

gers; que ceux que la prudence, le zèle et l'activité constante des commissaires des poudres parviennent à écarter, ne sont pas les seuls qui les environnent à toute heure, eux et les précieux ouvriers qui se dévouent à ce travail, mais qu'il en est, probablement aussi, d'autres encore qui se jouent de toute la prudence humaine, dans l'état actuel de nos moyens.

SUR LA FABRICATION

Du Fer et de l'Acier dans les Forges de la Styrie.

Par le Cit. RAMBOURG, maître des forges de Tronçais, correspondant de la Société Philomathique de Paris, et membre de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale.

Nota. On a fait usage dans ce Mémoire du poids et de l'argent de Vienne.

Le florin de Vienne vaut 52 sols 6 deniers environ de France; il est divisé en soixante kreutzers.

Le poids de Vienne est plus fort que celui de France, dans le rapport de 11,656 : 10,188, c'est-à-dire, que 10,188 liv. de Vienne, font à-peu-près 11,656 liv. de France.

1°. *Gisement des minerais de fer.*

LA Styrie est connue depuis très-long-temps pour le fer et l'acier qu'elle produit; ses mines de fer ont été exploitées dès la plus haute antiquité: ce métal s'y rencontre sous la forme du fer spathique cristallisé en lames rhomboïdales: cette mine est blanche et demi-transparente dans l'intérieur des grandes masses et dans toutes les parties qui n'ont pas été exposées à l'action de l'air et de l'eau; mais elle change de couleur, de forme, et même de nature, lorsqu'elle est soumise pendant long-tems au contact de ces deux agens; elle devient jaunâtre, rouge, enfin brune; elle perd la forme de ses

cristaux, ressemble à la mine de fer hépatique, et passe enfin à l'état de fer limoneux de couleur jaune ou rouge, plus ou moins foncée. La nature de la mine n'est pas la même dans toutes les parties de la Styrie; quelques montagnes présentent le fer sous différentes formes; composées à leur base de fer spathique cristallisé et interposé entre de grandes couches schisteuses, elles offrent à leur sommet une mine de fer ochreuse disposée en petits fragmens irréguliers, ou roulés en espèce de galets. Ces différens états prouvent, et l'antiquité de ces montagnes, et les révolutions qu'elles ont éprouvées.

Mine de
Arzberg.

La mine la plus célèbre de la Styrie est celle de *Arzberg*, située entre *Eisenhartz* et *Vordenberg*. Cette mine est exploitée depuis bien des siècles, et fournit presque tout le fer et l'acier fabriqués dans la province. Un petit monument élevé sur le sommet de la montagne nous a conservé l'époque de son exploitation; il fixe à l'an de l'ère vulgaire 712 les premiers travaux qu'on y ait faits: cette montagne a été exploitée jusqu'en 1625 par les propriétaires d'*Eisenhartz* et de *Vordenberg*; mais à cette époque les malheurs des tems, les ravages de la guerre ayant ruiné ces propriétaires, il leur fut impossible de continuer leurs entreprises, et ils se virent obligés d'y renoncer. Le Gouvernement vint à leur secours, et leur fit quelques avantages pour assurer leurs travaux. Il les réunit en une société, dont les conditions furent réglées dans un acte rédigé en 1625. La société d'*Innenberg* a continué jusqu'à ce moment l'exploitation d'une partie de

de la montagne; les habitans de *Vordenberg* ayant refusé de se réunir à la société, ils ont continué à exploiter pour leur propre compte; ils ont conservé le sommet de la montagne et la partie qui se rapproche du territoire de *Vordenberg*.

La montagne de *Arzberg* est presque toute ferrugineuse, la mine y est à l'état de fer spathique cristallisé en lames rhomboïdales: cette mine est une combinaison de l'oxyde de fer avec l'acide carbonique mêlé avec du carbonate calcaire, qui a déterminé la forme de la cristallisation; elle est blanche et cristallisée, lorsqu'elle n'a pas été exposée à l'action de l'air et de l'eau réunis; elle a perdu par le contact de ces deux agens sa couleur et sa cristallisation; elle a pris une couleur rouge ou brune.

Le fer spathique a pour gangue le quartz, l'argile et un peu de pierre calcaire; il est en masse ou disposé par bancs plus ou moins épais, plus ou moins inclinés entre des lits de pierre, dont la nature varie suivant les différentes élévations. Vers le pied de la montagne on trouve des lits de schistes. Au sommet et vers le milieu les roches sont généralement calcaires; elles sont disposées par lits dont l'étendue et la direction sont quelquefois difficiles à reconnaître, sur-tout à l'extérieur, mais que l'on parvient bientôt à distinguer et à débarrasser des parties étrangères qui s'y trouvent accumulées.

On rencontre aussi dans la mine le manganèse: on le trouve en petits filons diversement inclinés. Il est en lames minces très-brillantes incrustées sur le spath ferrugineux et sur sa

gangue, il a le brillant métallique, l'apparence du fer spéculaire micacé, il s'effleurit à l'air et salit les doigts en noir. On y trouve aussi quelques pyrites martiales; elles sont répandues en petits cristaux dans le manganèse, le fer spathique et sa gangue. Elles sont rares dans la montagne de Arzberg; on en trouve cependant, et la présence du soufre dans la mine est reconnue par l'odeur de gaz hydrogène sulfuré qu'exhale la fonte de fer en fusion, lorsqu'on y jette de l'eau par-dessus.

La mine de fer blanche ne donne pas d'effervescence avec les acides, quoique le fer y soit combiné avec l'acide carbonique, et qu'il soit mêlé avec beaucoup de carbonate calcaire; la proportion et l'union intime des différens principes peut s'opposer à l'action momentanée de ces agens étrangers; mais lorsque la mine a été altérée par l'action de l'air et de l'eau, elle devient effervescente.

On ne transporte aux fourneaux d'Eisenhartz que le fer spathique passé à ce dernier état; la mine blanche est abandonnée à l'air pendant cinquante ou soixante ans; on enlève ensuite ce qui paraît avoir éprouvé assez long-temps l'action de l'air et de l'eau, et on le transporte aux fourneaux.

Pendant l'été on exploite la montagne à ciel découvert, on arrache la surface extérieure des rochers, et on obtient la mine dans l'état où elle doit être portée au fourneau; pendant l'hiver, lorsque la montagne est couverte de neige, on l'exploite par le moyen des galeries. La compagnie possède 60 à 70 galeries placées à différentes hauteurs, elle emploie 260 ou-

vriers pour arracher le minerai et le transporter au pied de la montagne.

Les galeries sont, en parties percées dans le rocher sans aucun revêtement, en parties revêtues en pierres sèches soutenues par des montans et des étrissillons de sapin; elles sont en général humides et l'eau filtre de toutes parts; cette eau enlève quelques particules aux rochers calcaires qu'elle rencontre, elle les dépose entre les masses de fer spathique, et produit dans les galeries abandonnées les stalactites les plus belles et les plus variées. L'humidité qu'elle entretient entre les différentes roches est, sans doute, un des moyens dont la nature se sert pour former entre des masses brutes et informes des cristallisations étrangères.

La mine de fer spathique est en roches: c'est avec la poudre à canon qu'on l'arrache du sein de la terre. Les ouvriers emploient, pour cette opération, des outils et des procédés à-peu-près semblables à ceux qui sont en usage parmi les mineurs Français. Ils cassent ensuite le minerai en très-petits morceaux, en séparent la roche étrangère, et le déposent à l'ouverture des galeries.

2°. *Traitement des minerais de fer dans les hauts fourneaux.*

A Eisenhartz la mine ne subit aucune élaboration avant d'être portée au fourneau; elle n'est ni lavée, ni grillée, ni mêlée avec une autre terre qui doive se joindre à la gangue pour former un fondant; la nature a donné pour gangue à cette mine, le quartz, l'argile

Procédés
suivis à Ei-
senhartz.

et la pierre calcaire; ces trois terres, lorsqu'elles sont bien proportionnées, forment, par leur réunion, le meilleur des fondans employés dans les forges. On estime qu'à Eisenhartz, la pierre calcaire est à-peu-près le tiers de l'argile dans le minerai porté au fourneau, le quartz y est en plus petite quantité; on n'a pas besoin d'ajouter de nouvelles terres, on se contente de casser le minerai en petits morceaux, pour que le feu en pénètre plus facilement les différentes parties.

Les fourneaux d'Eisenhartz ne sont pas tous des mêmes dimensions; mais ils sont tous construits de manière à remplir le même but, à exposer une plus grande quantité de mine à l'action du feu, à produire un violent coup de feu qui détermine la fusion du minerai, et qui le maintienne long-tems dans cet état, à tenir la fonte en fusion dans le creuset hors de l'action des soufflets; précaution indispensable si l'on veut convertir ensuite cette fonte en acier.

La coupe horizontale de l'intérieur du fourneau est toujours circulaire; la coupe verticale ne donne pas deux trapèzes égaux joints base à base vers le milieu du fourneau: la plus grande largeur est beaucoup rapprochée du creuset. Le gueulard est très-évasé, il est surmonté d'une haute cheminée.

Cette coupe paroît beaucoup plus avantageuse que celle de la plupart des fourneaux construits dans nos forges. Le minerai se trouve en plus grande quantité dans le lieu le plus échauffé, il éprouve un plus violent coup de feu, demeure plus long-tems en fusion, et se débarrasse plus facilement de toutes les parties étrangères au fer.

La tuyère des soufflets est à un pied $\frac{1}{2}$ environ au-dessus du fond du fourneau, et le jet d'air est horizontal: cette tuyère n'est pas assise dans la maçonnerie du fourneau, comme cela se pratique ordinairement; elle est placée en dehors. On ménage dans la maçonnerie un trou carré de six pouces environ de côté, on ferme ce trou avec une pâte de terre glaise, et on fait dans le milieu et dans la direction de la tuyère un trou qui a trois pouces de diamètre à l'extérieur, et deux pouces environ dans l'intérieur du fourneau: ce trou est établi vis-à-vis la tuyère, qui en est éloignée de deux à trois pouces. Cette disposition doit être avantageuse: lorsque la tuyère est assise près des charbons dans la maçonnerie du fourneau, elle s'échauffe ainsi que la partie adjacente du soufflet, l'air qui s'introduit dans le soufflet y est dilaté, ce qui doit en diminuer l'effet.

Il n'y a qu'un trou au bas du fourneau, il sert pour l'écoulement de la fonte et des scories: on le ferme avec un bouchon de terre glaise pétrie avec du charbon. L'ouvrier brise ce bouchon avec un ringard, quand il veut retirer la fonte du creuset.

En avant du fourneau, on pratique une aire de forme triangulaire, composée d'une pâte d'argile et de charbon pulvérisé bien broyés et bien battus; cette aire est environnée d'un rebord des mêmes substances; c'est là que se coule la fonte; elle prend la forme de plaques d'un pouce environ d'épaisseur. L'aire se refait toutes les semaines.

Le fourneau est revêtu intérieurement en pierres de taille; on se sert de schistes que

l'on tire de la montagne. Cette pierre est très-réfractaire et résiste assez long-tems à l'action du feu. Tous les ans on répare ce revêtement jusqu'à quatre ou cinq pieds de hauteur ; tous les sept ans ou environ on le refait à neuf.

Les soufflets ne sont pas les mêmes dans les différens fourneaux, celui qu'on estime le plus est disposé de manière à rendre le jet d'air continu.

Avant de jeter la mine au fourneau, on le remplit de quarante mesures de charbon pour le ressuyer et le bien échauffer. On charge ensuite, en versant par le gueulard trois mesures de charbon et une mesure de mine. La première pèse 60 livres, et la deuxième 300 environ, et l'on continue à jeter cette quantité respective de charbon et de mine ; il arrive quelquefois cependant que l'on jette seulement deux mesures de charbon pour une mesure de mine. L'ouvrier exercé sait reconnaître la quantité nécessaire.

Le produit de la mine est de 25 à 36 livres par quintal. On coule à-peu-près toutes les quatre heures, et l'on retire à chaque coulage environ 1,000 livres (poids de Vienne) de fer fondu. Pour cette opération, un ouvrier ou deux brisent, avec des ringards, le bouchon d'argile et de charbon qui ferme le trou pratiqué au bas du creuset.

La fonte coule avec le laitier sur l'aire établie devant le fourneau : il se produit dans ce fluide un bouillonnement considérable ; il s'en échappe des étincelles très-vives. Le laitier est mêlé avec la fonte, mais, comme beaucoup plus léger, il se sépare du métal et surnage ; on jette de l'eau

par-dessus. Il se refroidit pendant deux ou trois minutes, et forme une croûte par-dessus le fer en fusion ; quatre hommes saisissent cette croûte avec de longs crochets de fer et la séparent de la fonte ; celle-ci contient encore du laitier qui s'élève à la surface, et sera séparé une seconde fois de la même manière : ce qui reste après cette seconde séparation est de la fonte bien pure, bien débarrassée de laitier : elle forme une couche d'un pouce d'épaisseur environ ; on la laisse refroidir pendant une heure, on la retire ensuite, et on la casse à coups de masse en morceaux irréguliers : c'est dans cet état qu'on l'envoie dans les forges de la société d'Innenberg pour y être convertie en fer ou en acier.

Je crois que cette manière de couler est préférable à celle que nous suivons en France : nos fourneaux ont deux orifices, le premier placé au bas du creuset, le second placé au-dessus pour l'évacuation des scories. Il arrive nécessairement, d'après cette disposition, ou que la fonte a coulé avec le laitier, ou que ce dernier coule avec la fonte par l'orifice inférieur, selon qu'on aura fait évacuer plus ou moins souvent les scories, selon que le feu aura été plus ou moins violent, et aura fait fondre dans le même temps une quantité plus ou moins grande de minerai. Cet inconvénient n'arrive pas dans les fourneaux d'Eisenhartz : la fonte et le laitier coulant ensemble sur une grande surface, le laitier, plus léger, s'élève sur-le-champ et se sépare du métal. Cette disposition présente un autre avantage ; la fonte restant toujours recouverte de laitiers dans le creuset, elle ne

se trouve jamais exposée à l'action de l'air des soufflets, elle ne peut perdre le carbone qui lui est combiné, et qui doit la constituer acier.

Quand les fourneaux sont en activité, ils rendent à-peu-près 6,000 livres de fonte (poids de Vienne) par jour; ils chôment à plusieurs époques de l'année, soit à cause des réparations que nécessite le revêtement intérieur du fourneau, soit à cause des fêtes qui donnent lieu à un repos d'une huitaine de jours. Les cinq fourneaux donnent, dans un an, cent mille quintaux de fonte (poids de Vienne).

La fonte d'Eisenhartz est très-belle, dans sa fracture récente elle a une couleur blanche argentine et tout l'éclat métallique; elle présente un grain très-fin, quelquefois de grandes facettes ou des lames plus ou moins grandes; la fonte préférée pour la fabrication de l'acier est pleine dans sa cassure; celle qui donne du bon fer est remplie de soufflures, tapissées d'une petite couche d'oxyde de couleur noire ou bleue; ces cavités sont formées par des globules d'air qui ont été enveloppés par la fonte en fusion, et qui n'ont pas trouvé moyen de s'échapper. Cet air a oxydé tout le métal qui l'enveloppait, lui a enlevé le carbone qu'il contenait, et l'a rendu moins propre à être converti en acier. Quelquefois la fonte présente, à sa surface ou dans ses cavités intérieures, les couleurs les plus vives et les plus variées. On y voit celles que l'acier prend lorsqu'il est chauffé à un feu léger; on y rencontre la réunion des plus belles couleurs irisées; ces couleurs sont probable-

ment dues au manganèse qui se trouve dans la fonte.

Le quintal de fonte se vend à Eisenhartz 4 florins 30 kreutchers (argent de Vienne). Sur cette somme il est perçu, pour l'Empereur, un droit de 30 kreutzers.

Le laitier est de couleur verte, il est très-léger, parsemé de petites globules de fer que l'on en sépare par le bocard et le lavage.

Les procédés suivis pour la fusion de la mine ne sont pas les mêmes dans les autres établissemens: quoique la mine employée à Vordenberg soit la même qu'à Eisenhartz, on suit des procédés différens. A Vordenberg on fait griller le minerai avant de le transporter au fourneau; le but des ouvriers est de le débarrasser du soufre qu'il renferme, et sous ce rapport le grillage peut être avantageux; mais il peut produire un grand inconvénient, il peut enlever en partie le principe qui, joint au fer, doit le constituer acier, et cela paraît prouvé par l'expérience. La fonte d'Eisenhartz est employée sans choix dans les forges de la compagnie à la fabrication de l'acier, et toujours on parvient à l'obtenir, au lieu que dans les fabriques où on emploie la fonte de *Vordenberg*, on n'obtient pas toujours de l'acier, quoiqu'on ait pour but de l'obtenir; ce n'est que par l'action du martinet, sur la loupe de gueuse fondue, que l'on reconnaît si elle donnera du fer ou de l'acier.

Les fourneaux de Vordenberg sont construits d'une manière semblable à ceux d'Eisenhartz, mais ils sont plus petits, et ne travaillent pas continuellement. La fonte se coule en plaques

Procédés
suivis à
Vordem-
berg.

de trois à quatre pouces d'épaisseur. On voit, à un des fourneaux des soufflets à cylindre ; ces cylindres sont en cuivre, ils ont huit pieds de haut, et, je crois, quatre à cinq de diamètre. Un piston refoule, en descendant et en parcourant toute la capacité des cylindres, l'air qui les remplit ; cet air est reçu dans un globe creux de cuivre qui sert de réservoir ; il est de là transporté au fourneau par deux côtés opposés. Les quatorze fourneaux de Vordenberg rendent, à-peu-près, deux cents mille quintaux de fonte par an (poids de Vienne). Elle se vend 3 franc 45 kreutzers le quintal.

Procédés
suivis à Ad-
mont.

On exploite depuis un petit nombre d'années une nouvelle mine de fer spathique située près de Admont, sur la rivière d'Enner ; cette mine est en masses blanches cristallisées, interposées par couches entre des lits de schistes ; elle a pour gangue le quartz, l'argile, et se trouve mêlée dans ses cristaux avec le spath calcaire. On trouve des filons assez longs de manganèse, mais les ouvriers ont soin de débarrasser le minerai de ce métal étranger : on y voit une grande quantité de cristaux de pyrites ; on les rencontre principalement sur la gangue de manganèse ; on les voit aussi sur le fer spathique et sur sa gangue. La mine d'Admont est généralement blanche, ce n'est que dans l'intérieur des galeries, dans les lieux où l'air et l'eau ont séjourné, qu'elle a pris une couleur rouge ou brune : les premières galeries sont au pied de la montagne, elles sont peu élevées au-dessus de la plaine ; d'autres galeries sont percées vers le milieu de la montagne, et l'on y trouve le métal sous la même forme et disposé de la même

manière ; mais j'ai vu ou j'ai cru voir que le schiste et le quartz se trouvoient en moindre quantité que dans les galeries inférieures, et que la mine avoit pour gangue une plus grande quantité de spath calcaire. Vers le sommet de la montagne on trouve, à la surface de la terre, une mine de fer ochreuse, ayant pour gangue de la terre calcaire. Cette mine est de couleur brune, et fait une vive effervescence avec les acides ; elle est en petits fragmens amoncelés sans couches intermédiaires.

On emploie à Admont la mine de fer blanche ; la première opération qu'on lui fait subir est le grillage ; pour cela on fait, entre trois murs de maçonnerie, un lit de tourbes sur lesquelles on étend une couche de charbon de huit pouces environ d'épaisseur ; par-dessus le charbon on étend une couche de mine de six à huit pouces d'épaisseur ; on continue à former sept à huit lits successifs de mine et de charbon qui s'élèvent jusqu'à six pieds de hauteur environ. On met le feu aux lits inférieurs, l'inflammation dure huit à dix jours.

Après le grillage, la mine est de couleur rouge foncé, elle ressemble à l'oxyde rouge de fer ; elle est fragile et présente dans l'intérieur les lames rhomboïdales du minerai avant le grillage ; on tamise la mine grillée pour en séparer les cendres qui se sont formées pendant la calcination, et pour enlever les parties terreuses qui ont été détachées du minerai. On passe ensuite la mine au bocard, on la casse en morceaux gros comme des fèves.

On mélange la mine qui est tirée du pied de la montagne avec celle qui vient du milieu, on

met $\frac{1}{3}$ de la première, $\frac{1}{3}$ de la seconde, on y joint $\frac{1}{4}$ de la mine ochreuse qui est prise sur le sommet de la montagne (cette dernière ne se grille pas) : on jette au fourneau avec du charbon et de la tourbe.

Le fourneau d'Admont est formé intérieurement de deux cônes joints base à base ; sur le devant du fourneau, il y a deux orifices : le premier au fond du creuset pour couler la fonte ; l'autre, plus élevé de six pouces environ pour retirer le laitier.

Le soufflet est à trompes, le fourneau reçoit l'air par deux côtés.

Il faut, pour charger ce fourneau, 48 quintaux de mine ; il rend, toutes les vingt-quatre heures, 50 à 60 quintaux de fonte.

La mine d'Admont rend 33 liv. par quintal ; quelquefois on préfère celle du pied de la montagne, quelquefois celle du milieu ; la mine ochreuse du sommet est moins riche, on en ajoute un $\frac{1}{4}$ pour faciliter la fusion des deux premières.

La fonte est en plaques de 1 pouce à 18 lignes d'épaisseur ; elle est moins estimée que celle d'Eisenhartz et de Vordenberg.

Le charbon que l'on emploie dans les hauts fourneaux et dans les forges est de bois de sapin. Il est en morceaux très-gros, et se fabrique sur les lieux et près des différens établissemens ; on se sert de rondins de sapin qui ont 4 à 6 pouces de diamètre, quelquefois même 10 à 12, et 4 à 5 pieds de longueur ; on établit parallèlement deux cloisons en planches de 5 à 6 pieds de hauteur, éloignées l'une de l'autre de 6 à 7 pieds : on place le bois entre ces cloisons,

Fabrication du charbon en Styrie.

on en fait une pile de 4 à 6 pieds de hauteur et de longueur arbitraire. On ménage un courant d'air en plaçant sous la pile des morceaux parallèles aux cloisons. On remplit l'espace laissé entre la pile et les cloisons par du charbon menu, de la terre, et par tout le résidu des précédentes opérations, on recouvre bien la pile des mêmes substances et on allume à une des extrémités.

On n'emploie dans les hauts fourneaux que le gros charbon. Le plus petit et le poussier en sont séparés par le tamis ; ils servent à construire les aires pratiquées devant les fourneaux.

(La suite au Numéro prochain.)