de soupapes, à l'aide desquelles on peut graduer la chaleur et fermer tout-à-fait le passage aux gaz.

*Foyer de mazerie couvert, réverbère enveloppant la gueule et four à chaux et à briques.*

*Fig. 10*. Plan.

*Fig. 11*. Elévation.

*Fig. 12*. Coupe verticale faite par l'axe du foyer, et perpendiculairement à la tuyère.

*a a a*. Foyer.

*b b b*. Réverbère qui enveloppe la gueule.

*c c*. Four à chaux et à briques.

*d d*. Cheminée de la forge.

*e e e*. Berceau cylindrique en briques qui entoure et couvre le foyer.

*f f*. Ouverture circulaire pratiquée dans la voûte, et que l'on ferme lorsqu'on veut chauffer les fours.

*g g g*. Porte semblable à celles des fours à réverbère, qu'on élève et qu'on abaisse à volonté. Elle sert à garantir les ou-

vriers de l'ardeur du feu dans les moments où il ne leur est pas nécessaire de voir dans le foyer.

*h h h*. Chaînes auxquelles la porte est suspendue d'un côté et un contrepoids de l'autre, et qui se meut sur des poulies.

*i i i*. Entrée du four à réverbère dans lequel est placée la gueule que l'on maze, et que la flamme du foyer traverse.

*j j*. Cheminée du four à réverbère.

*k h*. Gueuse disposée pour être mazée.

*o o*. Canal par lequel la gueuse peut être conduite du foyer dans le four à chaux et à briques.

*p*. Cheminée de ce four.

*q q*. Ouverture par laquelle on le charge.

*Foyer d'affinerie couvert, et four dans lequel on peut cuire de la chaux ou griller du minerai de fer, etc., à travail continu.*

*Fig. 13*. Plan.

*Fig. 14*. Coupe verticale passant par le petit axe du four, et projection du foyer couvert qui a été dégagé de la porte et du garde-feu.

*a a*. Foyer couvert.

*b b*. Four à chaux ou de grillage à travail continu.

*c c*. Cheminée dans laquelle le four est établi.

*e e*. Maçonnerie en briques qui couvre et entoure le foyer.

*f f*. Ouverture par laquelle on travaille dans le foyer.

*g g*. Ouverture pratiquée dans la voûte et par laquelle la flamme s'échappe en to-

talité ou en partie, selon qu'on enlève tout à fait la plaque *h h*, ou qu'on la déplace.

*h h*. Plaque qu'on peut enlever tout à fait ou changer de place pour donner un passage plus ou moins grand à la flamme.

*i i*. Canal par lequel la flamme du foyer se porte dans le four.

*j j*. Orifice de ce canal dans le four. Elle est garnie de barreaux de fer qui retiennent les morceaux de pierre à chaux ou de minerai.

*k*. Oeil du four par lequel on le charge.

*l l*. Ouverture inférieure du four par laquelle on retire la chaux ou le minerai grillé.

*m m*. Chambre voûtée dans laquelle on laisse refroidir les matières calcinées. Elle est garnie de portes au moyen desquelles on peut régler le courant d'air qui s'introduit dans le four.

*n n*. Mur d'appui qui borde la plateforme du four.

*Echelles.*

*Fig. 15.* Echelle en mètres pour le haut fourneau (*fig. 1, 2 et 3*).

*Fig. 16.* Echelle en mètres pour toutes les autres figures (double de la précédente).

*Fig. 17.* Echelle en toises et pieds pour toutes les figures, excepté pour les trois premières (l'échelle de celles-ci est moitié moindre).

MOYENS D'EMPLOYER LA FLAMME PERDUE DES HAUTS FOURNEAUX DES FOYERS D'AFFINERIES &&

