

## E S S A I

*De Minerais de fer d'Allevard (département de l'Isère) dans des forges catalanes du département de l'Arrière.*

L'INGÉNIEUR des mines dans le département de l'Isère, M. Gueymard, frappé de la grande quantité de minerais et de charbons que l'on y consume pour obtenir peu de fer, malgré la bonté reconnue des minerais spathiques et manganésés d'Allevard, a cherché à persuader aux maîtres de forges de ce département d'adopter la méthode catalane en usage aux Pyrénées, comme bien plus économique. Plusieurs maîtres de forges ont reconnu l'avantage qu'ils trouveraient à abandonner la méthode à Bergamasque, qui exige de fondre quatre fois successivement les minerais pour en obtenir longuement du fer, et à adopter la méthode catalane, au moyen de laquelle ils obtiendraient, d'un seul et même feu, une égale quantité de fer de bonne qualité avec une grande économie de bois, de minerais et de tems.

M. Charles Grasset, propriétaire d'usines et maire de Pinsot, canton d'Allevard (Isère), a le premier saisi avec empressement cette occasion d'économiser les bois et les minerais de cette contrée; et s'est décidé à se transporter en juin 1815 dans le département de l'Arrière,

avec des minerais d'Allevard de bonne qualité: les essais qui y ont été faits ont obtenu un plein succès (1), et douze maîtres de forges, à la tête desquels est M. Grasset, viennent de demander au Gouvernement la permission de changer leurs usines en forges catalanes. Il y a lieu d'espérer (de même que pour les soufflets à piston) (2), que cet exemple sera bientôt suivi par les maîtres de forges des départemens qui renferment des minerais de fer spathiques, analogues à ceux des Pyrénées ou d'Allevard; il en résultera qu'en consommant moins de combustibles, et en faisant une économie notable de minerais et de tems, on fabriquera autant de fer d'excellente qualité, et ordinairement mélangé de fer fort, ou *fer cedat* (acier naturel), si utile pour les instrumens d'agriculture.

Nous allons rendre compte de cet essai, qui peut avoir les effets les plus heureux pour la France, et qui a été provoqué par l'ingénieur des mines M. Gueymard, et adopté par le maître de forges M. Grasset, lequel mérite de grands éloges à cet égard. M. d'Aubuisson, ingénieur

(1) Ceux faits 30 ans avant par le baron de Diétrich, et décrits dans la première partie des gîtes de minerais des Pyrénées, page 112, n'avaient pas réussi, parce que ces minerais mal choisis et mal calcinés étaient encore très-chargés de sulfure de fer et de sulfure de cuivre.

(2) Ces soufflets ont été décrits et figurés par M. Baillet, inspecteur-divisionnaire des mines, en janvier 1796, n<sup>o</sup>. 16 du *Journal des Mines*, page 9 et suivantes; et, en 1797, n<sup>o</sup>. 38, page 105.

en chef des mines, a cherché tous les moyens d'assurer le succès de ce même essai, qui a été exécuté sous la direction de M. de Bergasse, ancien officier d'artillerie très-instruit, qui a bien voulu mettre sa forge de Rabat, canton de Tarascon (Arriège), à la disposition de M. Grasset, où les expériences ont été faites sous les yeux de M. le chevalier du Bosc, aspirant-ingénieur des mines, qui les a décrites.

Nous commencerons par donner le procès-verbal des essais faits par M. de Bergasse; nous ferons ensuite connaître la description de ces essais par M. du Bosc; enfin, nous terminerons cet objet par des observations de M. d'Aubuisson, sur la quantité de vent fournie par les trompes employées dans les forges catalanes en général, et particulièrement dans celles de Rabat.

G. L.

### PROCÈS-VERBAL

*D'un Essai fait dans une forge catalane du pays de Foix, avec du minerai d'Allevard en Dauphiné.*

Je soussigné, Georges-Bergasse Laziroule, propriétaire de la forge de Rabat, canton de Tarascon, département de l'Arriège, certifie que M. Grasset, maître de forge dans la commune de Pinsot, canton d'Allevard, département de l'Isère, s'étant rendu dans ladite commune de Rabat, le 16 du mois de juin courant, il me

remît une lettre de M. d'Aubuisson, ingénieur en chef des mines, dans laquelle ledit ingénieur m'invitait à aider ledit Grasset de mes bons offices, à l'effet de faire l'essai des mines du canton d'Allevard, et de constater si elles étaient susceptibles d'être traitées avantageusement dans nos fourneaux dits à la Catalane, et de manière usitée dans le département de l'Arriège: que, désirant condescendre à la recommandation de M. d'Aubuisson, et concourir en même tems à une expérience qui pouvait tendre à l'amélioration de l'industrie nationale, j'offris à M. Grasset de mettre ma forge à sa disposition, et de l'aider de mes avis et de mon expérience dans le cours de ses essais; qu'en conséquence, il a été procédé dans madite forge aux expériences suivantes:

Trois caisses contenant diverses mines spatiques grillées, provenant des minières du canton d'Allevard, ont été déposées dans ma forge, et ces mines ont été traitées dans mon creuset de la manière usitée dans le pays. Un premier feu a été commencé le 28 juin du courant, à cinq heures un quart du matin, la charge était de 868 livres de mine, ancien poids du pays, correspondant à 355 kilogrammes. Il a été consommé neuf sacs et demi de charbon de châtaignier, et mêlé d'un peu de chêne; chaque sac pesant environ 40 kilogrammes; le résultat a été de 356 livres de fer, correspondant à 146 kilogrammes. Le premier feu a été achevé à 11 heures du matin, et a par conséquent duré six heures moins un quart.

Un second feu a succédé immédiatement au

premier; il a commencé à onze heures du matin, et il a fini à cinq heures du soir. La charge était de 640 livres de mine, faisant environ 262 kilogrammes. Il a été consommé neuf sacs de charbon même essence et même poids que le précédent. Le résultat a été de 320 livres de fer, faisant 131 kilogrammes. Le fer produit par ces deux feux était de première qualité : il a été converti en barres plates et carrées, prêtes à être mises dans le commerce. Ce fer a été travaillé sous le gros marteau pendant la fonte de la mine du feu suivant, et cela dans le même creuset, et sans exiger d'autre emploi de combustible que celui ci-dessus exprimé.

Il faut conclure de ces deux essais, 1°. que la mine dont il s'agit a rendu environ 45 pour cent de son poids, en excellent fer; 2°. qu'une consommation de 100 kilogrammes, ou de deux sacs et demi de charbon de qualité médiocre, a suffi pour obtenir 40 kilogrammes, ou un quintal de fer, ancien poids du pays.

Je certifie que les susdites expériences ont été faites sous mes yeux, et en présence de M. Grasset et de M. Dubosc, ingénieur des mines dans le département de l'Ariège.

*Signé*, G. BERGASSE.

Pour copie conforme,

L'Ingénieur en chef des Mines,

D'AUBUISSON.

## NOTICE

*Sur des Essais faits dans une forge catalane du département de l'Arriège, avec des minerais de fer du canton d'Allevard, département de l'Isère;*

Par M. le Chevalier DU BOSQ, aspirant Ingénieur au Corps Royal des Mines, en juin 1815.

LA méthode dite *catalane*, consiste, comme l'on sait, à traiter le minerai de fer dans un bas fourneau, et à en obtenir, par cette seule opération, le fer à l'état malléable. Cette méthode, la plus simple et la plus économique de toutes celles usitées, n'est cependant que très-peu répandue. Elle est jusqu'à présent reléguée exclusivement dans les provinces qui bordent la chaîne des Pyrénées, tant du côté de la France que de celui de l'Espagne; elle a aussi lieu en Piémont et dans quelques autres parties de l'Italie; mais le procédé y diffère beaucoup de celui en usage dans les Pyrénées, où même, d'un point à l'autre, il éprouve de légères variations. Le département de l'Ariège offre les forges catalanes les mieux construites, et où le traitement du minerai de fer s'opère avec le plus d'économie et d'intelligence.

Depuis long-tems on présuait, avec raison; que les minerais de fer d'Allevard, département de l'Isère, seraient, du moins pour la plupart, susceptibles d'être traités avec avan-

tage par la méthode catalane. M. de Diétrich avait fait, en 1785, dans une forge catalane du comté de Foix, plusieurs essais avec du minerai de fer d'Allevard. Ces essais, au nombre de trois, donnèrent du fer *rouverain*, qui ne put être travaillé sous le marteau. La mauvaise qualité de ce fer, obtenu d'ailleurs en assez grande proportion, et avec une médiocre consommation de charbon, ne venait nullement du procédé employé, mais uniquement de la qualité du minerai venu d'Allevard, lequel était tellement mélangé de pyrites, tant ferrugineuses que cuivreuses, et d'ailleurs, si imparfaitement grillé, que l'on pouvait prévoir d'avance que le fer qui en proviendrait serait cassant. M. de Diétrich ajoute qu'il est très-probable que le minerai mieux purgé de pyrites, et plus complètement grillé, eût donné du fer de bonne qualité, et en plus grande quantité.

Depuis l'époque du voyage de M. de Diétrich dans les Pyrénées, on n'avait donné aucune suite aux essais par lui entrepris sur le minerai du Dauphiné, lorsqu'au mois de juin 1815, M. Grasset, maître de forges à Pinsot, canton d'Allevard, département de l'Isère, s'est décidé, d'après les conseils de M. l'ingénieur des mines Gueymard, à tenter de nouveaux essais analogues à ceux de M. de Diétrich. Ce sont ces essais dont j'ai été témoin, qui feront l'objet de cette Notice.

Les minerais d'Allevard, qui se rapportent tous à l'espèce dite *fer carbonaté*, sont plus ou moins riches, plus ou moins mélangés de py-

rites. Plusieurs filons, situés au voisinage de Pinsot, présentent des minerais riches et exempts de pyrites. Ce sont ces minerais que M. Grasset avait, depuis quelques années, entrepris de traiter à la catalane. Il avait, à cet effet, construit à Pinsot une sorte de forge catalane, où il obtenait du fer par une seule opération; mais en petite quantité et avec une très-grande consommation de combustible, comme on peut en juger par les données suivantes.

Dans les forges catalanes déjà établies à Pinsot, on faisait quatre feux par jour. Chaque feu durait au moins six heures. La charge de chaque feu se composait de 260 à 270 livres, poids de Grenoble (environ 110 kilogrammes) de minerai bien grillé. On consommait par feu environ 7 à 8 sacs de charbon, pesant 40 kilogrammes, ce qui fait de 280 à 300 kilogrammes de charbon par feu. Le résultat n'était que 70 à 80 livres (30 à 33 kilogrammes) de fer. On voit par là que, par ce genre de traitement, on ne retirait du minerai grillé qu'environ 30 pour cent de fer; et que, pour obtenir une partie (en poids) de fer, on consommait plus de huit parties et demie de charbon.

D'après cet exposé de la méthode catalane employée jusqu'à présent à la forge de Pinsot, on sent combien elle doit être vicieuse et dispendieuse, vu l'énorme consommation de charbon, qui est trois à quatre fois plus forte, pour obtenir une même quantité de fer, que dans les forges de l'Ariège. M. Grasset, d'après ce qu'il avait ouï dire du travail avantageux de ces dernières forges, s'est décidé à venir les voir par

lui-même, pour reconnaître si le procédé qu'on y suit ne pourrait pas s'introduire à son usine de Pinsot. En conséquence, il est arrivé dans le département de l'Ariège, apportant avec lui environ 16 quintaux (de 6 à 7 myriagrammes) de minerai riche d'Allevard, et croyait en avoir assez pour faire quatre feux, tandis qu'il n'en a eu que pour deux, dans lesquels il a même fallu diminuer la charge faute de minerai. Heureusement le succès de ces deux essais a été si complet, qu'il devenait inutile d'en faire d'autre pour s'assurer que le minerai apporté par M. Grasset, étant traité à la méthode catalane (telle qu'elle est usitée dans l'Ariège), donnait du très-bon fer, en très-grande quantité, et en consommant fort peu de charbon.

M. Bergasse Laziroule, ex-constituant, et maître de forges à Rabat, près Tarascon, homme très-instruit, et fort expérimenté dans l'art de forger, a bien voulu mettre sa forge à la disposition de M. Grasset, pour les essais que ce dernier avait à faire. Je me plais à rendre ici hommage à cet acte de complaisance de M. Bergasse, et aux soins qu'il s'est donnés pour la réussite de ces essais.

Avant de décrire ces essais, je crois devoir donner une idée de la forge de Rabat dans laquelle ils ont eu lieu.

Cette forge, l'une des mieux construites du département de l'Ariège, se compose, comme toutes les autres, d'un foyer de forge, auquel le vent est fourni par une trompe, et d'un gros marteau.

Le foyer de forge, ou *creuset*, présente les

dimensions suivantes : le côté de *chio* a  $0^m,71$  largeur à la bouche du creuset, et  $0^m,57$  au fond du creuset ; ce côté, construit en *taques* de fer forgé, est vertical. L'orifice du creuset offre un carré parfait de  $0^m,71$  de côté ; le fond du creuset est un rectangle, ayant  $0^m,57$  parallèlement au *chio*, et  $0^m,63$  parallèlement au *contrevent*. Le *contrevent* est incliné en dehors, de manière à former avec la verticale un angle d'environ  $10^d$ .

Le creuset a  $0^m,80$  de profondeur verticale. Le trou de la *tuyère* est percé à  $0^m,46$  au-dessus du fond ; la *tuyère* est inclinée de  $45^d$ , et la saillie, dans l'intérieur du creuset, est de  $0^m,30$ . La face de *rustine* est construite en pierres refractaires ; celle du *vent* et du *contrevent* sont dans le bas, formées de *taques* de fer forgé.

La *trompe* qui fournit le vent nécessaire au fourneau, consiste, comme toutes celles de l'Ariège, en deux arbres à base carrée, et garnis de soupiraux ; ces arbres surmontent une caisse dont la base est un trapèze ; c'est de cette caisse que s'échappe le vent par un tuyau vertical. La chute de l'eau dans cette trompe est de  $2^m,90$  depuis le niveau de l'eau dans le coursier, jusqu'au bas de la caisse à vent. La *buse*, qui est à l'extrémité du *portevent*, a pour orifice un cercle de 17 lignes ( $0^m,038$ ) de rayon. Cette *buse* s'enchasse dans une *tuyère* en cuivre rouge, dont l'*œil* est une ellipse qui a  $0^m,035$  dans le sens horizontal, et  $0^m,030$  dans le sens vertical.

Le *marteau* est en fer forgé ; il pèse 18 quintaux (738 kilogramme). Il est mû par une

roue à palettes de 3 mètres, sur laquelle l'eau est amenée par un coursier presque vertical. L'arbre de la roue porte trois *comes* en fer forgé.

Les minerais apportés par M. Grasset étaient de deux variétés; l'une, d'un brun foncé, presque compacte et très peu lamelleuse; celle-là avait été grillée sur la mine même. La seconde variété était un fer spathique extrêmement lamelleux, d'un jaune clair, et presque point mélangée de parties terreuses. Cette variété avait été apportée crue; on lui a fait subir, à Rabat, un léger grillage en plein air, lequel a duré environ une heure et demie, et qui n'a eu d'autre effet que de rendre brune la couleur du minerai, de jaune qu'elle était.

Le charbon employé venait des environs de la forge, et était de qualité médiocre, composé en grande partie de châtaignier mêlé d'un peu de chêne.

Les essais ont eu lieu le 28 juin 1815. La forge chômaît depuis quelque tems pour réparations, et n'avait été remise en feu que la veille au soir. C'était là une circonstance défavorable, puisque, le creuset n'étant point encore complètement échauffé, le travail devait en aller moins bien.

Une autre cause qui nuisait au succès du travail, était la prévention des ouvriers contre tout ce qui n'est pas leur routine habituelle; il suffisait que le minerai à traiter eût un autre aspect que celui du minerai de Raucié, sur lequel ils opèrent ordinairement, pour qu'ils

crussent pouvoir annoncer d'avance la non réussite du travail qu'on les chargeait de faire; et il n'a fallu rien moins que le résultat satisfaisant de ce travail, pour les faire revenir de leurs préventions. On a pesé avec soin le minerai destiné au premier feu. La charge en minerai a été de 868 livres (355 kilogrammes) de minerai brun grillé. On l'a concassé sous le gros marteau, et réduit en morceaux de la grosseur d'une noix; on l'a ensuite passé au crible pour en séparer le minerai en poussière, appelé *greillade*, qui était destiné à être ajouté au feu par portions successives pendant la durée du travail: on a humecté légèrement ce minerai en poussière.

Le 28 juin, à 5 heures 8 minutes du matin, on a sorti le *masset* résultant d'un feu qui avait été commencé le 27 au soir, et par lequel on avait interrompu le chômage de la forge. On a entièrement nettoyé le creuset, pour qu'il n'y restât rien du fondage qui venait de finir, et à 5 heures un quart, le premier essai fait avec le minerai d'Allevard a commencé. Le travail s'est fait entièrement à la manière de l'Ariège, où, à l'exception du grillage qui ne se fait guère plus nulle part, il est tel qu'on le trouve décrit dans les ouvrages de M. de Diétrich et Picot Lapeyrouse. Je vais néanmoins décrire succinctement la marche des essais qui font l'objet de cette Notice.

À 5 heures 15 minutes, le creuset étant bien nettoyé, on y a placé de champ une pelle de fer qui, parallèlement à la face du *contrevent*, divisait le creuset au tiers de la largeur, à partir

de cette même face. Entre cette pelle et la *tuyère*, on a jeté quelques braises allumées; on a placé la *tuyère*, qu'on a bien assujettie avec de l'argile. On a ensuite rempli le vuide, entre la pelle et la face du *vent*, avec du charbon qu'on avait soin de battre, afin de le tasser également par-tout, et d'empêcher qu'il n'y eût des vuides. Pendant ce même tems, on a jeté quelques pelletées de charbon entre la pelle et le *contrevent*; et, par dessus, on a chargé le minerai concassé, qu'on a recouvert avec du minerai en poussière, qui a été humecté et fortement battu.

A 5 heures 20 minutes, le creuset étant chargé, on a donné le vent; mais, dans ce premier moment, on n'a donné que le tiers du vent total. L'anémomètre marquait  $4\frac{1}{2}$  lignes (1). Après avoir donné le vent, on a légèrement arrosé la surface du feu. Environ une minute après, la flamme a commencé à paraître.

On a placé alors, dans le charbon, une *massouquette* (le  $\frac{1}{2}$  du masset), provenant du masset qui venait d'être mis hors du fourneau. La flamme augmentait, et le charbon en brûlant

(1) Cet anémomètre consiste en un tube de verre doublement recourbé en forme d'S, ayant ses deux branches verticales, dont l'une, celle inférieure, communique avec la caisse de la trompe, et l'autre, celle supérieure, avec l'air extérieur. Lorsque la trompe ne va pas, et que l'air intérieur est en équilibre avec l'air extérieur, la surface supérieure du mercure, dont est remplie la double courbure du tube, répond au zéro d'une échelle marquée sur la branche supérieure du tube. Le mercure s'élève au-

s'affaissait

s'affaissait un peu; on a commencé à l'aider à descendre également par-tout, et cela à l'aide d'un ringard qu'on y enfonçait.

Environ cinq minutes après avoir donné le vent, on a jeté sur le feu une première corbeille de charbon, et, de 5 minutes en 5 minutes, on a continué à y en ajouter d'autres corbeilles; en même tems on avait soin de tasser le minerai et d'arroser souvent la superficie du feu.

A 5 heures 40 minutes, on a mis au feu une seconde *massouquette*, et on a commencé à étirer sous le marteau la première qui avait déjà acquis au feu assez de chaleur pour subir cette opération. En même tems, on a un peu augmenté le vent, ce qui a fait monter l'anémomètre à plus de 5 lignes.

C'est à cette époque du travail qu'on a jeté sur le feu une première portion peu considérable de *greillades*, et en même tems on a arrosé la surface du feu, afin que le minerai en poussière adhérât aux charbons, et ne descendît qu'avec eux dans le fond du creuset, ce qui lui donne le tems de se bien réduire. Dans la suite du travail, on a continué à ajouter de nouvelles doses successives de *greillades*, à des intervalles plus ou moins rapprochés; l'état de la flamme, celui du laitier, sont les indices qui déterminent les époques où l'on doit ajouter de

dessus de ce zéro, à mesure qu'on donne l'eau à la troupe; l'échelle graduée indique alors le plus ou le moins de force du vent, par l'élévation plus ou moins grande du mercure au-dessus de zéro.

Volume 38, n°. 224.

K

nouvelles greilladés, ou cesser d'en jeter sur le feu.

A 5 heures 51 minutes, on a augmenté le vent; l'anémomètre marquait 6 lignes.

On a continué à sortir du feu alternativement les deux *massouquettes*, pour les convertir en barres sous le marteau. Huit à dix minutes suffisaient à chaque fois pour donner, à la massouquette, le degré de chaleur suffisante pour l'étirer.

De tems en tems, on avait le soin d'introduire un ringard, par la tuyère, afin de juger de l'état du fondage, et de nettoyer la tuyère.

A 6 heures 9 minutes, on a augmenté le vent. L'anémomètre a monté alors à  $7\frac{1}{2}$  lignes.

A 6 heures 47 minutes, on l'a augmenté de nouveau. Le pèse-vent a été alors à  $9\frac{1}{2}$  lignes. Vers 7 heures, on a fini d'étirer une des deux massouquettes, et alors on l'a remplacée au feu par la seconde *massoque*, ou moitié du masset, qui était restée sur le sol de la forge, recouverte de charbons ardents. A cette époque, on a jeté par deux fois sur le feu des débris de scories du précédent travail.

A 7 heures un quart, on a fait, pour la première fois, la percée du *chio*. La couleur et l'état des scories qui ont coulé alors, quoiqu'en petite quantité, ont suffi pour faire revenir les fondeurs de toutes leurs préventions, et leur faire affirmer d'avance que le travail réussirait au moins aussi bien qu'avec le minerai de Rancié qu'ils traitent habituellement.

A 7 heures 35 minutes on a fini d'étirer la seconde massouquette. Il ne restait plus alors au feu que la seconde *massoque*, qu'on avait soin, de tems à autre, d'enfoncer de plus en plus parmi les charbons. On l'a sortie du feu à 7 heures 56 minutes, et on l'a divisée sous le marteau en deux *massouquettes*, qu'on a étirées ensuite comme on avait fait des deux précédentes provenant de la première massoque.

A 8 heures, on a augmenté le vent. L'anémomètre était de  $11\frac{1}{2}$  lignes. Vers cette même époque, on a rouvert le *chio*; les scories qui ont coulé étaient très-liquides; elles m'ont paru l'être plus que celles provenant du minerai de Rancié. C'est aussi un peu après 8 heures, que, pour la première fois, on a commencé à *donner de la mine*, c'est-à-dire, à avancer, à l'aide d'un ringard, le minerai sous la tuyère. On a répété cette opération toutes les fois que la flamme est devenue très-vive, et a pris une couleur jaunâtre. On a continué aussi à donner de la *greillade*, toutes les fois que les scories étaient trop fluides. On rejetait sur le feu ces scories, à mesure qu'elles coulaient par le trou du *chio*.

A 9 heures, on a augmenté le vent pour la dernière fois; il était alors au plus haut degré d'intensité qu'il ait eu pendant toute la durée du travail. Le pèse-vent était à 14 lignes (1).

(1) M. l'ingénieur en chef d'Aubuisson a calculé, connaissant la hauteur du mercure dans l'éprouvette lorsque le vent était au *maximum*, dans les essais ci-dessus, et la

On voit que ce n'est qu'après plus de 3 heures et demie de travail, qu'on a donné tout le vent.

A 9 heures 45 minutes, on a cessé d'ajouter de la *gréillade*. On a ensuite continué à donner de la mine avec beaucoup d'activité. En même temps le *chio* restait ouvert, et les scories coulaient abondamment. La flamme était très-vive, et on était obligé d'arroser fréquemment le feu.

On a commencé, un peu avant 10 heures, à détacher du fond du creuset le masset qui s'y formait, et cela à l'aide des ringards qu'on insinuait par-dessous, et qu'on soulevait avec force.

Vers 10 heures et demie, on a cessé de jeter du charbon sur le feu, et on s'est mis à travailler avec activité à détacher le masset du fond du creuset auquel il adhérait fortement.

A 10 heures trois quarts, on a bouché le *chio* qui était ouvert depuis long-tems, et on a travaillé, à coups de ringards, à abattre toutes les inégalités qu'offrait la surface du masset, et à y réunir les parties qui s'en étaient séparées. C'est ce que les ouvriers appellent *faire le baléjade*, c'est-à-dire, balayer le masset.

A 10 heures 56 minutes, on a ôté le vent,

grandeur de l'orifice de la *buse*, que la quantité d'air fournie par minute était de 177 pieds cubes, ou 6<sup>m</sup>,c81 mètres cubes, ce qui n'est pas moitié des hauts fourneaux qui consomment ordinairement de 400 à 500 pieds cubes d'air par minute.

et de suite on a enlevé les braises qui remplissaient le creuset. On a ensuite, à l'aide de leviers et de crochets, entièrement détaché le masset du fond du creuset, et on l'a porté sous le marteau, où il s'est laissé diviser, avec la plus grande facilité, en deux *massoques*, dont on a aussitôt étiré grossièrement l'une des deux, qu'on a divisée en deux *massouquettes*, lesquelles, ainsi que la seconde *massoque*, devaient être chauffées et étirées pendant le feu suivant.

Il était 11 heures 10 minutes quand le creuset a été entièrement libre et prêt à être chargé de nouveau pour procéder au second essai. On voit par là que le premier a duré moins de six heures.

Le fer résultant de ce premier essai a été travaillé pendant la durée du second feu; il s'est constamment bien comporté sous le marteau, où il a été étiré en barres. Les ouvriers le trouvaient encore plus ductile et plus aisé à travailler que celui qu'ils travaillent ordinairement. On a obtenu, par ce premier essai, 356 liv. (145 kilogrammes) de fer en barres.

La consommation en charbon s'est portée à 9 sacs et demi; chaque sac pèse environ 40 kilogrammes, ce qui donne 380 kilogrammes pour la consommation en charbon.

En se rappelant que la charge en minerai était de 868 livres (355 kilogrammes), on voit que ce minerai a donné 41 pour cent de fer, avec une consommation de 2,62 parties de charbon pour une partie de fer obtenu.

Sur le fer obtenu, il s'est trouvé seulement

6 à 7 kilogrammes de *fer fort*, ou *acier naturel* : le reste du produit était en fer doux très-ductile.

Le second essai a commencé dès que le premier a été terminé. Il était alors 11 heures 10 minutes.

La charge en minerai a été de 640 livres (262 kilogrammes), savoir : 365 livres (150 kilogrammes) de minerai brun grillé à la méthode du Dauphiné, et 275 livres (112 kilogrammes) de minerai jaune qu'on venait de griller légèrement.

Le second feu a été conduit absolument comme le premier. La fonte s'est opérée encore mieux, et tous les indices ont annoncé d'avance un résultat au moins aussi avantageux que celui du premier essai. En même tems qu'on procédait à ce second fondage, on a étiré le fer provenant du premier, ce qui s'est fait absolument de la même manière qu'on avait étiré, pendant le premier essai, le fer obtenu par le feu qui l'avait immédiatement précédé.

On a ôté le vent à 5 heures 20 minutes, et on a sorti de suite le masset, qui avait très-bonne apparence. La durée du feu a été, comme on voit, d'un peu plus de 6 heures.

La consommation en charbon a été de 9 sacs (360 kilogrammes) de la même qualité, qui avait servi dans le premier essai.

Le fer obtenu a été étiré pendant un feu qui a suivi le second essai ; il était d'excellente qualité, et a pesé 320 livres (131 kilogrammes).

Ainsi, on voit que, dans ce second essai, où la charge en minerai était de 262 kilogrammes, le minerai a rendu 50 pour cent de fer forgé, et qu'il a fallu 2,75 parties de charbon pour obtenir 1 partie de fer.

Malgré cette consommation de charbon plus forte en proportion que dans le premier essai, il n'en est pas moins vrai que, sous tous les rapports, on peut regarder le second essai comme le plus avantageux. Cet excès de consommation en charbon ne tient qu'à ce que le minerai ayant manqué, la charge du second feu n'a pu être complète comme celle du premier ; et cependant les ouvriers ont entretenu le feu avec la même activité que si la charge en minerai eût été complète ; aussi n'y a-t-il nul doute à faire que, si elle l'eût été, on n'aurait pas brûlé plus de charbon qu'il n'en a été consommé pour la charge de 262 kilogrammes de minerai, laquelle était loin d'être complète.

Il est aussi hors de doute que, si le second feu eût été composé seulement de minerai jaune bien grillé, on n'eût obtenu un résultat encore plus satisfaisant sous le rapport du produit en fer ; cette variété de minerai étant plus riche que la brune, avec laquelle elle a été mélangée dans le second feu. Le premier essai, composé uniquement de mine brune, a donné 41 pour cent de fer, tandis que le second, qui se composait d'un mélange de mine brune et de mine jaune, a donné 50 pour cent ; encore la mine blanche n'était-elle que très-imparfaitement grillée.

En réunissant entre eux les résultats des deux essais, on trouve que le minerai a rendu un peu plus de 45 pour cent en fer forgé de première qualité; et que, pour obtenir un kilogramme de fer, il a fallu consommer 2,68 de charbon; ou, en d'autres termes, que, pour obtenir 100 parties de fer, il a fallu 220 parties de minerai, et 268 de charbon.

En comparant ces résultats à ceux que l'on obtient journellement dans les forges de l'Ariège avec le minerai cru de Rancié, on trouve que tout l'ouvrage est en faveur du minerai d'Allevard. Dans les forges de l'Ariège, le minerai rend 33 pour cent, et on consomme de  $2\frac{2}{3}$  à 3 parties de charbon pour obtenir 1 partie de fer.

Malgré le succès des essais qu'on vient de décrire, on peut croire que ce succès eût pu être encore plus complet; il y a plusieurs raisons qui me font avancer cette opinion.

1°. Dans les essais faits à la forge de Rabat, le minerai était en quantité insuffisante; ce qui a obligé à faire les charges moindres qu'à l'ordinaire; ce qui a dû nuire au travail, la capacité du creuset étant calculée pour des charges plus fortes que celles qui ont eu lieu.

2°. La forge ayant chômé long-tems, et n'ayant été remise en activité que la veille au soir, le creuset ne pouvait être encore complètement échauffé.

3°. Les dimensions du creuset qui sont reconnues les plus convenables pour le minerai de Rancié, d'après une longue expérience,

peuvent fort bien n'être pas celles qui conviennent le mieux pour le minerai d'Allevard.

4°. On peut en dire autant de l'inclinaison et de la saillie de la tuyère, des détails du fondage.

5°. Les ouvriers ne connaissant que le minerai de Rancié, n'avaient nulle idée de celui d'Allevard; ils ont agi comme à leur ordinaire. On peut croire qu'à la longue, il pourra être apporté au travail quelques modifications qui seront susceptibles de le rendre plus approprié aux minerais d'Allevard.

6°. Le charbon employé était de qualité médiocre: le travail eût été plus avantageux avec du charbon de première qualité.

7°. On peut ajouter à ces raisons, le peu de zèle et de soin des ouvriers naturellement portés à douter d'avance du succès de tout ce qui ne s'accorde pas avec leur routine accoutumée.

Toutes ces raisons portent à conclure que, dans une forge catalane qui serait en feu depuis quelques jours, avec un creuset de capacité la plus convenable possible pour les minerais d'Allevard, des ouvriers habitués à travailler ce minerai, du charbon de bonne qualité, et en mettant des charges suffisantes de minerai, on aura des résultats plus avantageux encore que ceux ci-dessus décrits, quelques satisfaisans que soient d'ailleurs ceux-ci.

M. Grasset, voyant le succès de ses essais dépasser les espérances qu'il avait pu concevoir, a pris la résolution de solliciter l'autorisation de faire construire à Pinsot une forge catalane à la manière de celles de l'Ariège. On ne

peut douter du succès d'un pareil établissement quand on aura lu cette Notice. En outre, pour juger du bénéfice qu'elle pourra donner, il suffit de comparer les dépenses qu'il faudra faire pour faire marcher une forge catalane à Pinsot, avec celles qu'exige une forge en activité dans l'Arriège.

Dans les forges de l'Arriège, le quintal de minéral (40 kilogrammes) coûte au moins 75 centimes aux forges les plus voisines des mines; dans celles qui en sont éloignées, il coûte 2 et jusqu'à 3 francs.

A Pinsot, le quintal de minéral tout grillé, rendu à la forge, ne coûte guère qu'un franc.

Dans l'Arriège, le charbon rendu aux forges coûte 3, 4 assez communément, et jusqu'à 5 francs, le sac de 40 kilogrammes. Le même poids en charbon ne coûte, à Pinsot, que 1 fr. 25 centimes.

La main-d'œuvre, fort chère dans l'Arriège, le sera beaucoup moins en Dauphiné; une fois qu'on aura formé, dans ce dernier pays, des élèves pour le traitement à la catalane.

Le cours ordinaire du fer, dans l'Arriège, est de 20 à 24 francs le quintal (40 kilogrammes): à Pinsot, il n'est guère jamais au-dessous de 27 à 28 francs.

Si, à ces diverses comparaisons, j'ajoute que les forges de l'Arriège, même celles situées le plus défavorablement, travaillent avec bénéfice, quel profit énorme n'auront pas les maîtres de forges du Dauphiné, à adopter la méthode de l'Arriège, du moins pour les minerais riches.

D E

## LA QUANTITÉ DE VENT FOURNI

PAR LES TROMPES,

MESURÉE A L'AIDE D'UNE ÉPROUVETTE

BAROMÉTRIQUE;

Par M. d'AUBUISSON, Ingénieur en chef au Corps Royal des Mines.

Les trompes dont il est ici question, sont celles employées comme machines soufflantes dans les forges et usines métallurgiques des Pyrénées, des Alpes et d'autres pays.

Sur la caisse qui sert de réservoir à l'air condensé, et par une ouverture de laquelle sort le vent, on adapte une *éprouvette barométrique*: elle consiste en un tube de verre ouvert par les deux bouts, et plié de manière à présenter trois branches verticales de quatre à cinq pouces de long, jointes par deux coudes ou branches horizontales. La première des branches verticales (qu'on a faite un peu plus longue que les autres) est adaptée au couvercle de la caisse, de manière que son orifice communique avec l'intérieur: par l'ouverture de la troisième branche, on verse du mercure, jusqu'à ce qu'il s'élève à environ deux pouces

dans cette branche ainsi que dans la seconde : il est de niveau dans les deux. Lorsque la machine soufflante est en jeu, l'air condensé dans la caisse exerce une pression sur le mercure de la seconde branche, et le force à l'élever dans la troisième : la différence de niveau du mercure des deux branches indique le degré de condensation de l'air, et se nomme *hauteur de l'éprouvette*.

Etant donnée cette hauteur, et l'orifice de la buse par laquelle l'air sort de la trompe, déterminer la quantité de vent sorti dans un tems donné, en une seconde, par exemple.

Soit  $Q$ , cette quantité ;  
 $o$ , l'ouverture de l'orifice,  
 $h$ , la hauteur de l'éprouvette,  
 $v$ , la vitesse avec laquelle l'air sort,  
 $d$ , la densité de l'air sortant ; celle de l'atmosphère voisine étant 1, il est évident que l'on aura :

$$Q = o d v.$$

Soit encore :

$b$ , la hauteur du baromètre dans l'atmosphère qui entoure la trompe,  
 $D$ , la densité du mercure par rapport à celle de l'air atmosphérique, sous la pression barométrique  $b$  ;

les densités de l'air étant comme les poids comprimans, on a :

$$d : 1 :: b + h : b, \text{ ou } d = \frac{b + h}{b}.$$

Cherchons la valeur de  $v$ . La vitesse d'un fluide, sortant par un orifice imaginé au bas d'une colonne de ce fluide, la densité étant homogène, et  $H$  étant la hauteur de la colonne, est  $\sqrt{2gH}$  ;  $g$  ( $= 9,8088$  mètres), représente l'action de la gravité. L'air de la trompe est soumis à une pression barométrique exprimée par  $b + h$  ; sa densité étant  $d$ , et celle du mercure  $D$ , il est évident que si nous supposons une colonne de cet air, ayant  $(b + h) \frac{D}{d}$  de hauteur, et qu'il y ait un orifice au bas de cette colonne, le fluide en sortira avec une vitesse égale à celle du vent sortant par la buse, puisque la pression produisant la vitesse est la même dans les deux cas ; ainsi, on a ici  $H = (b + h) \frac{D}{d}$  ; or, les densités étant proportionnelles aux pressions,  $(b + h) \frac{D}{d} = b D$  ; ainsi, si l'atmosphère n'opposait aucune résistance à l'air sortant de la trompe, l'on aurait  $v = \sqrt{2g b D}$ . La résistance de l'atmosphère équivaut à l'action d'une colonne d'air qui presse moins que celle à laquelle est due la sortie de l'air dans le rapport de  $b + h$  à  $b$  ; et c'est à la différence des deux pressions qu'est réellement due la vitesse  $v$  ; ainsi on aura :

$$v = \sqrt{2g b D \left(1 - \frac{b}{b + h}\right)} = \sqrt{2g b D \frac{h}{b + h}};$$

par conséquent,

$$Q = o \times \frac{b + h}{b} \sqrt{2g b D \frac{h}{b + h}} = \frac{o}{b} \sqrt{2g b D (b + h) h}.$$

Jusqu'ici nous n'avons pas eu égard à la température. Si on se rappelle que la chaleur dilate l'air de 0,00375 par degré du thermomètre centigrade, à partir de 0°, et qu'elle dilate le mercure de 0,000185; en appelant  $t$  la température de l'air, et  $T$  celle du mercure, on a  $D$  étant pris à 0°:

$$Q = \frac{g}{b} \sqrt{2 g b D \frac{1 - 0,000185 T}{1 - 0,00375 t} (b + h) h.}$$

Vu l'état hygrométrique de l'air, il convient ici de prendre, pour coefficient de la dilatation de l'air, 0,004 au lieu de 0,00375, ainsi qu'on le fait dans la mesure des hauteurs à l'aide du baromètre. De plus, dans les usines  $T$  ne doit presque jamais différer de  $t$ ; ainsi, sans erreur sensible, on a:

$$Q = \frac{g}{b} \sqrt{2 g b D (1 + 0,0038 t) (b + h) h.}$$

D'après MM. Biot et Arago,  $b$  étant 0,76 mètr.,  $D = 10467$ ; ainsi  $2 g h D = 156050$  mètres, et

$$Q = 395 \text{ mètr. } \frac{g}{b} \sqrt{1 + 0,0038 t (b + h) h.}$$

La quantité d'air, sous un même volume, dépendant de l'état du thermomètre, et surtout de celui du baromètre, et ce dernier instrument variant beaucoup, dans son terme moyen, suivant la hauteur des lieux,  $Q$  sera beaucoup plus convenablement exprimé en poids qu'en volume. Nous produirons la transformation désirée, en observant qu'à 0° du thermomètre, et sous la pression barométrique de

0,76 mètr., un mètr. cube d'air pèse 1300 grammes, d'où l'on conclut:

$$Q = 676 \text{ kilogr. } \times 0 \sqrt{1 - 0,004 t} (b + h) h.$$

Dans l'expérience mentionnée par M. du Bosc, on a:

$$o = 0,001155 \text{ mètres carrés,}$$

$$t = 15^{\circ},$$

$$b = 0,72 \text{ mètres,}$$

$$h = 0,032 \text{ mètres,}$$

$$\text{d'où: } Q \approx 0,1174 \text{ kilogrammes;}$$

et, en une minute,  $Q = 7,05$  kilogrammes.

Un haut fourneau ordinaire de 8 mètres de hauteur dépense communément de 4 à 500 pieds cubes d'air par minute, ce qui fait environ 20 kilogrammes; près de trois fois autant qu'une forge catalane.