

---

---

JOURNAL  
DES MINES.

---

N.º XLIX.

VENDÉMAIRE.

---

---

RÉSULTATS D'EXPÉRIENCES

SUR LES DIFFÉRENS ÉTATS DU FER;

Par le C.<sup>en</sup> CLOUET.

---

*TABLEAU des différens résultats qu'on obtient en traitant le fer et son oxide avec le charbon et le verre.*

FER et CHARBON en petite quantité. . . . . *Acier.*

— charbon en plus forte dose. . . . . *Fonte blanche.*

— en augmentant encore la dose du charbon. *Fonte grise.*

Fer et  
charbon.

OBSERVATIONS.

LE charbon s'unit au fer en différentes proportions; et à mesure que ces proportions varient, les produits varient aussi. Un trente-deuxième de charbon suffit pour rendre le fer acier; cette dose varie cependant dans les expériences, à cause de l'inégale intensité du feu et de la porosité des creusets: en augmentant la dose de charbon, la qualité de l'acier augmente aussi; mais il devient

toujours de plus en plus difficile à forger, et plus facile à ramollir au feu. Il se trouve dans les différentes proportions de fer et de charbon qui forment l'acier, une proportion qui donne un acier fusible et encore malléable; la dose de charbon qui convient pour obtenir ce produit, est d'un sixième du poids du fer, à peu près: passé ce terme, les qualités de l'acier n'augmentent plus, il se rapproche alors trop de la fonte; et quoiqu'il puisse encore se forger un peu dans les degrés qui suivent celui qui vient d'être indiqué, il n'est plus propre à être employé comme acier, il a trop peu de ténacité.

A mesure qu'on augmente la dose du charbon, la fusibilité de la combinaison augmente; le grain de la matière, qui était celui de l'acier tant qu'elle pouvait se forger, disparaît, et le résultat présente dans la cassure une surface plus uniforme et qui devient enfin semblable à celle des fontes blanches. Lorsqu'on a mis le fer dans cet état par une addition suffisante de charbon, la combinaison est alors très-fusible: cette fusibilité augmente encore par de nouvelles additions de charbon, et la fonte qui en résulte devient semblable à celle des fourneaux, qu'on nomme *fonte grise*.

Fer et verre. FER et VERRE. . . . . *Fonte particulière.*

Le fer et le verre se combinent ensemble; le résultat est fusible, quoique le verre ne s'unisse au fer qu'en très-petite quantité: il est encore un peu ductile à chaud et à froid, cependant il n'est plus forgeable; chauffé seulement au rouge cerise, il se divise sous les coups du marteau. Néanmoins cette fonte n'est pas aigre; elle est, au contraire,

très-douce, et se laisse limer et ciseler comme du fer très-doux. Si on la coule dans des moules ou des lingotières, elle souffre un retrait considérable en se refroidissant, elle se trouve remplie de cavités. Quoiqu'elle soit peu susceptible de se forger, on parvient à en former quelques lames: si l'on fait rougir ces lames, qu'on les trempe dans l'eau, et qu'on casse ensuite la partie trempée, la cassure présente un grain semblable à celui de l'acier trempé, mais qui paraît ne pas avoir acquis de dureté; la lime prend sur la partie trempée comme sur le reste; cependant la partie trempée devient plus cassante.

FER, VERRE et CHARBON. . . . . *Acier fondu.*

Fer, verre,  
charbon.

— en augmentant les doses de charbon . . . . . *Fonte blanche et fonte grise, semblables à celles des hauts-fourneaux.*

Si au verre on ajoute un peu de charbon en poudre (la dose du charbon peut varier depuis un trentième jusqu'à un vingtième sur une partie de fer), le résultat est plus fusible que le précédent; on obtient alors un acier très-dur à la trempe, et qui peut se forger au rouge couleur de cerise: cet acier ressemble aux aciers connus dans le commerce sous le nom d'*aciers fondus*; il en a toutes les propriétés.

On peut encore augmenter la dose de charbon dans cette combinaison, et on obtient pour résultat, suivant les proportions, de la fonte blanche ou de la fonte grise, semblables à celles que produisent les hauts-fourneaux où on fond la mine de fer.

*De l'affinité du fer pour le carbone.*

LE fer a une très-grande affinité pour le carbone, à une température élevée; cette affinité augmente avec la température, et il paraît, par l'expérience suivante, qu'à une très-haute température, le fer peut enlever le principe carbonique à l'oxygène même.

On prend parties égales de carbonate de chaux et d'argile en poudre, on en fait un mélange exact; on introduit le mélange dans un creuset, avec du fer coupé en petits morceaux: il faut que ce mélange recouvre bien le fer et remplisse les petits intervalles que laissent entre eux les morceaux de fer: on chauffe ensuite par degrés, pour ne pas casser le creuset; on augmente toujours le feu, jusqu'à ce qu'il soit au degré nécessaire pour ramollir du fer forgé et le souder; on le soutient environ une heure dans cet état, plus ou moins, suivant la grandeur du creuset: lorsque la matière est fondue; on la coule dans une lingotière, et, si on a employé de bon fer, le résultat est de l'acier semblable à l'acier fondu.

*De l'action des flux vitreux sur les différentes espèces d'aciers.*

LES flux vitreux agissent sur toutes les espèces d'aciers, et les fondent avec plus de facilité que le fer; les aciers les plus fins, c'est-à-dire ceux qui contiennent le plus de carbone, sont ceux qui fondent le plus facilement.

Tous les aciers fondus de cette manière conservent une partie des propriétés de ceux qui les ont produits.

OXIDE DE FER et CHARBON.....	<i>Fer doux.</i>	Oxide de fer et charbon.
— plus de charbon.....	<i>Acier.</i>	
— plus de charbon.....	<i>Fonte blanche.</i>	
— plus de charbon.....	<i>Fonte grise.</i>	

## OBSERVATIONS.

LE fer peut s'unir à l'oxygène en différentes proportions: on peut distinguer trois sortes d'oxides de fer, savoir, le rouge, le jaune et le noir; les deux premiers prennent facilement l'état du dernier, par l'action du feu poussée au degré qui commence à les faire fondre. C'est de ce dernier, qui paraît constant, qu'il faut faire usage pour le mêler au charbon et en obtenir les produits énoncés ci-dessus. On obtient les mêmes produits avec les autres; mais comme ils contiennent plus d'oxygène, il faut y ajouter plus de charbon. Les charbons variant en quantité de matière inflammable, et les creusets qui doivent contenir les mélanges, étant plus ou moins poreux, on ne peut guère prescrire de doses exactes: cependant, pour obtenir, du mélange de l'oxide noir de fer et du charbon, du fer doux, on peut prendre volume égal d'oxide noir et de charbon en poudre; ce mélange, chauffé pendant une heure, plus ou moins suivant la capacité du creuset, au degré de feu qui ramollit le fer au point de le souder, prend la nature de fer forgé.

Si on augmente de moitié, ou si on double cette quantité de charbon, on aura de l'acier; en augmentant toujours la dose de charbon, on obtient de la fonte de fer blanche, et enfin on a de la fonte grise en ajoutant encore de nouvelles doses de charbon.

Fonte et  
oxide de fer.

FONTE et OXIDE DE FER. . . . . Fer doux.

Plus de fonte , et oxide de fer *idem*. . . . . Acier.

## OBSERVATIONS.

LA fonte pure, blanche ou grise, produit, avec l'oxide de fer, du fer doux : la dose d'oxide qui convient est d'environ le quart en poids de la fonte employée. La fonte grise demande plus d'oxide que la fonte blanche. Si on diminue la dose d'oxide d'un tiers, ou même de moitié, on obtiendra de l'acier. On voit que ces doses doivent varier suivant la nature de la fonte.

Fonte et  
fer forgé.

La fonte et le fer forgé, unis ensemble par la fusion ou par la cémentation, donnent, pour résultat, de l'acier plus ou moins fin, suivant la qualité de la fonte unie au fer, et aussi suivant qu'elle est plus ou moins grise. Cette dernière produit un plus grand effet que la blanche; un quart de fonte, un cinquième et même moins suffisent pour rendre le fer acier.

Oxide de  
fer et fer.

L'oxide de fer ne se combine pas très-intimement au fer forgé; cependant il peut rester interposé entre ses parties : on obtient facilement ce produit avec le charbon et l'oxide noir de fer, en mettant dans le mélange moins de charbon qu'il n'en faut pour la réduction totale de l'oxide employé, en fer forgé. On obtient aussi le même résultat avec de la limaille de fer, dans laquelle on mêle de l'oxide de fer, ou qu'on fait légèrement calciner, et qu'on réunit ensuite au moyen de la forge.

Le résultat de ce mélange, de quelque manière qu'on l'ait produit, donne un fer très-doux à chaud et à froid; il n'est pas très-tenace; il est noir, et

sans grain dans sa cassure. On parvient à lui donner du corps et à le rendre semblable au fer forgé ordinaire, en le chauffant et en le forgeant à plusieurs reprises.

L'oxide de fer mêlé avec l'acier le réduit à l'état de fer, si on en met la dose suffisante, qui est à peu près un sixième pour les aciers ordinaires; si l'oxide n'est pas en quantité suffisante, l'acier diminue de finesse et se rapproche plus ou moins de l'état de fer. On réduit l'acier en fer, soit en cimentant des lames d'acier avec de l'oxide de fer, soit en mêlant cet oxide avec de la limaille d'acier, et réunissant ensuite le tout au moyen de la forge.

Acier et  
oxide de fer.

*Nota.* On réduit aussi la fonte en fer forgé ou en acier par les mêmes procédés.

OBSERVATIONS sur la manière de produire les aciers fondus, et sur les fourneaux qui conviennent pour cette opération.

*Des fondans, et du degré du feu.*

LES fondans propres à convertir l'acier ou le fer en acier fondu, sont tous les verres siliceux salins, ou terreux, ou composés de ces deux; ils ne doivent contenir aucune substance nuisible au fer. Les verres de gobeletterie ordinaire, qui ne contiennent que de la silice, de la chaux et de la potasse, sont fort bons; un verre composé de chaux et d'argile cuite, exempt d'alun, de pyrite ou de sulfate de fer, est aussi fort bon. Si, au lieu de chaux, on emploie le carbonate de chaux avec l'argile cuite, ce dernier fondant sera propre à

fondre le fer en acier ; il est aussi bon pour fondre l'acier.

Si, au lieu d'employer le verre tout fait, on employait ses élémens, c'est-à-dire, la silice et les alcalis, on n'obtiendrait pas un bon résultat ; l'acier fond, mais il devient trop difficile à forger. Ceci n'a lieu que pour les verres salins ; les verres terreux s'emploient en élémens.

Le verre des glaces coulées ou soufflées est aussi un bon fondant : il faut y mêler un peu de sable, pour le rendre moins fusible ; les verres trop fusibles rendent l'acier plus difficile à forger. Lorsque l'acier est fondu, il ne faut pas le laisser trop long-temps en fusion avec le verre, parce qu'il en prend plus qu'il ne faut pour être facile à forger ; ainsi, aussitôt que la fusion est complète, il faut le remuer avec une baguette de fer, et le couler de suite dans la lingotière, en observant de ne point couler trop vite, sur-tout les dernières portions, qu'il faut ménager de manière à pouvoir en remplir le creux que forme la matière à l'instant qu'elle se fige : il faut aussi avoir soin d'enlever le verre avant de couler, afin qu'il ne se mêle point avec l'acier lorsqu'on le verse dans la lingotière.

Cet acier se forge au rouge cerise : il est très-nécessaire de le bien ménager dans les premières chaudes, et de le frapper bien également sans le courber ; un martinet mu par l'eau est ce qui convient le mieux pour cet objet : les aciers fondus demandent à être bien forgés ; ils acquièrent plus de corps et de finesse de grain à mesure qu'on les forge et qu'on les réduit sous un moindre échantillon.

Le degré de feu qui fond l'acier est le même

que celui qui ramollit le fer forgé au point de le souder. Les creusets blancs d'Allemagne sont ceux qui résistent le mieux au feu nécessaire à cette fusion ; on peut s'en servir pour les essais en petit : pour fondre en grand, il faut en fabriquer avec les mêmes terres qui servent à faire les pots de verrerie, et suivre les procédés employés par les verriers dans cette fabrication.

#### *Des Fourneaux.*

LES essais en petit peuvent toujours se faire dans une forge ordinaire, qu'on environne avec des briques réfractaires pour soutenir les charbons ; le fourneau du fondeur en cuivre, avec un bon soufflet, peut aussi servir. Il faut toujours commencer par voir, en petit, si l'acier ou le fer qu'on destine à devenir acier fondu y sera propre : l'acier fondu ne peut être bon qu'en employant, pour le former, de l'acier ou du fer d'excellente qualité.

On peut fondre à-la-fois, dans unè forge ordinaire, quatre ou cinq livres de matière, plus ou moins, suivant la force du soufflet. Il ne faut employer que du charbon de bois de bonne qualité et bien sec. Il est bon aussi de luter les creusets avec un mélange d'argile cuite, ou de tessons de creuset d'Allemagne broyés, et d'argile crue très-réfractaire : il ne faut mettre dans cet enduit que la quantité d'argile crue nécessaire à sa liaison.

Pour fondre en grand, un fourneau construit d'après les principes des fours à réverbère destinés à fondre le fer dont on fabrique les pièces d'artillerie, peut donner un feu suffisant, sur-tout si on a soin de tenir la cheminée assez haute. Le

fourneau doit être aussi plus court, il ne lui faut qu'une longueur égale à sa largeur : il sera d'une capacité suffisante, si on peut y mettre quatre creusets contenant chacun environ vingt-cinq livres de matière fondue ; de plus grands creusets seraient plus sujets aux accidens.

Il est très-essentiel que les creusets puissent soutenir un violent degré de chaleur : il faut employer à les composer, les matières les plus réfractaires qu'on pourra se procurer. Ce fourneau se chauffe avec du charbon de terre.

Il est nécessaire, lorsqu'on veut fabriquer de l'acier fondu, de ne pas commencer trop en grand ; il faut faire son apprentissage : la manipulation ne peut se donner par une simple description ; c'est la pratique qui la donne, et rien ne peut y suppléer.

## A N A L Y S E

*D'UNE Mine de zinc sulfuré, trouvée dans le comté de Geroldseck en Brisgaw ;*

Par le C.<sup>en</sup> HECHT fils, chimiste à Strasbourg.

§. I.<sup>er</sup>

DANS une mine du comté de Geroldsek en Brisgaw, appelée *Silberekel*, on trouve du plomb sulfuré dans de la baryte sulfatée, qui constitue la gangue du filon. Sur différens points où le plomb sulfuré disparaît avec sa gangue, elle est remplacée par de l'argile dans laquelle on rencontre une substance minérale très-solide, de 3 à 6 centimètres d'épaisseur, sans aucun mélange, et qui, d'après ses caractères extérieurs, ne peut être rapportée à aucune autre espèce connue. Sa couleur est le gris de fer foncé, parsemé de quelques points mordorés, et d'autres d'un jaune de cire. Exposée à l'air, elle se couvre d'une croûte grisâtre, qui paraît même souffrir une espèce de décomposition.

La surface supérieure de cette substance est rude, mamelonnée ou globuleuse, c'est-à-dire, formée d'hémisphères de différentes grandeurs, depuis celle d'un pois jusqu'à celle d'une noix ; la surface inférieure représente, au contraire, différentes cavités sphériques, et prend par-là une forme écaillée. La cassure longitudinale de la mine est en général mate et légèrement soyeuse ; mais il s'y trouve des parties qui ont un brillant métallique : on y remarque des parties saillantes en forme de cônes,