dans lequel le fer est réduit en fonte, et qui permet l'exploitation des minerais même très-pauvres.

FABRICATION DE LA FONTE.

Le traitement des minerais de fer dans les hauts fourneaux exige un fondage complet : le fer réduit s'unit avec une petite quantité de carbone, et produit de la fonte qui est fusible ; les différentes substances qui forment la gangue doivent elles-mêmes entrer en fusion à l'aide de fondants convenables ; elles forment ainsi le *laitier*.

Lorsque la gangue d'un minerai est argileuse, on y ajoute pour la faire entrer en fusion une certaine quantité de carbonate de chaux que les ouvriers appellent *castine*, et qui forme avec la silice un silicate d'alumine et de chaux fusible à la température élevée du haut fourneau.

Si la gangue est calcaire, on mélange le minerai avec une matière siliceuse que l'on nomme *erbue*. Mais le plus souvent on mélange en proportion convenable le minerai calcaire avec un minerai siliceux.

Le revêtement intérieur d'un haut fourneau est construit en briques réfractaires et en pierres siliceuses pouvant supporter une température très-élevée sans entrer en fusion.

Leur forme est celle de deux troncs de cône opposés base à base, réunis au moyen d'une courbure douce, pour éviter dans l'intérieur du fourneau les angles rentrants qui nuiraient à la marche de la flamme ou à celle des minerais ; souvent aussi les deux cônes sont opposés base à base, sans courbure douce au raccordement (*fig.* 121).

Le tirage d'un fourneau ordinaire serait tout à fait insuffisant pour produire dans le haut fourneau la température qui doit déterminer la fusion du laitier et de la fonte ; on y fait arriver le vent d'une, deux ou trois tuyères à la fois, qui sont alimentées par une machine soufflante mue par une roue hydraulique ou une machine à vapeur.

Un haut fourneau se compose de différentes parties qui ont chacune un nom particulier.

On appelle *gueulard* l'ouverture supérieure du haut fourneau AB, qui est circulaire ; c'est par le gueulard que se charge le fourneau, et que l'on introduit des couches alternatives de minerai, de combustible et de fondant.

Dans la partie BC, que l'on nomme *cuve*, l'oxyde de fer est réduit par l'oxyde de carbone ; aussi a-t-on donné à la cuve la forme d'un tronc de cône dont la base est en bas, parce

qu'elle resserre les gaz de la colonne gazeuse ascendante, les force à un contact plus intime et plus prolongé avec le minerai, et favorise ainsi l'action réductive de l'oxyde de carbone sur l'oxyde de fer.

CD représente le *ventre* du fourneau.

L'espace DE est appelé l'*étalage* ou les *étalages*. C'est dans cette partie que commencent la carburation du fer et la réduction par

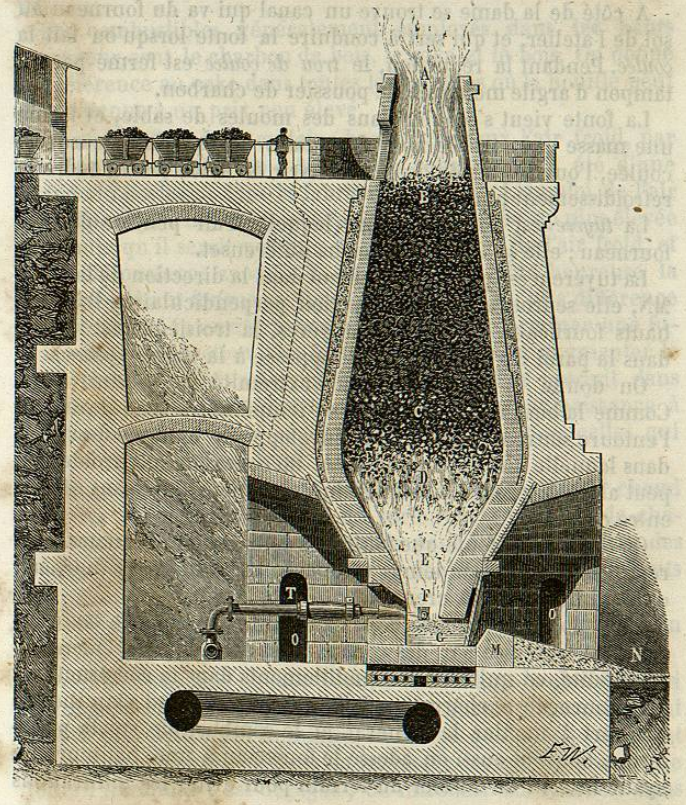

Fig. 109.

le charbon ; le contact du gaz avec les matières solides de la colonne descendante n'étant plus aussi nécessaire que dans la cuve, on comprend la forme évasée de l'étalage.

C'est dans la partie EF, qui est presque cylindrique et que l'on

nomme *ouvrage*, que la température est le plus élevée, et que la fonte et le laitier entrent dans le *creuset* G.

Le recouvrement du creuset est soutenu par deux pièces de fonte qui portent les noms de *tympe* et de *tacret*.

La paroi antérieure du creuset est formée par une forte pierre M, qui porte le nom de *dame*.

Au-dessus de la dame est une ouverture par laquelle s'écoule constamment le laitier sur un plan incliné MN.

A côté de la dame se trouve un canal qui va du fourneau au sol de l'atelier, et qui sert à conduire la fonte lorsqu'on fait la *coulée*. Pendant la réduction, le *trou de coulée* est fermé par un tampon d'argile mélangée de poussier de charbon.

La fonte vient s'écouler dans des moules de sable, et forme une masse qui porte le nom de *gueuse*; dès que la gueuse est coulée, l'ouvrier a soin de la recouvrir de sable pour rendre le refroidissement plus lent.

La *tuyère* est l'ouverture par laquelle l'air pénètre dans le fourneau ; elle se trouve au-dessus du creuset.

La tuyère n'est pas ordinairement dans la direction de la dame MN, elle se trouve dans la direction perpendiculaire. Dans les hauts fourneaux qui ont trois tuyères, la troisième est placée dans la paroi du creuset qui est opposée à la dame (*rustine*).

On donne le nom de *buse* à l'extrémité du conduit d'air. Comme la buse doit supporter une température très-élevée, on l'entoure souvent d'une double enveloppe de fonte ou de cuivre dans laquelle circule constamment un courant d'eau froide : on peut alors l'exposer à la température du rouge blanc sans qu'elle entre en fusion.

On ne coule la fonte que toutes les douze ou vingt-quatre heures ; cet intervalle de temps varie avec la hauteur du fourneau et les dimensions du creuset.

L'enveloppe extérieure d'un haut fourneau appelée *muraillement*, est traversée par des canaux destinés au dégagement de l'humidité, ce qui évite les fendillements dans la construction.

Le fourneau se charge par le haut ; on établit un plan incliné qui sert à monter le minerai et le combustible sur la plate-forme. Souvent aussi on adosse le fourneau à une hauteur, en ayant le soin de l'isoler du terrain pour éviter les infiltrations d'eau.

On pratique en général à la partie inférieure du haut fourneau des canaux destinés à réunir et à faire écouler les eaux.

La *chemise* du fourneau est construite en pierres ou en briques très-réfractaires. Elle est séparée du muraillement extérieur par une couche de sable ou de scories qui empêche les pertes

de chaleur, et permet aux parois de se dilater sans se fendre, parce qu'alors le sable se déplace.

Cette disposition donne aussi la facilité de réparer l'intérieur du fourneau sans toucher au muraillement.

La hauteur des fourneaux varie avec la nature des combustibles que l'on emploie. Elle est de 6 à 18 mètres pour les fourneaux au charbon de bois, et peut aller jusqu'à 20 mètres et souvent plus, pour les fourneaux qui sont alimentés par le coke.

Les combustibles généralement employés dans les hauts ourneaux sont le charbon de bois, le coke et le bois. On donne la préférence au coke dans toutes les localités où la houille peut être obtenue à un prix peu élevé.

On a remplacé dans certains hauts fourneaux l'air froid, par de l'air chauffé de 150 à 300°. Cette substitution a été d'une grande importance dans la fabrication du fer. L'emploi de l'air chaud permet d'atteindre une température beaucoup plus élevée que celle qu'il serait possible de produire avec de l'air froid, et cette circonstance modifie de la manière la plus heureuse la marche du haut fourneau. On conçoit en effet qu'une différence notable dans l'intensité de la chaleur puisse déterminer une fusion ou une réduction plus facile des silicates, et augmenter le rendement. Toutefois l'emploi de l'air chaud a produit dans certaines usines des difficultés imprévues et donne naissance à des fontes qui sont en général plus siliceuses que celles qui sont fabriquées à l'air froid.

L'avantage que l'on peut retirer de l'emploi de l'air chaud dans les hauts fourneaux, est dû surtout à la quantité de chaleur que l'air apporte avec lui. L'air peut être chauffé dans des foyers particuliers, ou bien par la chaleur perdue des hauts fourneaux.

Lorsque le fourneau est construit, on procède à la mise en feu.

Pour le dessécher, on met d'abord du feu dans la chambre qui précède la dame. Il s'établit alors par le gueulard un tirage qui enlève une partie de l'humidité; on attend quelques jours avant de mettre du charbon dans le creuset ; lorsqu'on pense que toute l'humidité s'est dégagée, on introduit du charbon dans le creuset, on l'allume, on emplit peu à peu l'ouvrage, et on charge entièrement le fourneau de charbon, sans ajouter de minerai.

La dessiccation du fourneau peut durer douze à quinze jours.

Quand le fourneau est en plein feu, on ajoute à chaque charge

une petite quantité de minerai que l'on augmente successivement.

Lorsque le métal paraît dans l'ouvrage, on donne le vent d'abord avec lenteur ; le courant d'air ne doit prendre toute sa vitesse qu'au bout de deux ou trois jours.

La fonte obtenue dans les premières coulées est toujours de la fonte blanche, parce que la température n'est pas encore assez élevée ; ce n'est que lorsque le fourneau prend une allure régulière, qu'il se forme de la fonte grise, si toutefois la nature des minerais le permet.

AFFINAGE DE LA FONTE.

La fonte est affinée dans des usines qui portent le nom de *forges*.

Le but de l'affinage est de décarburer la fonte et de transformer le silicium qu'elle contient en acide silicique, qui forme ensuite avec l'oxyde de fer du silicate de fer.

On affine la fonte par deux procédés différents :

1° L'affinage au charbon de bois qui s'opère dans de petits foyers, ou *feux d'affinerie* : on le nomme souvent *procédé comtois* ;

2° La méthode anglaise qui s'exécute dans des fours à *puddler* chauffés à la houille.

Nous décrirons d'abord le premier procédé.

Avant de soumettre la fonte à l'affinage, on commence dans quelques usines par la faire fondre, on la coule dans des rigoles plates, et on la brise en morceaux. Cette opération préliminaire porte le nom de *mazéage*.

Un foyer ou feu d'affinerie comtois est une cavité prismatique à base rectangulaire horizontale, limitée par quatre parois verticales formées de plaques de fonte ; on y brûle du charbon de bois, et la température est assez élevée pour qu'on puisse décarburer la fonte, souder toutes les parties du métal purifié, le forger et l'étirer en barres.

L'air qui doit déterminer la combustion du charbon est introduit dans le foyer au moyen d'une ou de deux tuyères qui traversent une des parois verticales du creuset appelée *varme*.

Lorsque le foyer est rempli de charbon incandescent, on fait avancer la fonte sur des rouleaux au-dessus du foyer ; elle entre en fusion et tombe au fond du creuset. La fonte est ordinairement mélangée à une certaine quantité de scories et d'oxyde de fer.

On peut diviser l'affinage en deux périodes. Dans la première, la fonte se trouve en présence de l'oxyde de fer qui la décarbure par son oxygène en se réduisant lui-même (M. Chevreul). Tous les efforts de l'ouvrier tendent donc à multiplier les contacts de la fonte et de l'oxyde de fer.

Dans la seconde période, la fonte est soulevée avec un ringard, afin de la *désorner*, c'est-à-dire de la séparer des *sornes* ou scories qui sont adhérentes au fond ou aux angles du foyer. La fonte désornée est présentée au vent de la tuyère, qui oxyde le silicium et forme du silicate de fer. Lorsqu'elle est en partie affinée, elle retombe au fond du feu où la décarburation s'achève. Alors l'ouvrier *avale la loupe*, c'est-à-dire qu'il réunit toutes les parties de fer affiné, pour en former une loupe qu'il

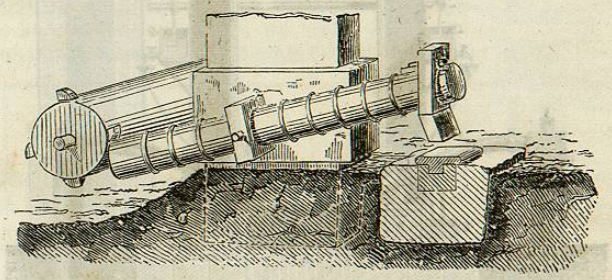

Fig. 110.

porte ensuite sous le marteau (*fig.* 110) ; c'est ce que l'on appelle *cingler la loupe*.

La loupe est partagée en deux *lopins*, qui sont réchauffés au rouge soudant et étirés ensuite sous le marteau en deux chauffes.

L'étirage au martinet ne se fait que pour le petit fer.

Affinage à la houille par le procédé anglais. — L'emploi du coke dans les hauts fourneaux a dû faire penser à tirer parti de ce combustible ou de la houille, dans l'affinage de la fonte. Mais cette opération ne pouvait se faire dans les foyers ordinaires d'affinage, parce que le métal en contact avec le coke se sulfure rapidement et devient cassant.

On a remplacé alors les feux d'affinage par des fours dans lesquels la fonte est chauffée par la flamme seule du combustible.

Dans ce procédé, l'affinage comprend trois opérations. La pre-

mière se fait dans les *fineries*, qui ressemblent beaucoup aux foyers d'affinage; la seconde, dans un four à réverbère qui porte le nom de *four à puddler*; la troisième, dans un autre four à réverbère que l'on nomme *four à réchauffer*.

Les *fineries* (*fig.* 111) se composent d'un creuset revêtu

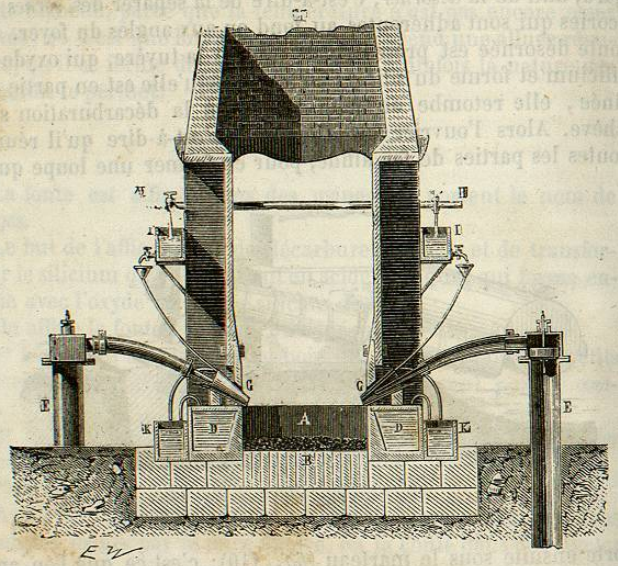

Fig. 111.

intérieurement de plaques de fonte recouvertes d'argile, et portant un trou par lequel on fait couler les scories et la fonte.

Le creuset est surmonté d'une cheminée. Deux tuyères placées presque en face l'une de l'autre amènent le vent à la surface du bain.

On introduit du coke dans le creuset sur lequel on pose 1000 à 1200 kilogrammes de fonte, et on élève assez la température pour que la fonte devienne très-liquide.

Au bout d'une heure et demie environ, on la coule dans un bassin large et peu profond, et on la refroidit avec de l'eau pour qu'elle devienne cassante. On obtient aussi le *fine metal*.

Dans cette première opération, la fonte s'est débarrassée en grande partie de son soufre et de son phosphore, et même

d'une partie du charbon, du manganèse et du silicium qu'elle contenait.

Pour décarburer complétement la fonte, on la chauffe ensuite dans le four à *puddler* en la brassant continuellement avec des scories riches en fer et des battitures; cette opération a pour but de faire réagir l'oxyde de fer sur la fonte afin de brûler complétement le carbone qu'elle contient.

La sole du four à *puddler* (*fig.* 112) est légèrement inclinée : elle est faite en briques très-réfractaires; on la recouvre ordinairement de scories broyées ou de sable.

A mesure que l'opération avance, on voit la fonte prendre une consistance de plus en plus pâteuse; on dit dans ce cas

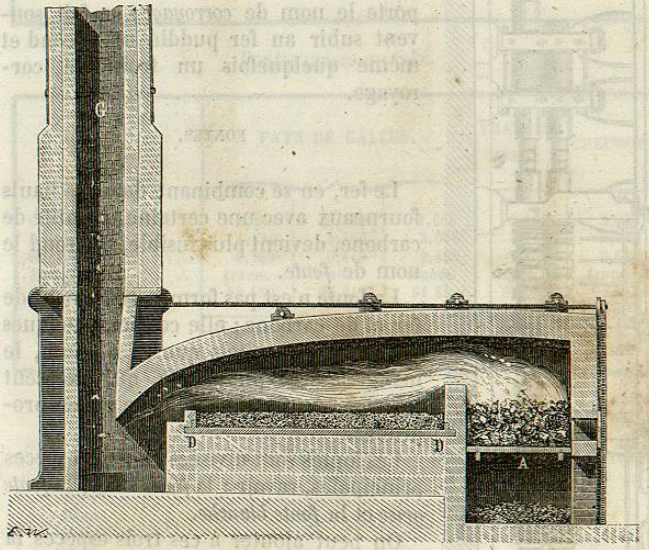

Fig. 112.

qu'elle *prend nature*; elle dégage de l'oxyde de carbone; lorsque la décarburation est opérée, on porte la température au blanc soudant : on forme avec le fer une *balle* ou *loupe* que l'on porte d'abord sous le marteau à cingler et ensuite sous les *cylindres dégrossisseurs* (*fig.* 113).

Les cylindres sont cannelés et présentent des rainures dont la section diminue successivement. On introduit le fer cinq ou six fois entre les cannelures, en suivant leur ordre de décroissement

a, b, c; on réduit ainsi le fer en barres ordinairement méplates. La pression exercée par les cylindres est si énergique, que les scories jaillissent avec force, et que le fer se laisse comprimer en quelque sorte comme une éponge.

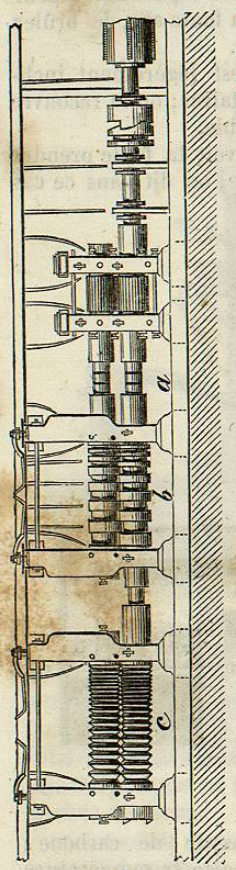

Fig. 113.

Pour terminer l'affinage du fer, on le coupe lorsqu'il est encore rouge ; on en forme des paquets que l'on porte au blanc soudant dans le *four à réchauffer*, et que l'on soumet de nouveau à l'action des cylindres, dont les cannelures vont en diminuant progressivement, et varient de forme suivant celle des échantillons que l'on veut obtenir. Cette opération porte le nom de *corroyage;* on fait souvent subir au fer puddlé un second et même quelquefois un troisième corroyage.

FONTES.

Le fer, en se combinant dans les hauts fourneaux avec une certaine quantité de carbone, devient plus fusible, et prend le nom de *fonte*.

La fonte n'est pas formée seulement de fer et de carbone ; elle contient quelques corps étrangers, tels que le silicium, le manganèse, le phosphore, qui exercent souvent une grande influence sur ses propriétés.

Les fontes sont divisées en trois espèces principales, savoir : la *fonte noire*, la *fonte grise* et la *fonte blanche*.

On peut ajouter à ces trois espèces la *fonte truitée*, qui est un mélange de fonte blanche et de fonte grise.

On distingue aussi une espèce particulière de fonte qui provient du traitement des minerais manganésifères, et que l'on nomme *fonte blanche manganésifère*.

Avant d'indiquer les propriétés de ces différentes fontes, nous ferons connaître leur composition.

	FONTES GRISES obtenues PAR LE CHARBON DE BOIS.		FONTE GRISE DU BERRY obtenue par un mélange DE COKE et de CHARBON DE BOIS.
	CHAMPAGNE.	NIVERNAIS.	
Carbone	2,100	2,254	2,139
Silicium	1,060	1,030	1,920
Phosphore	0,869	1,043	0,188
Manganèse	trace.	trace.	trace.
Fer	95,971	95,673	95,573
	100,000	100,000	100,000

Fontes grises au coke.

	PAYS DE GALLES.			FRANCHE-COMTÉ.	CREUZOT.
Carbone	2,450	2,550	1,666	2,800	2,021
Silicium	1,620	1,200	3,000	1,160	3,490
Phosphore	0,780	0,440	0,492	0,351	0,604
Manganèse	trace.	trace.	trace.	trace.	trace.
Fer	95,150	95,810	94,842	95,689	93,885
	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

Fontes au charbon de bois, par M. Berthier.

	Fer et manganèse.	Carbone.	Silicium.
Belabre	96,77	2,95	0,28
Autrey	96,20	3,50	0,30
Bèze	96,88	3,05	0,07
Saint-Dizier	96,00	3,60	0,40
Suède	95,30	4,20	0,50
Trédion	95,90	3,60	0,50
Lohe	96,05	3,50	0,45

Fontes blanches obtenues par le charbon de bois.

Carbone	2,324	2,636	2,690	2,441
Silicium	0,840	0,260	0,230	0,230
Phosphore	0,703	0,280	0,162	0,185
Manganèse	trace.	2,137	2,590	2,490
Fer	96,133	94,687	94,328	94,654
	100,000	100,000	100,000	100,000

Certaines variétés de fonte contiennent plus de carbone que celles qu'indiquent les tableaux précédents; la proportion du carbone peut quelquefois s'élever dans les fontes jusqu'à 4 et 5 pour 100; cette composition s'approche de celle d'un carbure à proportions définies représenté par la formule Fe^4C.

Fonte noire. — Cette fonte peut prendre l'empreinte du marteau; elle se casse facilement; sa texture présente de gros grains au milieu desquels on aperçoit très-distinctement du graphite; la présence de ce corps lui donne sa couleur caractéristique. La fonte a donc la propriété de dissoudre du charbon sous l'influence de la chaleur, et de le laisser déposer sous la forme de graphite quand elle se refroidit lentement. La fonte noire est plus fusible que les autres fontes; lorsqu'on la traite par les acides, elle dégage de l'hydrogène mêlé d'un hydrogène carboné doué d'une odeur fétide, et laisse un abondant résidu de graphite.

Cette fonte se produit dans les hauts fourneaux lorsqu'on a employé un excès de charbon relativement au minerai; elle est très-recherchée pour les moulages en seconde fusion.

Fonte grise. — La fonte grise provient en général de minerais de bonne qualité, lorsque le haut fourneau fonctionne régulièrement; sa couleur est d'un gris foncé, et quelquefois d'un gris clair. Sa cassure est grenue; elle est toujours poreuse; elle ne prend jamais un beau poli. Sa densité varie entre 6,79 et 7,05. Elle se laisse limer, couper au ciseau et forer facilement. Traitée par les acides, elle laisse un résidu de graphite, qui est moins considérable que pour la fonte noire. La fonte grise contient toujours une quantité notable de silicium.

Cette fonte exposée à l'air s'oxyde avec plus de rapidité que la fonte blanche, parce qu'elle est plus poreuse que cette dernière.

Lorsque, après avoir fondu la fonte grise, on la refroidit subitement en la jetant dans de l'eau froide, on lui fait éprouver une sorte de trempe, et on la transforme en *fonte blanche*. Cette modification se produit toujours partiellement lorsqu'une fonte grise est refroidie trop brusquement; la fonte devient alors beaucoup plus dure et plus cassante; on peut, du reste, l'adoucir en la faisant fondre de nouveau et refroidir lentement. Toutes les fontes blanches ne s'adoucissent pas par le recuit; celles qui contiennent du manganèse restent toujours blanches.

Certaines fontes grises au bois, coulées dans des manchons de fer épais, éprouvent une sorte de liquation; la partie qui s'est refroidie en premier lieu ne contient environ que 1 ou 1,5 pour 100 de charbon; elle est très-dure et présente la plupart des propriétés de l'acier; tandis que les parties centrales sont riches en carbone et beaucoup moins dures. On profite souvent de cette propriété pour durcir à la surface les cylindres de fonte qui servent à la confection des laminoirs.

Le phosphore contenu dans les fontes grises diminue leur ténacité, mais augmente leur fluidité, et les rend propres au moulage des objets d'art.

La fonte grise sert, soit pour le moulage en première fusion, soit pour l'affinage.

Fonte blanche. — Nous avons dit que l'on peut obtenir une fonte blanche en refroidissant subitement la fonte grise; mais les fontes blanches ordinaires se produisent dans le haut fourneau, soit en réduisant les minerais manganésifères, soit en employant un excès de minerai par rapport au charbon.

Un refroidissement dans le fourneau ou le traitement d'un minerai sulfureux donnent en général de la fonte blanche.

La fonte blanche a un éclat métallique; elle est quelquefois d'un blanc d'argent; lorsqu'elle est manganésifère, elle cristallise souvent en pyramides quadrangulaires volumineuses. Sa densité varie entre 7,44 et 7,84.

La fonte blanche est très-dure; elle ne peut être entamée par la lime et casse sous le marteau sans en recevoir l'empreinte. Elle résiste à l'écrasement mieux que la fonte grise. Elle est plus fusible que la fonte grise, mais reste toujours à l'état de fusion pâteuse, tandis que la fonte grise acquiert une grande fluidité.

Le carbone paraît s'y trouver dans un autre état que dans la fonte grise; en effet, lorsqu'on traite la fonte blanche par un acide, elle ne laisse pas de résidu de graphite.

Les fontes blanches sont d'autant plus dures qu'elles contiennent plus de charbon. On les emploie quelquefois au moulage, mais elles sont presque toujours affinées. Les fontes manganésifères servent en général à la fabrication des aciers de forges ou des fers aciéreux.

ACIERS.

On donne le nom d'*acier* à un carbure de fer contenant des traces de silicium et de phosphore, et dans lequel la proportion

de carbone ne dépasse jamais un centième. L'acier contient plus de charbon que le fer du commerce et moins que la fonte.

Voici la composition de quelques aciers :

	Anglais, 1re qualité.	Isère.	Français, 1re qualité.	Français, 2e qualité.
Carbone	0,62	0,65	0,65	0,94
Silicium	0,03	0,00	0,04	0,08
Phosphore	0,03	0,08	0,07	0,11
Fer	99,32	99,27	99,24	98,87
	100,00	100,00	100,00	100,00

(Gay-Lussac.)

L'acier peut contenir en outre de petites quantités d'azote, d'arsenic, de soufre, d'aluminium, de chlore, de manganèse, de cuivre, d'antimoine, de tungstène, de vanadium, de titane, etc.; mais ces différents corps sont considérés comme étrangers à la constitution véritable de l'acier. Les minerais de fer manganésifères sont éminemment propres à la fabrication de l'acier.

L'acier est plus dur que le fer; il peut prendre un beau poli; sa texture présente des grains très-fins, égaux et serrés. Il est sonore et rend des sons agréables.

L'acier que l'on porte à une température rouge, et que l'on refroidit subitement, éprouve le phénomène de la *trempe;* il devient excessivement dur, très-cassant, et peut même rayer le verre. Cette propriété de l'acier est celle dont les arts tirent le plus grand parti.

La dureté d'une trempe dépend de la température à laquelle l'acier a été porté, et du corps qu'on emploie pour le refroidir.

Pour produire une trempe très-dure, il faut porter l'acier au rouge blanc et le plonger dans de l'eau très-froide, ou mieux dans du mercure.

Les trempes douces s'obtiennent en refroidissant l'acier dans des corps gras ou dans de la résine en fusion.

Quelquefois, dans les arts, on trempe l'acier en le chauffant à une température élevée, et en le refroidissant subitement. Mais, le plus souvent, on fait subir à l'acier une trempe plus forte que celle qu'il doit garder, et on le recuit à des températures variables pour lui donner le degré de dureté que l'on désire. Pendant le recuit, l'acier perd d'autant plus de dureté qu'on le chauffe à une température plus élevée.

L'ouvrier apprécie le point convenable pour le recuit en profitant de la propriété que présente l'acier de prendre des teintes qui varient avec la température à laquelle il a été exposé.

Ces teintes sont dues à la formation d'une couche très-mince

d'oxyde de fer qui produit les phénomènes des anneaux colorés. La chaleur donne à l'acier les teintes suivantes :

A 220°, jaune clair;
245°, jaune d'or;
255°, brun;
265°, pourpre;
285 à 290°, bleuâtre;
300°, indigo;
320°, vert d'eau.

Les rasoirs, les canifs sont recuits au jaune; les ciseaux, les couteaux se recuisent au brun; les ressorts de montres au bleu; les ressorts de voitures au rouge brun.

On juge encore de la température du recuit, en suivant les altérations qu'éprouve une couche de suif dont on recouvre l'acier pendant qu'on le chauffe. Pour opérer les premiers recuits au jaune, on s'arrête au moment où le suif répand des fumées blanches; on obtient le recuit au brun en chauffant jusqu'à ce que les vapeurs soient très-abondantes et colorées; pour le recuit au bleu, on doit élever la température de l'acier jusqu'à ce que le suif soit sur le point de s'enflammer.

L'acier éprouve par la trempe une modification comparable à celle de la fonte. Après la trempe, le carbone ne se trouve plus dans le même état qu'avant cette opération. En effet, l'acier non trempé, traité par un acide, se dissout en laissant un résidu très-sensible de graphite; le carbone se dégage à l'état de carbure d'hydrogène.

La trempe fait aussi varier la densité de l'acier. Avant la trempe, la densité de l'acier est 7,738, et après elle devient 7,704. L'acier perd sa sonorité lorsqu'on le trempe, et ne rend plus que des sons ternes et voilés.

Nous dirons à quels signes on peut reconnaître le meilleur acier : 1° un acier de bonne qualité, trempé à une faible chaleur, devient très-dur; 2° sa dureté est uniforme dans toute sa masse; 3° après la trempe, il résiste au choc sans se rompre et ne perd sa dureté que par un recuit très-intense; 4° il se soude avec facilité et sans se fendiller; 5° il montre dans sa cassure un grain fin et égal; il est très-dense et convient à la confection des objets polis.

On divise les aciers en quatre variétés principales : l'*acier naturel*, l'*acier de cémentation*, l'*acier fondu*, l'*acier damassé*.

Acier naturel. — Cet acier porte souvent aussi le nom d'*acier de forge* ou d'*acier de fonte*. On l'obtient en affinant incomplétement la fonte dans des creusets profonds au contact de