CONSTRUIRACIER

ASSOCIATION D'IDÉES POUR L'ARCHITECTURE

Qu'est-ce que l'acier ?

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Sommaire

Le matériau 2

L'acier, un matériau issu de matières premières naturelles

L'acier, un matériau à composition ajustable

Les grandes familles

Les aciers non-alliés pour un usage général

Les aciers faiblement alliés, de haute résistance

Les aciers fortement alliés à très haute résistance mécanique

Les propriétés de l'acier 3

Des produits en acier aux caractéristiques mécaniques et géométriques

Les aciers, une composition chimique à l'épreuve de la résistance

Introduction à la métallurgie

Propriétés mécaniques

Les essais, indicateurs des propriétés mécaniques de l'acier

Propriétés physiques

La fabrication de l'acier 5

L'acier, un matériau multi-usages

Les grandes étapes

L'acier de la filière fonte

L'acier de la filière électrique

La coulée

La solidification, étape fondamentale dans la fabrication de l'acier

Les produits issus de la coulée

Fours de réchauffage

Dégrossisseurs

Finisseurs

Trains à barres

Trains à fils

Le parachèvement

Le laminage à froid

Le décapage

Les cages de laminage

Le recuit

Produits revêtus

Les produits sidérurgiques 29

Les produits plats

Les produits longs

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

L'acier est le matériau de prédilection de l'architecture durable, créative et technique. Il cumule de multiples avantages pour la construction neuve, la rénovation ou l'évolution des bâtiments.

L'acier, un élément évolutif

Avec l'acier, toutes les formes, toutes les dimensions sont permises. Les constructions acier sont modulables, libèrent de vastes espaces sans poteaux intermédiaires, sont faciles à entretenir et à réhabiliter et sont évolutives.

Le matériau

L'acier est un matériau ferreux qui se distingue à la fois du fer et de la fonte. C'est un alliage métallique dont l'élément chimique principal est le fer et dont l'autre élément essentiel est le carbone.

L'acier, un matériau issu de matières premières naturelles

L'acier est un alliage résultant d'une transformation de matières premières naturelles, tirées du sol ou recyclées. Les conditions matérielles de cette transformation entraînent la présence dans sa composition d'une faible proportion d'autres éléments (phosphore, soufre) considérés comme des impuretés.

L'acier, un matériau à composition ajustable

Suivant la qualité d'acier que l'on veut obtenir, il est possible d'abaisser le pourcentage de ces impuretés au cours de l'élaboration, ou au contraire de l'augmenter pour obtenir des propriétés particulières. L'acier peut également contenir d'autres éléments issus de son élaboration ou ajoutés volontairement, en vue d'ajuster sa composition chimique, et par conséquent, ses caractéristiques mécaniques. Les aciers ont une teneur en carbone qui peut varier de 0.005 % à 1,5 % en masse, voir exceptionnellement 2 %.

Un nombre limité d'aciers au chrome peut avoir une teneur en carbone supérieure à 2%, mais cette valeur de 2% est la teneur limite courante qui sépare l'acier de la fonte.

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Les grandes familles

Il existe trois grandes familles d'aciers : les aciers non-alliés, les aciers faiblement alliés et les aciers fortement alliés.

Les aciers non-alliés pour un usage général

La première famille des aciers non-alliés regroupe les aciers d'usage général utilisés dans le BTP et les aciers non-alliés spéciaux utilisés plutôt dans les outils, les moules ou les pièces mécaniques soudables, malléables ou forgeables.

Les aciers faiblement alliés, de haute résistance

Les aciers faiblement alliés se caractérisent par leur haute résistance et le fait qu'aucun élément additionnel ne dépasse 5 % en masse.

Les aciers fortement alliés à très haute résistance mécanique

La troisième famille des aciers fortement alliés se compose d'aciers dont au moins un élément dépasse 5 % en masse et sont réservés à des utilisations très spécifiques nécessitant des caractéristiques particulières comme une très haute résistance mécanique, une très grande résistance à l'usure et à la corrosion, une très faible dilatation et fluage. C'est dans cette famille que l'on retrouve, par exemple, les aciers inoxydables.

Les valeurs limites des alliages constituant ces différentes classes d'aciers sont définies par la norme AFNOR NF EN 10020.

Les propriétés de l'acier

Les propriétés d'un acier varient énormément en fonction de sa composition chimique et du traitement thermomécanique appliqué pendant le processus de fabrication. Ces deux caractéristiques déterminent sa microstructure et les traitements de surface interviennent également dans ses propriétés.

Des produits en acier aux caractéristiques mécaniques et géométriques

Les produits en acier utilisés en construction métallique présentent deux types de caractéristiques qui interviennent dans les calculs de résistance des matériaux. Il s'agit d'une part des caractéristiques mécaniques intrinsèques, fonction de la nuance de l'acier et d'autre part des caractéristiques géométriques et d'inertie propres au produit et qui dépendent de ses dimensions et de sa géométrie.

Les aciers, une composition chimique à l'épreuve de la résistance

Les aciers sont également caractérisés par leur composition chimique qui n'intervient pas directement en résistance des matériaux mais qui joue un rôle important notamment en matière de soudabilité et dans le comportement à la corrosion des ouvrages métalliques.

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Introduction à la métallurgie

La microstructure d'un acier est déterminée par la composition chimique et le traitement thermomécanique appliqué pendant le processus de fabrication.

On distingue trois types d'aciers en fonction de leur teneur en carbone.

Tout d'abord les aciers hypoeutectoïdes qui contiennent jusqu'à 0,77 % de carbone et sont malléables. Puis les aciers eutectoïdes à 0,77 % de carbone. Et enfin les aciers hypereutectoïdes supérieurs à 0,77% de carbone. La microstructure d'un acier dépend aussi du traitement thermique qui lui confère des phases. On en distingue trois : inférieure à 912 °C, de 912 à 1394 °C et supérieure à 1394 °C.

Propriétés mécaniques

Les caractéristiques mécaniques de l'acier qui font l'objet de garanties dans les normes de produit ou qui attestent la conformité d'une fabrication sont déterminées suivant des processus normalisés : les essais.

Les essais, indicateurs des propriétés mécaniques de l'acier

Les résultats que fournissent les essais sur acier ne sont pas des indications absolues, mais constituent une échelle de valeurs comparatives étroitement liées aux conditions d'exécution de ses essais. Les essais mécaniques sont rarement réalisés sur le produit lui-même (ou la pièce), mais nécessitent le plus souvent le prélèvement d'un échantillon et l'usinage d'éprouvettes.

Propriétés physiques

Les propriétés physiques de l'acier en font un matériau particulièrement apte à la construction métallique.

Par la grande diversité de ses caractéristiques, à chaque emploi peut correspondre un acier (masse volumique, module d'élasticité longitudinal, coefficient de Poisson, coefficient de dilatation, conductivité thermique et résistivité électrique…).

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

La fabrication de l'acier

Les métaux ferreux sont connus depuis la plus haute antiquité sous la dénomination de « fer ». L'âge du fer sert à désigner le tournant décisif de la civilisation humaine après l'âge de la pierre et l'âge du bronze. Si l'on se place du point de vue de la chronologie historique, on peut dire que la production industrielle de l'acier est relativement récente puisqu'elle remonte à une centaine d'années environ.

L'acier, un matériau multi-usages

S'il a fallu des millénaires pour aboutir à un stade rudimentaire de fabrication de l'acier, et quelques siècles pour voir naître les premières installations à caractère industriel, c'est en quelques dizaines d'années que se sont créées les nouvelles techniques et les puissantes installations qui conduisent à de meilleures fabrications et à des utilisations toujours plus nombreuses de l'acier.

Les grandes étapes

La fabrication des aciers se décomposent schématiquement en 6 étapes regroupées en trois parties : la préparation des matières premières, le travail dans l'aciérie et la transformation au laminoir.

On distingue deux filières d'approvisionnement de l'aciérie : l'une dite filière fonte, alimentant les hauts fourneaux, et l'autre dite filière électrique, alimentant les fours électriques.

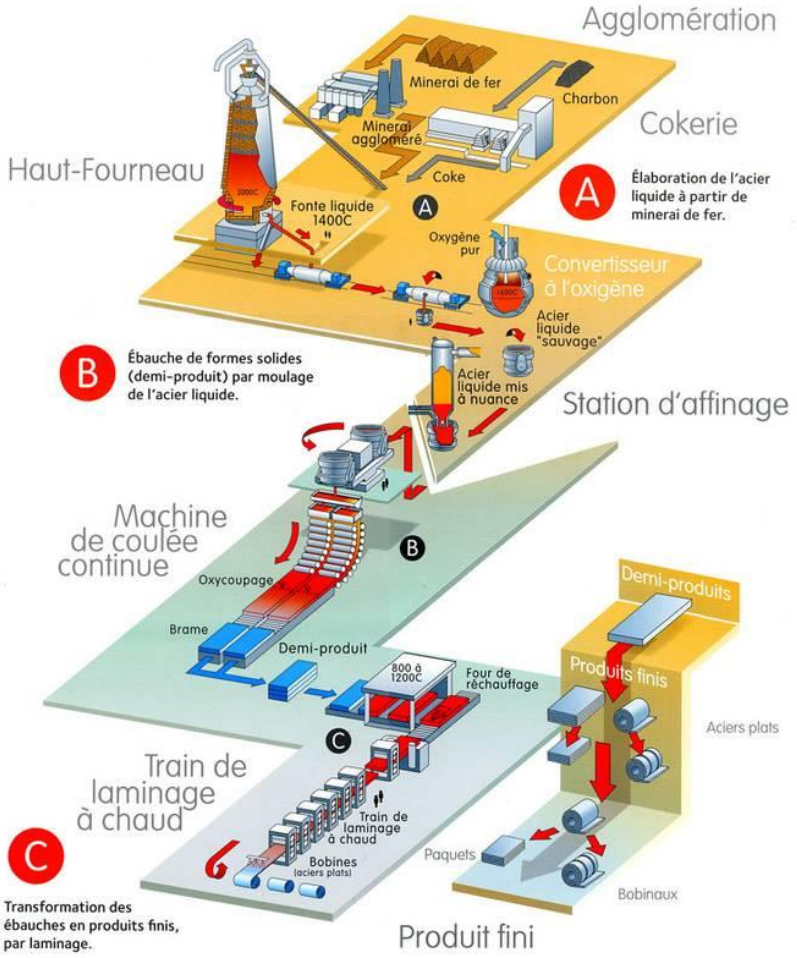
L'acier de la filière fonte

Les différences fondamentales entre les aciers de la filière fonte et ceux de la filière électrique sont qu'ils sont créés à partir de deux matières premières principales, le minerai de fer et le charbon.

La production d'acier liquide, avant coulée, va se faire à partir des hauts fourneaux et de la fonte liquide à 1400°C. Pour réaliser cette fonte, il est nécessaire de préparer les matières premières dans une usine constituée d'une cokerie et d'une usine d'agglomération. La filière fonte est essentiellement mise en œuvre dans ce qu'on appelle les usines intégrées.

Le schéma ci-après représente, de façon schématique, la chaîne complète de cette filière depuis l'usine d'agglomération où sont préparées les matières premières jusqu'aux produits finis.

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.



Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

1- L'usine d'agglomération

Les aciers de la filière fonte sont élaborés à partir de deux matières premières principales, le minerai de fer et le charbon. Le minerai de fer est un produit naturel très présent sur la Terre.

Le fer représente à peu près 5% de l'écorce terrestre et la sidérurgie utilise surtout les minerais à base d'hématite (Fe2O3). C'est un agrégat de matières minérales (oxydes, carbonates et sulfures de fer) susceptibles d'être transformées en fer de manière économique.

A l'état brut, le minerai de fer possède des propriétés chimiques et physiques qui le rendent inexploitable par le haut fourneau. Il faut donc le préparer pour le rendre compatible avec le processus industriel de fabrication de la fonte.

2- Le minerai de fer, de l'état brut à l'aggloméré

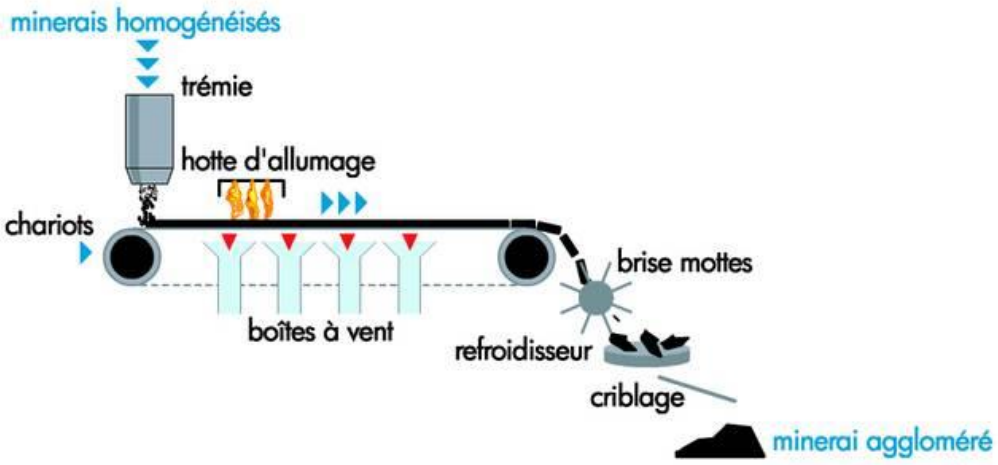
L'usine d'agglomération reçoit le minerai de fer en provenance d'un quai minéralier ou d'un parc à minerais. Ce minerai est tout d'abord séparé par tri puis broyé et calibré en grains qui s'agglomèrent entre eux. Le mélange obtenu est ensuite cuit sous une hotte d'allumage à 1 300 °C. Le minerai aggloméré obtenu est appelé le gâteau et est concassé avant d'être transféré vers le haut fourneau.

L'aggloméré se caractérise par des propriétés physico-chimiques précises :

une granulométrie resserrée (5 - 50 mm)

une résistance mécanique contrôlée

une analyse chimique précise et régulière, surtout en ce qui concerne la gangue qui détermine la composition du laitier de haut fourneau et permet d'ajuster la qualité de la fonte.



Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

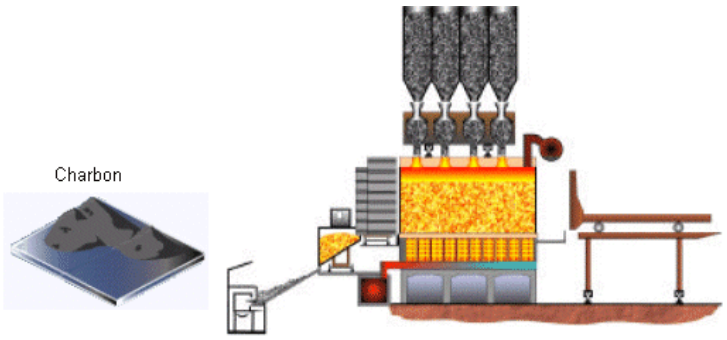
3- La cokerie

Le coke est utilisé dans le haut fourneau pour apporter la chaleur nécessaire à la fusion du minerai et le carbone nécessaire à sa réduction.

Le coke est du carbone presque pur doté d'une structure résistante à l'écrasement. Il s'obtient avec du charbon. La cokerie va permettre la transformation du charbon en coke en supprimant des substances inutiles pour le processus de fusion réductrice. Pour cela on le fait cuire, à l'abri de l'air, dans les fours de la cokerie à 1 100 °C durant plusieurs heures.

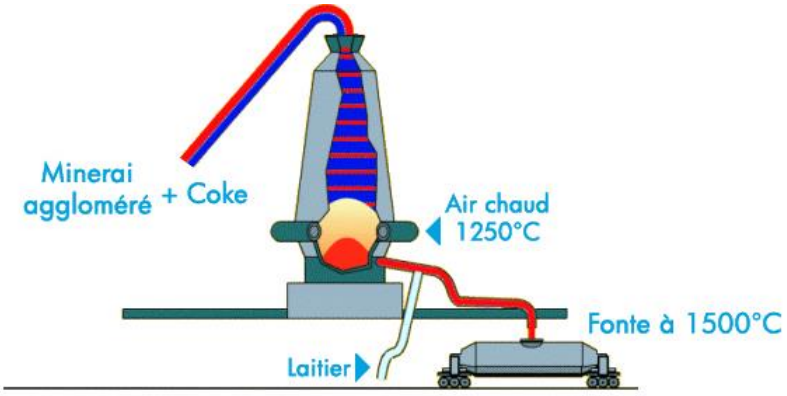
Du charbon devenu coke

Comme il n'y a pas d'oxygène dans ces fours, le charbon ne brûle pas. Une fois le charbon transformé en coke, il est retiré du four et refroidit par aspersion. Il est ensuite concassé et criblé jusqu'à ce qu'il ait la granulométrie optimale pour être utilisé dans le haut fourneau.



4- Le haut fourneau

Le haut fourneau va transformer les matières premières en fonte liquide. Le minerai aggloméré et le coke solide sont enfournés par le haut. L'air chaud (1250°C) insufflé à la base du haut fourneau provoque la combustion du coke réduisant les « oxydes de fer », dont le minerai est essentiellement composé, c'est à dire captant leur oxygène et isolant le fer. La chaleur dégagée par la combustion fait fondre fer et résidus en une masse liquide appelée fonte. La fonte liquide est transportée à l'aciérie par wagons spéciaux dits « poche-torpille ».

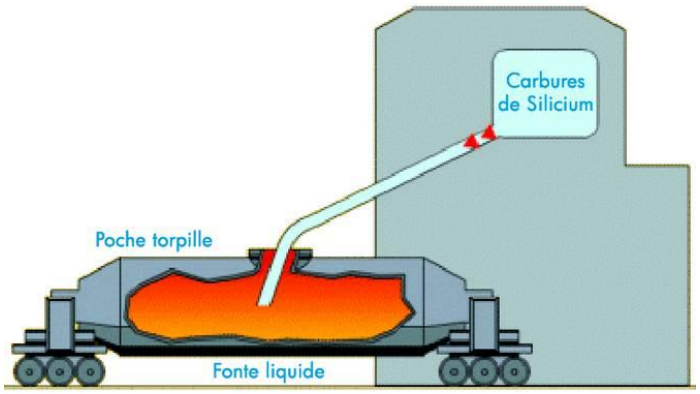


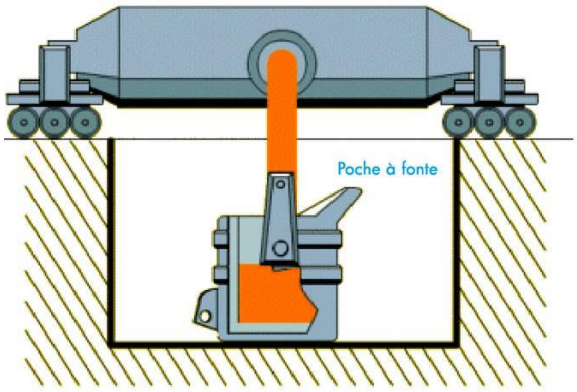
Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

5- La désulfuration

Avant de livrer la fonte liquide à l'aciérie par wagons spéciaux dits «poche-torpille», elle est d'abord désulfurée à l'aide de carbures de calcium injectés dans la fonte au moyen d'une lance immergée.

Le sulfure de calcium obtenu par désulfuration vient flotter comme un laitier sur la fonte. La poche-torpille est ensuite vidée dans la poche à fonte, qui est alors amenée au décrasseur, où le laitier provenant du haut fourneau et du processus de désulfuration est éliminé.





Une fois le décrassage terminé, la fonte est déversée dans le convertisseur, dans lequel on a déversé des ferrailles.

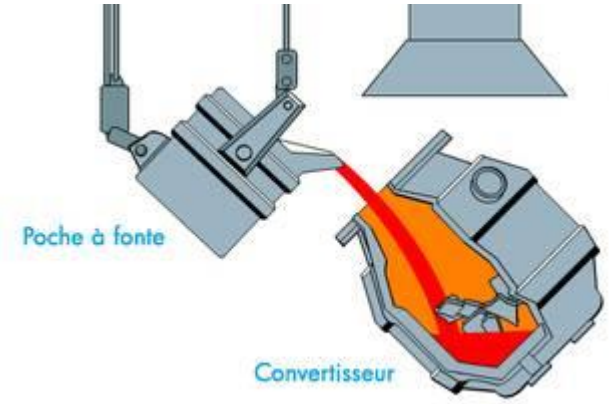
Au moyen d'une lance, de l'oxygène pur est soufflé sur le bain métallique pour brûler l'excédent de carbone et les impuretés. Entre temps, le processus a également brûlé le silicium, le manganèse et les résidus de soufre présents dans la fonte.

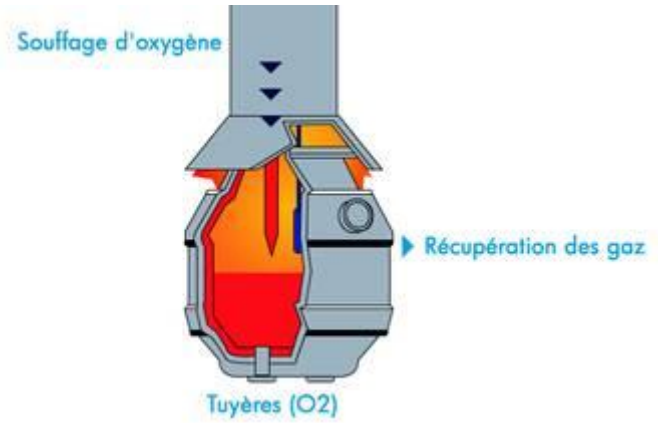
Pour que le processus se déroule de manière aussi efficace que possible, on ajoute une certaine quantité de chaux au bain et on souffle un gaz inerte dans le fond du convertisseur. Les substances indésirables présentes dans la fonte disparaissent alors, soit dans le laitier qui va flotter à la surface du bain, soit sous forme de gaz.

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

6- Le convertisseur rend l'acier « sauvage »

Dans le convertisseur, on obtient presque toujours la même composition à la fin du processus de soufflage. L'acier obtenu est dit « sauvage ». Pour réaliser les diverses qualités d'acier, il est nécessaire d'adapter la composition ou l'analyse de l'acier. Pour ce faire, on ajoute des additifs et des éléments d'alliage dans la poche de l'acier afin d'obtenir la qualité d'acier requise. Le déversement de l'acier dans la « poche » se déroule de telle sorte que le laitier du convertisseur est évacué séparément.





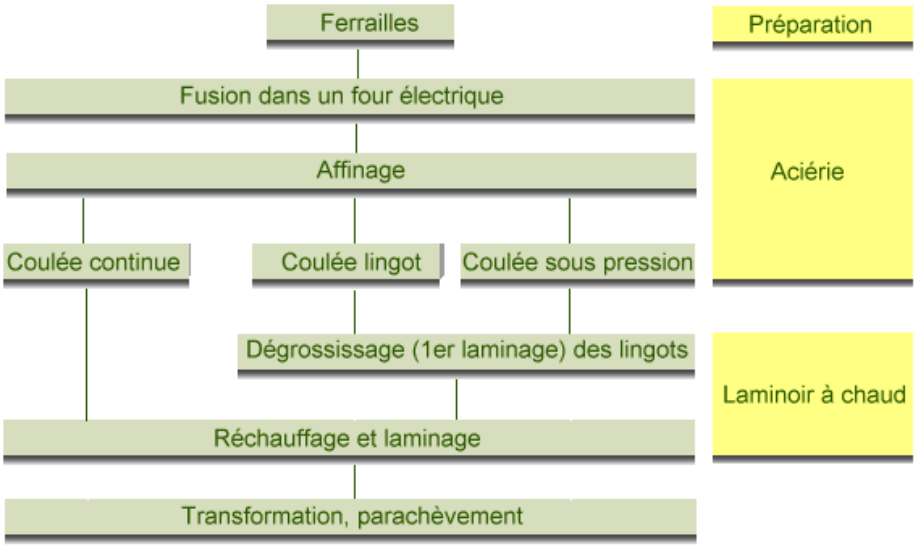
Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

L'acier de la filière électrique

Les aciers de la filière électrique sont essentiellement créés à partir d'une source d'aciers recyclés. Ces ferrailles sont récupérées et triées dans un parc à ferrailles qui va alimenter un four électrique à arc.

L'abondance de l'énergie électrique dans les pays modernes et l'organisation de la filière de récupération et de tri, ont permis d'élargir l'utilisation de cette filière à la production d'aciers de tout type et, de plus en plus, aux aciers de qualité.

Cette filière est en perpétuelle évolution technique et représente une part de plus en plus importante de la fabrication d'acier dans le monde (41% en Europe en 2010).



1- Le panier à ferrailles

Le panier à ferrailles sert à charger le four électrique dont la partie supérieure s'ouvre pour faciliter cette opération. Le panier à ferrailles est chargé par le haut grâce à un aimant à ferrailles et le fond du panier s'ouvre en deux pour le déchargement dans le four.

Les ferrailles sont classées par catégories dans le parc à ferrailles, et à partir de ces classements constituent les charges du four à arc de fusion. La ferraille ainsi triée et valorisée, est une matière noble (pour certains éléments d'alliages qu'elle contient ou par la limitation de certains éléments résiduels nocifs).

2- Le four électrique

Le réacteur lui-même est une cuve de forme cylindrique en acier, garnie dans la partie basse de matériaux réfractaires (la sole destinée à contenir le métal liquide) et dans la partie haute de panneaux refroidis à l'eau. Cette cuve est fermée par une voûte éclipsable refroidie à l'eau.

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Dans la voûte sont aménagés divers passages pour les électrodes, l'aspiration des fumées, etc. L'énergie électrique est amenée par des électrodes en graphite qui plongent dans la cuve. Dès le panier chargé, la puissance électrique est appliquée pour fondre la charge. Tant qu'il demeure de la ferraille le long des parois de la cuve, on applique la puissance électrique maximale.

Dans le même temps, de l'oxygène est injecté par lances et des brûleurs ont pour mission de dégager les points froids.

3- Moussage de laitier par injection de carbone et d'oxygène

Dès qu'une quantité suffisante de bain liquide et de laitier est obtenue, une injection de carbone et d'oxygène est pratiquée dans le bain afin de faire mousser le laitier. Ce moussage de laitier a une double fonction :

- permettre le maintien le plus longtemps possible de la haute puissance en masquant le rayonnement de l'arc électrique vers les parois et éviter leur endommagement.
- fournir un vecteur de transfert thermique efficace (l'émulsion du laitier surchauffé) de la zone d'arc vers les ferrailles non fondues et le bain métallique.

L'injection d'oxygène dans le bain s'accompagne de la décarburation de celui-ci et de sa déphosphoration (grâce à la chaux mise en charge). La température de coulée atteinte (on vise généralement une température de l'ordre de 1670°C), la charge liquide est basculée en poche sous le four.

Le trou de coulée a un dessin spécifique (trou de coulée excentré) visant à minimiser la quantité de laitier du four passant en poche avec le métal (le laitier de four électrique étant riche en phosphore entraîne un risque de rephosphoration en métallurgie secondaire, si son volume passé en poche est trop important). La composition de l'acier liquide en fin d'opération est fonction de la nuance à réaliser.
En règle générale, le niveau de carbone visé est compris entre 0.100% à 0.050%.

4- La station d'affinage et mise à nuance

À la sortie du convertisseur ou du four électrique, l'acier doit encore être modifié pour avoir les qualités requises au niveau du produit final. L'acier dit « sauvage » va être mis à nuance dans la station d'affinage.

L'affinage est l'objet des opérations de métallurgie en poche ou de métallurgie secondaire. Il s'agit principalement d'ajuster la teneur des différents éléments d'alliage et d'optimiser la teneur en impuretés, ainsi que la forme sous laquelle elles sont présentes dans l'acier avant solidification.

On peut distinguer :

- des opérations qui concernent la qualité analytique du métal liquide (teneur en éléments d'alliage et impuretés)

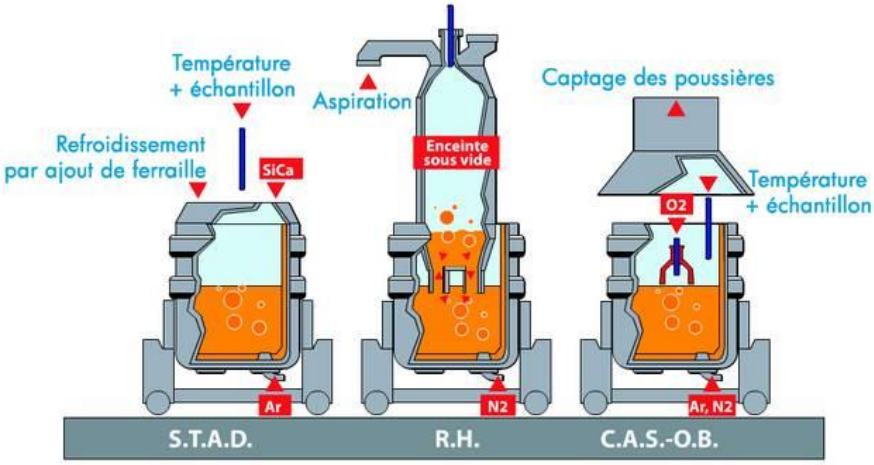
Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

- des opérations qui permettent le contrôle de la qualité inclusionnaire du métal (oxydes, sulfures, inclusions complexes)

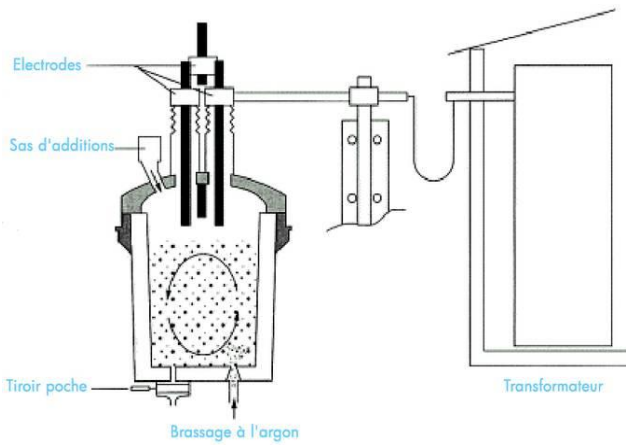
des opérations qui assurent le réglage de la température de l'acier (réchauffage par énergie électrique ou chimique, refroidissement par ajout de ferrailles).

5- Un affinage constitué de divers traitements

Pour cela, on dispose d'une grande diversité de traitements faisant appel à des réactions entre phases différentes suivant le type de traitement (métal, laitier, gaz), nécessitant des conditions soit oxydantes soit réductrices. Ces opérations ne peuvent pas être réalisées dans un ordre quelconque si l'on veut éviter des contaminations au contact d'un laitier provenant d'une étape antérieure, de l'atmosphère, des réfractaires, des poudres de couverture, etc. Il faut en particulier éviter le repassage du phosphore depuis le laitier dans le métal, la réoxydation des éléments réactifs, les reprises d'azote, d'hydrogène ou de carbone.



6- Chauffage en poche



Compte tenu des temps de traitement (de 30 mn pour les opérations les plus simples à plus d'une heure pour les opérations élaborées), de la nécessité de fondre les additions solides de mise à nuance, de l'exigence de visée précise de la température de coulée, la métallurgie secondaire s'organise autour d'un stand de chauffage.

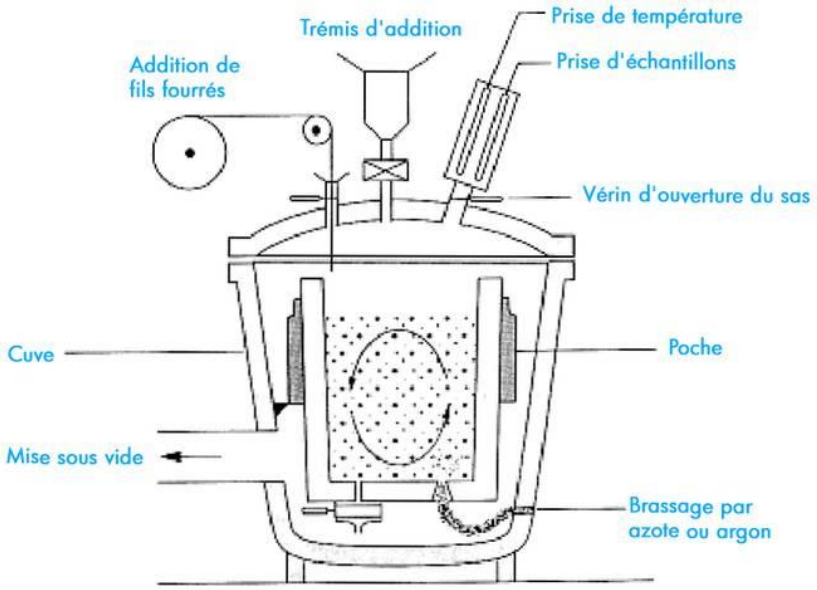
Il s'agit d'un chauffage par arc triphasé. Pendant le chauffage, pour homogénéiser les températures et assurer un bon échange métal/laitier le bain est brassé.

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

7- Le dégazage en cuve

La cuve est placée dans une enceinte reliée à une installation de vide industriel. C'est l'ensemble métal/laitier qui est dégazé ; compte tenu de la turbulence engendrée par le dégazage, les échanges métal/laitier sont fortement accélérés.

Si le laitier est de composition convenable, le dégazage en cuve est un moyen d'obtenir une désulfuration rapide et profonde.

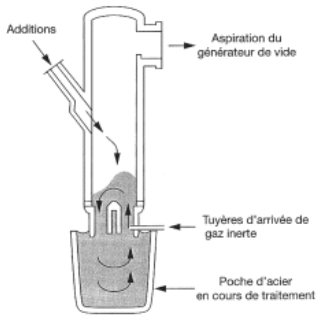


Dégazage circulation

Le dégazage circulation utilise un procédé intitulé procédé RH.

Le procédé RH

Dans ce procédé l'enceinte sous vide est alimentée en métal par deux plongeurs immergés dans la poche. Le métal s'élève partiellement dans la cuve sous l'effet de la dépression créée dans l'enceinte par le générateur de vide. Une injection de gaz neutre dans un plongeur crée un effet « gaz lift » avec montée du métal dans le plongeur où l'injection de gaz neutre est faite et redescend par l'autre plongeur. Ainsi le métal de la poche passe plusieurs fois, par une circulation continue, dans l'enceinte.

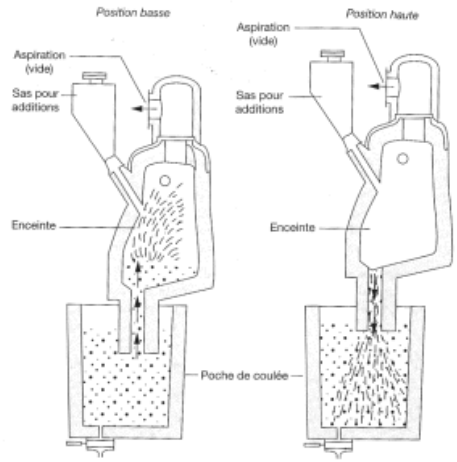


Source: Les aciers spéciaux- EDITEURS SCIENTIFIQUES -

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

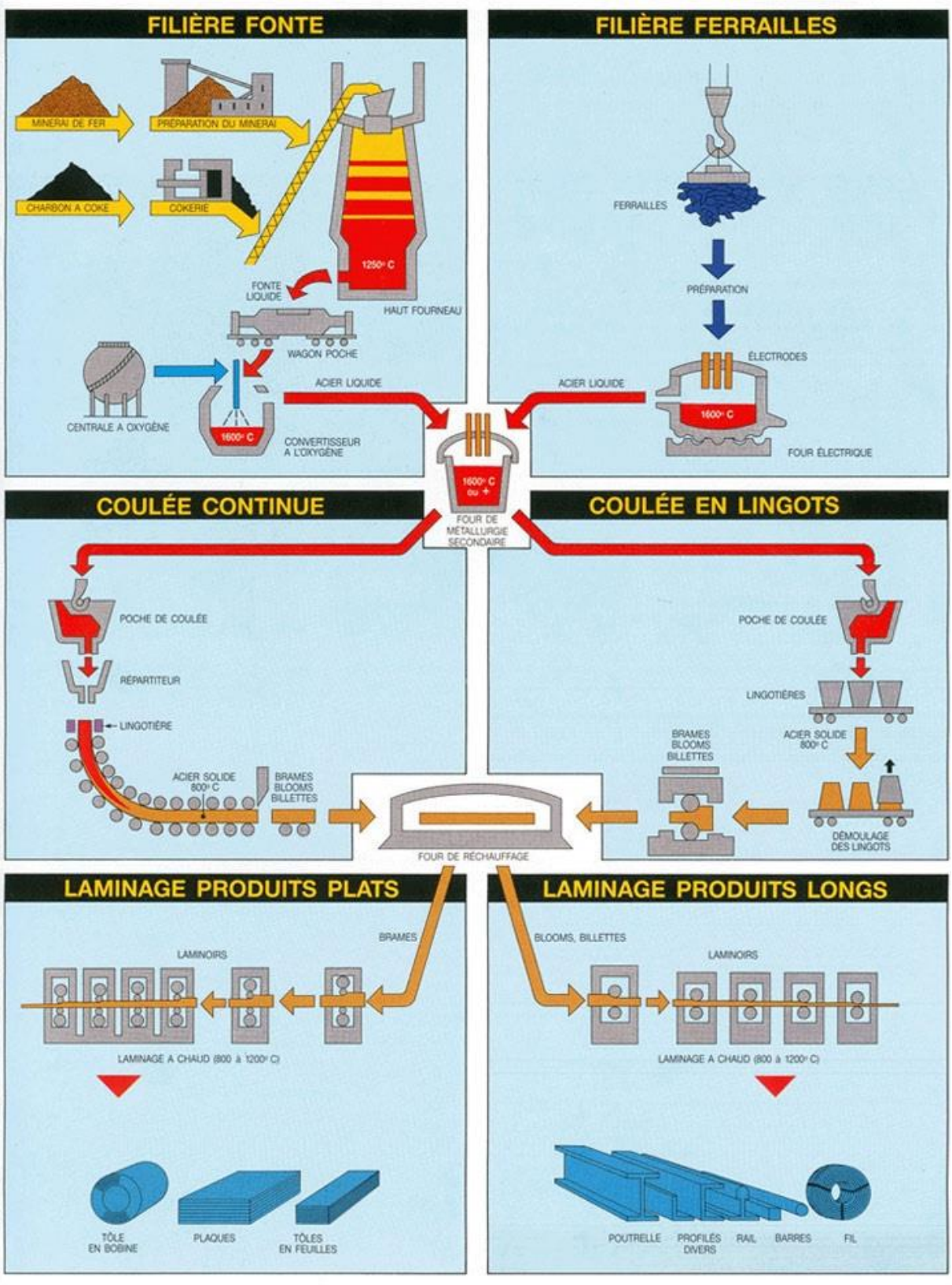
Dégazeur DH

Dans le procédé DH, l'alimentation de la cuve se fait par un seul plongeur et le métal monte dans l'enceinte sous vide de manière alternative en fonction des cycles variant régulièrement la distance poche-cuve.



Source: Les aciers spéciaux- EDITEURS SCIENTIFIQUES -

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.



Source : A3M

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

La coulée

À la fin de l'opération d'élaboration, par quelque procédé que ce soit, l'acier liquide, séparé des scories, est recueilli dans une poche garnie de réfractaires et munie d'un dispositif de vidange par le fond.

La coulée est l'opération qui fait passer le métal de l'état liquide à l'état solide et qui permet d'obtenir un demi-produit solide dont la forme est plus ou moins proche de la géométrie du produit final. Pour cela, le métal liquide est versé dans différents types de moules suivant le type de procédé de coulée (lingotières) et refroidi pour être solidifié.

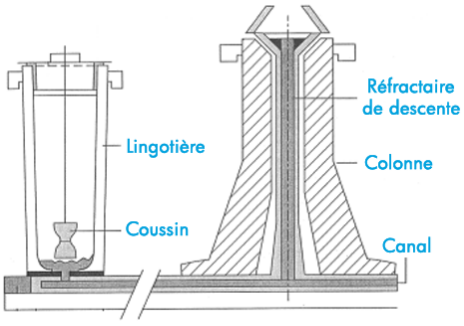
La solidification, étape fondamentale dans la fabrication de l'acier

La solidification est une étape fondamentale de la fabrication des produits en acier. En dehors de son rôle de « moulage », c'est-à-dire d'obtention d'une forme qui pourra être modifiée ensuite par laminage, elle crée pour la première fois la surface du produit qui joue un rôle si important au niveau des produits finis. La solidification s'accompagne en outre de phénomènes de variation de volume (retrait à la solidification), de redistribution des éléments chimiques entre les différentes phases formées à partir du liquide (ségrégation) et d'un important dégagement de chaleur latente. Tous ces phénomènes doivent être maîtrisés si l'on veut obtenir des produits ayant une bonne santé interne et une qualité de surface irréprochable.

Coulée source

Cette technique remplace aujourd'hui le procédé de coulée en lingots où les lingotières étaient remplies par le haut. Les lingots obtenus mesurent en moyenne 2 m pour un poids compris entre 5 et 40 tonnes.

La coulée s'effectue à l'aide de plateaux de coulée sur lesquels sont disposées des mères de coulée ou colonnes qui distribuent le métal aux lingotières disposées autour.



La poche de coulée vient se positionner au-dessus de la mère de coulée qui maintient les réfractaires de descente.

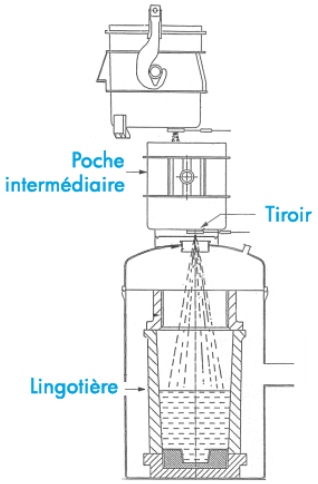
Lorsque l'on ouvre le tiroir sous la poche, le métal coule dans cette descente et se distribue vers les lingotières aux travers de canaux.

Le métal pénètre dans la lingotière par le bas (source) et vient remplir celle-ci pour former le lingot.

Quand les lingotières sont pleines, on ferme le tiroir et on déplace la poche sur la mère suivante

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Coulée sous vide



La coulé sous vide est réservée aux fabrications nécessitant des très basses teneurs en hydrogène (< 1ppm) et aux nuances désoxydées par le carbone sous vide (nuance pour rotors).

Dans ce procédé la lingotière munie de sa masselotte est montée sur une cuve reliée à une installation de vide. Une poche dite « intermédiaire » équipée d'un tiroir est placée sous le couvercle pour recevoir le métal de la ou des poches venant de l'affinage. Cela permet de couler des lingots dépassant la capacité du four ou des poches.

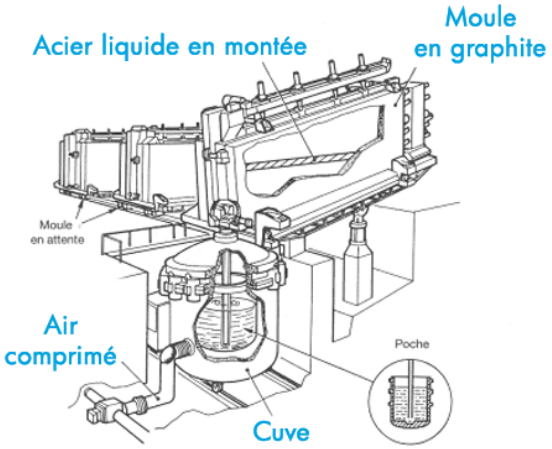
Coulée sous pression

Ce procédé, mis au point initialement pour couler des roues de chemin de fer, s'applique aussi à la coulée de brames, billettes ou blooms. Le principe consiste à faire monter, à l'aide d'air comprimé, de l'acier liquide dans un moule à brame de grandes dimensions, par l'intermédiaire d'un tube réfractaire, plongeant dans sa poche. La poche de coulée est placée dans une cuve étanche.

La vitesse de montée en pression détermine la vitesse de coulée, qui peut être ajustée à tout instant.

Après solidification, le moule est ouvert et la brame extraite. La masselotte et le pied sont coupés et la brame mère est débitée en brames filles.

La coulée sous pression de brames est un procédé bien adapté à la fabrication de tôles fortes en aciers spéciaux. Elle permet notamment de réaliser une grande variété d'acier de hautes qualités, avec des niveaux de carbone souvent élevés.



Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Les produits issus de la coulée

En fonction du type de coulée effectuée, on distingue deux catégories de produits : les lingots et les demi-produits.

Aujourd'hui, la quasi-totalité des produits sont issus de la coulée continue mais la coulée en lingot reste utile lorsque l'on a besoin, pour des raisons géométriques ou métallurgiques, d'un demi-produit de forte section. Les demi-produits issus de la coulée continue sont appelés des brames, des blooms ou des billettes. Certaines usines produisent même des ébauches pour profilés en coulée continue.

Brame découpée en sortie de coulée

Lingots

Source: NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001

Ce sont des produits obtenus par coulée d'acier liquide dans un moule de forme appropriée aux procédés de transformation ultérieure en demi-produits ou produits plats ou longs, généralement par laminage à chaud ou forgeage.

Leur forme ressemble généralement à une pyramide ou à un cône tronqué; leurs faces latérales peuvent être ondulées, les angles sont plus ou moins arrondis.

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

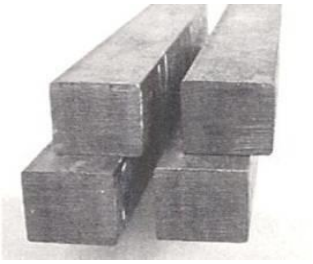
Les lingots, peuvent suivant les sujétions de transformation ultérieure avoir été écroûtés et/ou chalumés à chaud, et/ou raccourcis (chûtage) ou tronçonnés, sans que cela modifie leur appartenance à la catégorie "lingots".

Suivant leur section droite, on distingue :

- les lingots dont la section droite peut être carrée ou rectangulaire (la largeur étant inférieure à deux fois l'épaisseur).
- polygonale, ronde, ovale ou profilée suivant le profil à laminer.
- les lingots dits plats dont la section est rectangulaire, la largeur étant supérieure ou égale à deux fois l'épaisseur.

Demi-produits

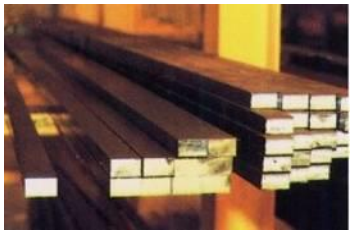
Il existe 5 grands types de demi-produit en fonction de leurs dimensions et formes géométrique.



Section carrée

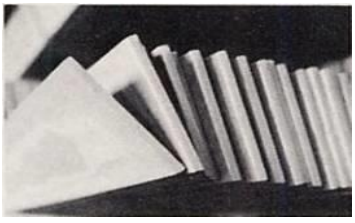
Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A40-001. Demi-produits de côté supérieur ou égal à 50mm.

Cette limite peut être inférieure pour certains types d'aciers fortement alliés tels que les aciers rapides par exemple.



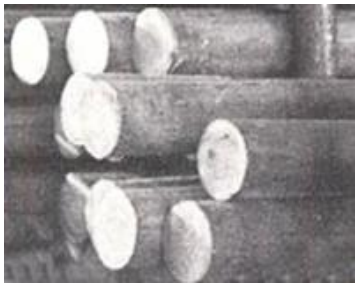
Section rectangulaire

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A40-001. Demi-produits de section supérieure ou égale à 2 500 mm² et dont le rapport largeur sur épaisseur est inférieur à 2.



Plats

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A40-001. Demi-produits dont l'épaisseur est en général supérieure ou égale à 50 mm et dont le rapport largeur sur épaisseur est supérieur ou égal à 2.



Ronds

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A40-001. Demi-produits de section circulaire bruts de coulée continue ou bruts de forgeage.

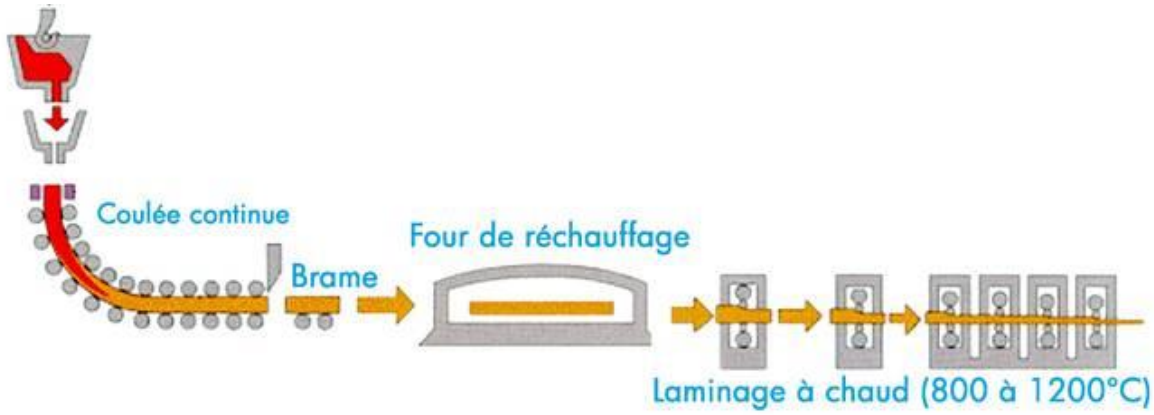
Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Ebauches pour profilés

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001. Ces ébauches sont destinées à la fabrication de profilés ou de barres de section profilée et, de ce fait, présentent une section préformée. La section de ces demi-produits est en général supérieure à 2 500 mm².

Fours de réchauffage

En amont des laminoirs à chaud, on trouve toujours des fours de réchauffage dans lesquels le métal est porté à une température permettant sa transformation dans des conditions suffisantes de qualité, productivité et coût.



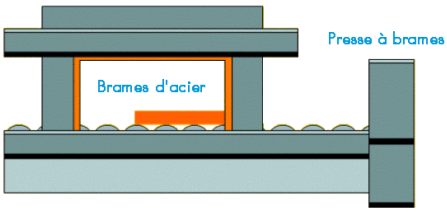
Il existe deux types de four :

- les fours poussant : une pousseuse introduit les brames à une extrémité du four, dans lequel les produits déjà enfournés se touchent : à chaque enfournement, le lit de produits avance, ce qui entraîne le défournement d'un produit à l'autre extrémité du four.

- les fours à longerons : des longerons mobiles refroidis par eau assurent le transport des brames à l'intérieur du four.

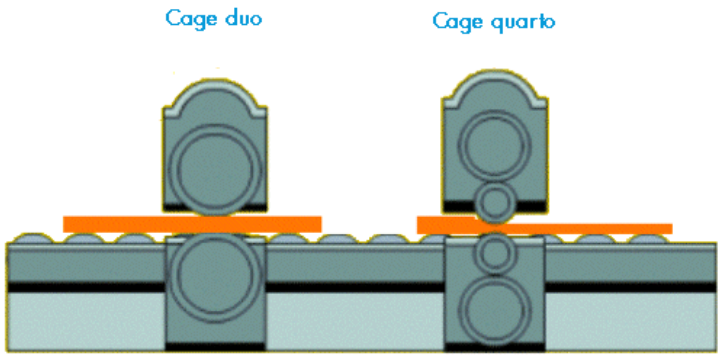
Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Dégrossisseurs



Le dégrossisseur permet de passer de la brame à une ébauche d'épaisseur et de largeur convenable.

On distingue des dégrossisseurs continus à 4 ou 5 cages, des dégrossisseurs réversibles à une ou deux cages. Quelle que soit la solution utilisée, le produit n'est engagé que dans une seule cage à la fois. Aux cages horizontales sont associés des galets verticaux réglables pour la mise à largeur ou une véritable cage verticale. L'ébauche est ensuite prise en charge par une table à rouleaux, la table d'attente, en attendant qu'elle soit introduite dans la première cage finisseuse.

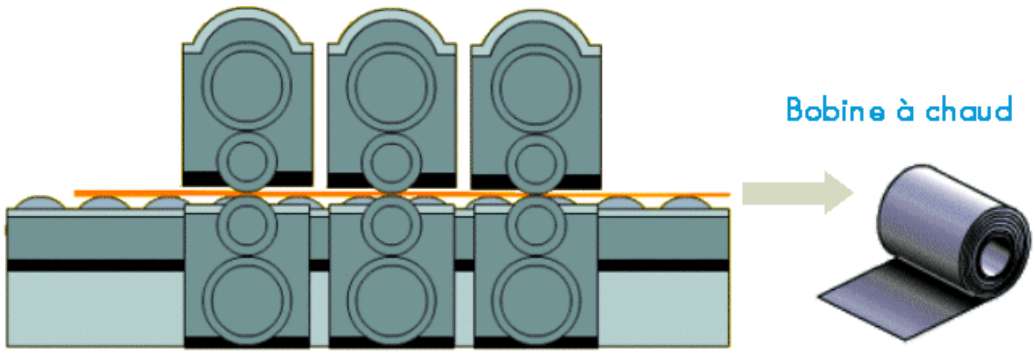


Finisseurs

Le laminoir dégrossisseur transforme le produit sorti du dégrossisseur en bobine de métal enroulée à chaud ayant une épaisseur de 2 cm maximum. Les finisseurs sont des trains continus « tandem » : le produit est en prise simultanément dans des cages en cascade, très proches, les une des autres.

Le laminage de la bande est une opération visant à réduire l'épaisseur pour l'obtention de l'épaisseur finale désirée.

Après laminage, la bande est refroidie à l'eau pour atteindre la bonne température, avant d'être bobinée.



Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Trains à barres

Un train à barres est généralement composé d'un four de réchauffage et de trois groupes de cages : un train dégrossisseur, un train intermédiaire et un train finisseur. Le nombre de passes varie couramment de 15 à 25 selon le diamètre laminé.

Pour améliorer la précision dimensionnelle, les trains à barres sont mono-veines, c'est-à-dire que dans chaque cage du train, on ne lamine qu'un seul produit à la fois. L'essentiel des produits laminés est de section ronde, mais on lamine aussi des hexagones, des plats, etc.

À la sortie du train, les produits sont découpés en barres droites ou enroulés en couronnes. Certaines technologies de cages, où les cylindres sont remplacés par des systèmes de 3 galets (disposés à 120°) ou 4 galets (disposés à 90°), permettent une meilleure précision dimensionnelle, ainsi qu'une gestion plus souple des cages.

Les trains à barres visent de plus en plus à fournir des produits directement utilisables à la sortie du train. Les caractéristiques mécaniques du produit sont obtenues sans traitements thermiques ultérieurs par contrôle de la température de laminage et des conditions de refroidissement après laminage.

Trains à fils

Le train à fils est destiné à fabriquer des produits livrés en couronnes (mis en spires assemblées de manière compacte) et souvent destinés à une transformation ultérieure (tréfilage, frappe à froid, etc.). Après un réchauffage entre 950 °C et 1250°C selon les nuances d'acier, la billette est ébauchée dans un train dégrossisseur.

Un premier éboutage est fait après 5 à 7 passes pour supprimer les extrémités qui se refroidissent plus rapidement et qui se déforment mal. La barre continue ensuite son chemin à travers un train intermédiaire avant d'entrer dans le bloc finisseur. Les trains intermédiaires sont multi-veines sur les outils de grandes capacités. C'est à dire que l'on lamine plusieurs barres en même temps.

Dans ce cas, le train n'est alors constitué que de cages horizontales et la barre doit subir une torsion après chaque cannelure ovale pour se présenter debout dans la cannelure ronde qui suit. Les blocs finisseurs sont des ensembles de 10 cages liées mécaniquement.

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Le parachèvement

Le parachèvement consiste à travailler les produits de telle sorte qu'ils répondent au cahier des charges du client. Il peut s'agir de découpage, cintrage, grenaillage, mise en peinture, etc. Les installations d'ateliers de parachèvement peuvent être réparties dans deux grandes familles :

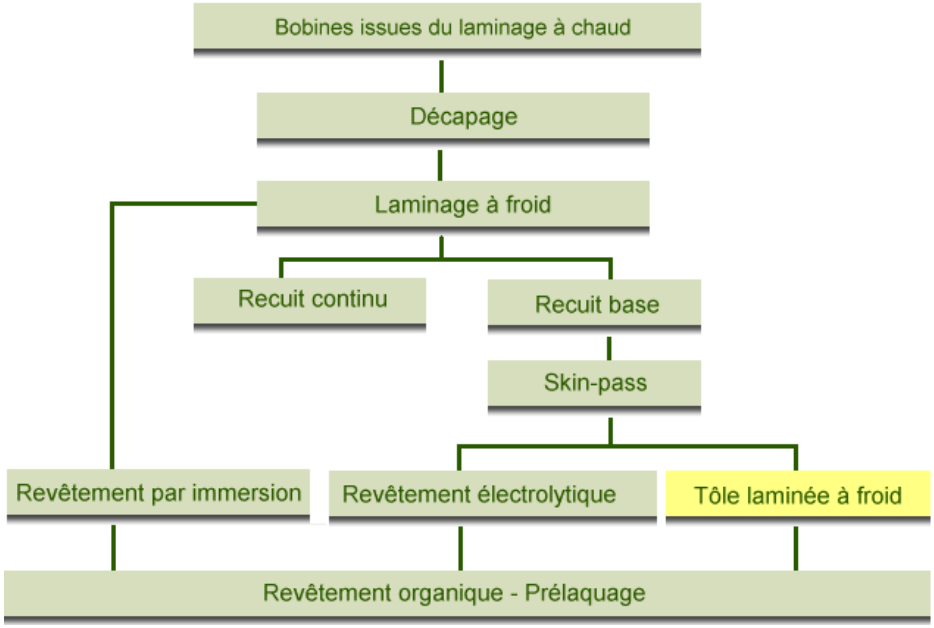
- des fours de traitement thermique qui vont donner aux produits sidérurgiques les structures métallurgiques et propriétés requises. Ces fours de traitement thermique sont fortement différents selon la nature des opérations qu'on y réalise, mais surtout selon les types de produits traités (barres laminées, fils, plaques, grosses pièces forgées).

Des outils mécaniques donnant aux produits leurs caractéristiques morphologiques finales : dimensionnelles (dressages, écroûtages) et l'état de surface (grenaillage, galetage, écroûtage).

Le laminage à froid

Le laminage à froid permet d'apporter à une bande laminée à chaud la géométrie souhaitée, une microstructure particulière et un état de surface adapté aux futurs traitements ou recuits de l'acier.

L'usine (de laminage) à froid ne fait pas que du laminage à froid, mais met en œuvre un ensemble de procédés qui permettent de passer de la bande laminée à chaud à une large gamme de produits finis destinés à des marchés très variés (tôles fines revêtues ou non pour l'automobile, l'électroménager, le mobilier métallique, le bâtiment, l'emballage, etc.). Dans l'ordre de la fabrication, on distingue le décapage, le laminage à froid proprement dit, le recuit, les procédés de revêtement, les opérations de finissage.



Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

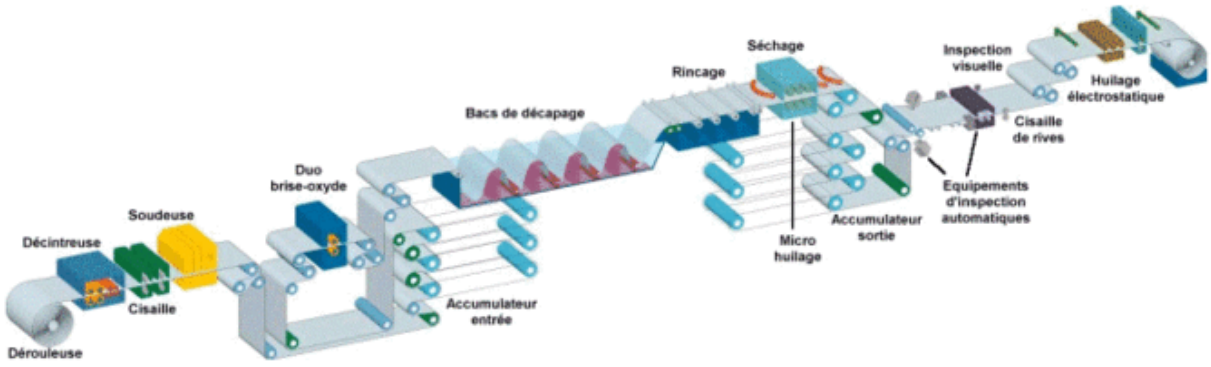
Le décapage

En sortie du laminoir à chaud, la bobine est recouverte d'une fine couche (quelques µm) de calamine. Il est nécessaire d'enlever cette fine pellicule qui serait source de problèmes lors de l'opération ultérieure de laminage à froid.

Le décapage consiste à débarrasser la tôle de cette calamine, par passage de la bande dans un bac d'acide (chlorhydrique ou sulfurique) chaud. La bande est ensuite rincée à l'eau déminéralisée, et séchée à l'air chaud. La calamine est au préalable fissurée partiellement par une opération mécanique (duo brise oxyde).

Après les opérations de décapage, rinçage et séchage, la bande peut être éventuellement cisaillée de rives pour mise à largeur et systématiquement huilée avant son nouvel enroulement.

Le décapage et le laminoir à froid sont généralement couplés.



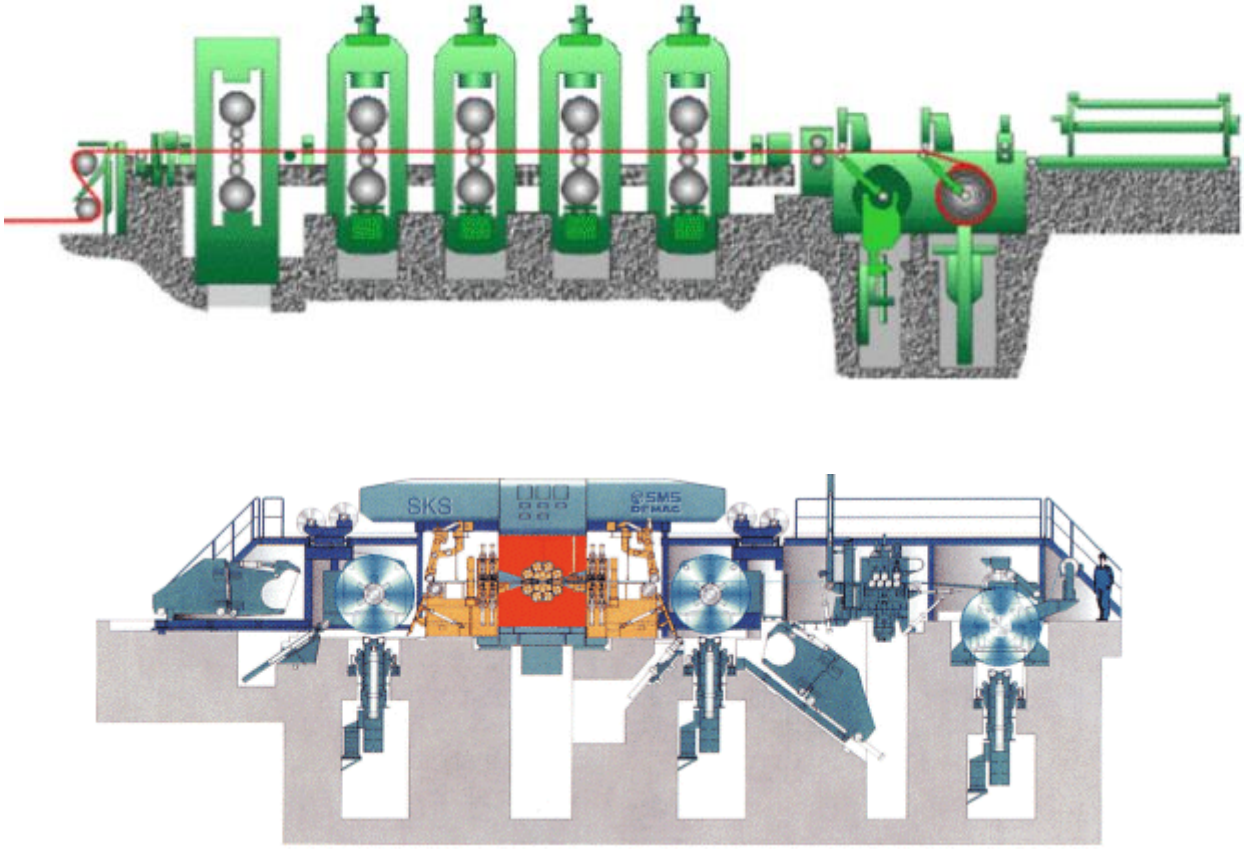
Les cages de laminage

Le laminage à froid permet d'obtenir l'épaisseur finale de la bande par passage de la tôle décapée entre des cylindres en présence d'efforts élevés simultanément en pression et traction.

Il existe deux types de laminoir à froid :

- soit des cages isolées équipées de dérouleuses / enrouleuses. Ces laminoirs se nomment alors des « réversibles » également connus sous procédé « Sendzimir ». On effectue plusieurs passes alternativement dans un sens et dans l'autre.
- soit le plus souvent, des laminoirs « tandem », où la bande est en prise simultanée dans plusieurs cages, ce qui permet des tractions élevées, et des productivités très supérieures au laminoir réversible.

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

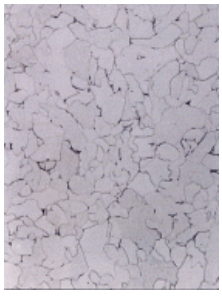


La cage « Sendzimir »

Le recuit

La fonction du recuit est de régénérer la structure cristalline du métal après laminage à froid. Au cours du laminage à froid, celui-ci a produit un durcissement et une perte de ductilité du métal. Il est devenu dur et cassant, et impropre à une utilisation. Ce recuit de recristallisation a pour objet de conférer à l'acier une taille de grain permettant l'obtention des caractéristiques mécaniques finales du produit. Deux procédés sont utilisés :

- le recuit conventionnel en four « cloche » ou recuit base
- le recuit en continu

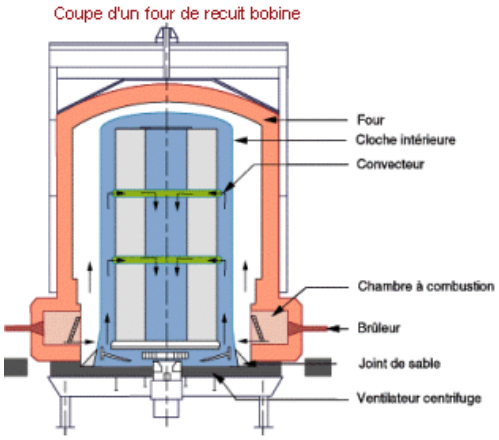


Grains après laminage

Grains après recuit de recristallisation

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Le recuit base ou recuit "cloche"



Source: Le livre de l'acier- EDITEURS SCIENTIFIQUES -

Le recuit se fait dans des fours cloches dans lesquels les bobines sont empilées sur des bases. A l'intérieur de cette cloche circule un gaz protecteur (mélange azote-hydrogène ou hydrogène pur). Le four proprement dit vient coiffer cet ensemble et réalise un cycle. Chauffage lent (5 à 10 heures pour atteindre 710°C environ). Maintien (10 heures environ). Refroidissement lent pour revenir au voisinage de la température ambiante.

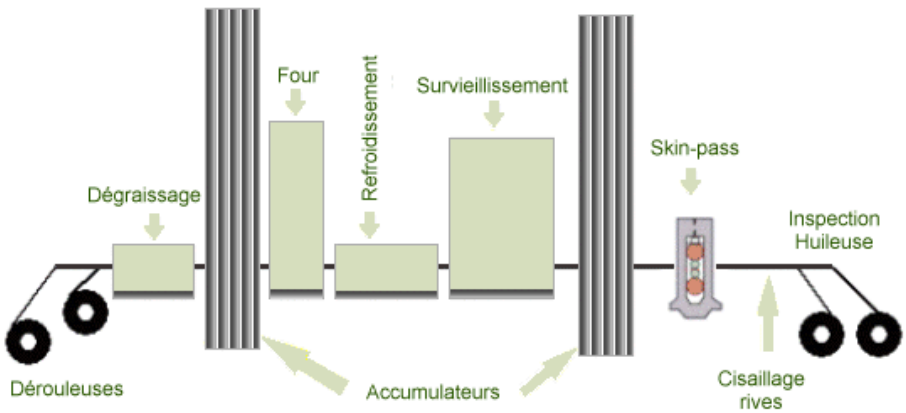
Le recuit continu

Dans le cas du recuit continu, le but poursuivi est de faire subir à l'acier un traitement thermique rapide, homogène et uniforme afin d'obtenir une bande continue dans toute l'installation.

On trouvera sur une installation de recuit continu :

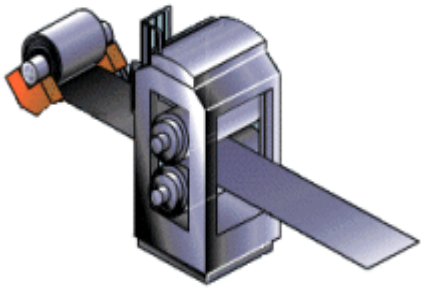
- des sections entrée et sortie (accumulateurs) qui évitent tout arrêt de la ligne
- des fours qui peuvent comprendre jusqu'à cinq zones distinctes
- le chauffage qui permet à la bande d'atteindre la température de recristallisation (620°c à 850°C suivant les produits)

- le maintien est la zone dans laquelle la température est maintenue constante pour permettre la croissance du grain
- le refroidissement lent qui permet de contrôler la texture du métal
- le refroidissement rapide pour préparer l'acier au sur-vieillissement en gelant une quantité maximale de carbone en sursaturation
- le sur-vieillissement qui précipite le carbone en solution et évite tout vieillissement ultérieur
- le refroidissement final qui amène l'acier à température ambiante



Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Le skin pass



Pour les aciers comportant du carbone et de l'azote (éléments interstitiels), le métal après recuit présente un palier de limite d'élasticité. Le skin-pass a pour objectif d'effacer le palier de limite d'élasticité et de fixer les caractéristiques mécaniques. Il imprime également la rugosité nécessaire à l'utilisation et améliore la planéité. À noter que sur un recuit continu, le skin-pass fait partie de la ligne de fabrication.

Produits revêtus

En présence d'humidité, l'acier au carbone se corrode et tend à retourner à son état naturel, d'oxydes et d'hydroxydes de fer. C'est pourquoi il est nécessaire de le protéger pour assurer sa durabilité dans le temps. Quelles que soient la structure et la composition du bain, le but recherché sera la protection d'un produit carbone dans un environnement agressif, en améliorant sa résistance à la corrosion.

Derrière ce terme de « revêtement métallique », il existe une variété de produits de composition et de structures différentes soit à cause du procédé lui-même (trempé de pièces finies ou procédé continu) soit à cause de la composition du bain de revêtement.

Pour tenir compte des milieux d'utilisation, il existe des revêtements métalliques se différenciant par :

- la nature du bain de revêtement
- le niveau de tenue à la corrosion
- l'utilisation finale recherchée
- la tenue du revêtement lors des différentes opérations de formage

Les trois grands procédés de revêtement en continu sont le revêtement par immersion ou trempe à chaud, le revêtement électrolytique et le revêtement organique ou prélaquage.

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Les produits sidérurgiques

Les produits finis livrés par la sidérurgie sont souvent directement mis à la disposition des utilisateurs. Certains d'entre eux peuvent cependant nécessiter une «première transformation» avant d'être mis en œuvre.

Des opérations complémentaires, considérées conventionnellement comme ne faisant pas partie de la sidérurgie, modifient la géométrie ou les dimensions des produits livrés par la sidérurgie pour en faire des produits spécifiques : tubes sans soudure ou tubes soudés, produits tréfilés, profilés formés à froid, produits étirés ou laminés à froid.

Une grande variété de produits sidérurgiques

Les produits sidérurgiques sont définis par leur forme et leurs dimensions, telles qu'elles résultent du processus de fabrication, mais aussi par la nuance et la qualité de l'acier dont ils sont constitués. Compte tenu des utilisations très diverses de l'acier, il existe actuellement une très grande variété de produits sidérurgiques. Pour des raisons économiques, le nombre de combinaisons de produits fabriqués et de nuances n'est pas illimité et les utilisateurs sont orientés par des normes vers un ensemble de produits bien définis et susceptibles de répondre à la quasi-totalité des besoins.

Les produits plats

Les produits plats sont classés en deux grandes familles. Il s'agit toujours de produits de section droite presque rectangulaire et dont la largeur est très supérieure à l'épaisseur. Leur surface est techniquement lisse, mais peut, dans certains cas, présenter intentionnellement certains creux ou reliefs régulièrement espacés ; ce sont les tôles à relief.

Les deux grandes familles de produits plats

Les produits plats non revêtus :

- les produits laminés à chaud.
- les produits transformés du laminés à chaud (larges-plats, bobines, tôles, plaques (tôles quarto)
- les produits laminés à froid

Les produits plats à revêtement métallique :

- les produits revêtus par trempe à chaud
- les produits revêtus par électrolyse
- les produits à revêtement organique (prélaqué)

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Les produits longs

Les produits longs ont une section droite constante le long du produit, mais de forme diverse. Aucune dimension transversale n'est aussi prépondérante par rapport aux autres que dans les produits plats. La surface des produits longs est techniquement lisse, mais peut dans certains cas (aciers à béton) présenter intentionnellement certains creux ou reliefs régulièrement espacés. On distingue les produits à section essentiellement circulaire (fils, barres), les profilés plus ou moins lourds (poutrelles, rails, palplanches, etc.) et les laminés marchands (ronds, carrés, plats, profils angulaires, etc.).

Fil

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A40-001.

Produit à section droite pleine constante sur toute leur longueur, obtenu par écrouissage à froid et pouvant être enroulé à froid en couronne à spires rangées ou non. L'écrouissage se fait par étirage (sans enlèvement de matière) du fil machine à travers une matrice réductrice ou par passage sous pression entre laminoirs commandés ou non et est suivi par un ré enroulement du produit étiré. La section droite est généralement circulaire, parfois ovale, rectangulaire, carrée, hexagonale, octogonale ou autre forme convexe.

Des traitements thermiques et/ou de surface peuvent être réalisés à divers stades du processus de fabrication pour conférer au produit les propriétés souhaitées. Les opérations de fabrication confèrent au fil des propriétés géométriques (dimension, état de surface) et mécaniques déterminées. Les fils sont livrés soit non revêtus (écrouis, recuits), soit revêtus (zingués, cuivrés, nickelés ou avec revêtement organique).

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Fil machine

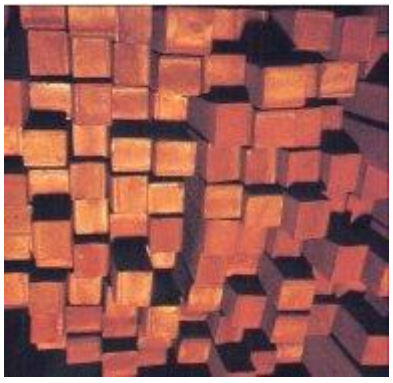
Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A40-001.

Produit laminé et enroulé à chaud en couronnes à spires non rangées et, en général, de dimension nominale supérieure ou égale à 5 mm.

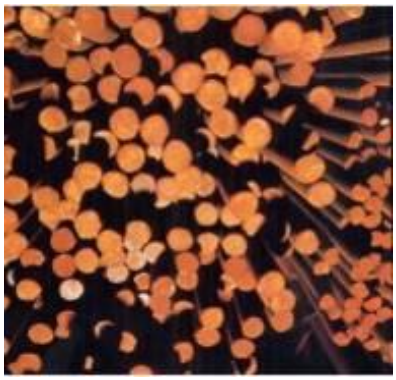
La section droite du fil machine peut être circulaire, ovale, carrée, rectangulaire, hexagonale, octogonale, demi-ronde ou similaire. Sa surface est lisse. Le fil machine est généralement destiné à subir une transformation ultérieure. Il peut aussi être utilisé avec ou sans transformation ultérieure (par exemple : déformation à froid) pour la fabrication de treillis soudés pour le béton armé ou pour d'autres types d'éléments d'armatures à béton.

Barres obtenues à chaud

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001.



profiles carrés



barres rondes

barres octogonales

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

barres plates

barres spéciales

Ces produits sont livrés en barres droites, mais jamais en couronnes, ce qui les différencie du fil machine.

Laminées

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A40-001. Appartiennent à cette catégorie les produits laminés à chaud en barres droites et dont la section transversale constante affecte la forme d'un profil plein.

Rondes

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001. La section droite est circulaire ; le diamètre est généralement au moins égal à 8 mm.

Carrées, hexagones et octogones

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001.

La section droite est carrée, hexagonale ou octogonale ; le coté est généralement au moins égal à 8 mm pour les carrés et 13 mm pour les hexagones.

NOTA : Les carrés de côté inférieur à 50 mm à angles arrondis sont considérés comme des barres.

Plates

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001.

La section droite est rectangulaire ; le produit est laminé sur les quatre faces ; l'épaisseur est généralement au moins égale à 5 mm, la largeur n'excède pas 150 mm.

Spéciales

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001.

On classe dans ce groupe des produits laminés en barres pleines de forme bien particulière et qui sont généralement produits en quantité relativement limitée. On y inclut en particulier les trapèzes, les biseaux, les triangles, les barres pour plats rainés pour ressorts, les demi-ronds, les demi-ronds méplats,...

Forgées

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001.

Produits en acier, dont la transformation est obtenue par forgeage et qui ne doivent pas subir une transformation à chaud ultérieure.

On classe dans cette catégorie certains produits longs, spécialement ronds et carrés.

Creuses pour fleurets

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001.

Barres à section creuse de forme quelconque, propres à la fabrication des fleurets, et dont la plus grande dimension extérieure de la coupe transversale, supérieure à 15 mm mais n'excédant pas 52 mm, est au moins le double de la plus grande dimension de la section droite du creux.

Produits blancs

barres écroutées

Etirés

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001.

Produits en acier à section droite ayant des formes différentes, obtenues après décalaminage par étirage de barres laminées à chaud ou de fil machine, sur un banc à étirer (déformation à froid sans enlèvement de matière). Ce travail confère au produit des caractéristiques particulières de forme, de précision dimensionnelle et d'état de surface. En outre, cette opération conduit à un accroissement de la résistance qui peut être annulé par un traitement thermique. Les barres sont livrées dressées quelles que soient leurs dimensions.

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Ecroûtés, galetés

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001.

Produits en acier à section droite circulaire obtenues par écroûtées sur des machines à écroûter, puis dressés et polis. Ce travail confère au produit des caractéristiques particulières de forme, de précision dimensionnelle et d'état de surface. L'enlèvement de métal résultant de l'écroûtage doit être effectué de telle sorte que ce produit blanc présente une surface, en général, exempte de défauts de laminage et de décarburation superficielle.

NOTA : Pour des raisons techniques de fabrication, certaines barres commandées sous l'appellation «produit laminé» peuvent être livrées écroûtées. Ce type de produit se range néanmoins dans la catégorie des produits laminés (et non dans celle des produits blancs).

Rectifiés

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001.

Produits en acier étirés ou écroûtés à section droite circulaire, auxquels une rectification, suivie ou non d'un polissage, améliore l'état de surface et la précision dimensionnelle.

Produits crénelés ou nervurés pour béton armé

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001.

Produits à section droite, circulaire, ou pratiquement circulaire destinés à renforcer le béton et pouvant être livrés sous forme de : fil machine, barres, fil

ronds à béton en inox

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Produits tubulaires

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001.

Tubes

Produit creux, ouvert aux deux extrémités, de section circulaire ou polygonale. Les tubes peuvent être parachevés aux extrémités (par exemple : filetage, évasement, rétreint, etc.) ou revêtus intérieurement ou/et extérieurement (revêtement organique ou métallique) ou comporter des ailettes intégrales ou rapportées.

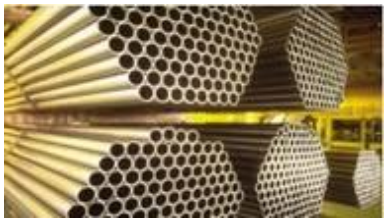
Tubes sans soudure

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001.

Tubes fabriqués par perçage d'un produit plein, lingot, billette ou barre pour obtenir une ébauche. Cette ébauche est ensuite transformée en tube par laminage, filage ou étirage sur mandrin. Elle peut être terminée par une réduction de la section par laminage ou étirage à chaud ou à froid. Les tubes peuvent être également fabriqués par coulée centrifuge.

Tubes soudés

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001.



Tubes fabriqués par formage en profil circulaire d'un produit plat laminé à chaud ou à froid, dont les rives sont ensuite soudées. La soudure peut être longitudinale ou hélicoïdale.

Profils creux

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001.

Tubes soudés ou sans soudure ayant une section droite circulaire, carrée ou rectangulaire et utilisés comme éléments d'une construction, par exemple : charpente d'immeuble, grue, châssis de camion ou de wagon, etc.

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Barres creuses

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001.

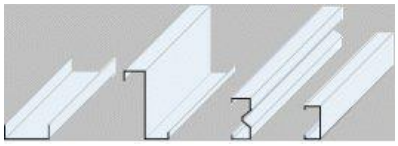
Tubes sans soudure à section circulaire et destinés à la fabrication de pièces mécaniques obtenues par usinage, par exemple : usinage par enlèvement de copeaux à l'outil tranchant. Ces produits se distinguent des tubes destinés aux transports des fluides ou des profils creux sans soudure par des caractéristiques métallurgiques et dimensionnelles, permettant l'usinage, le traitement thermique, l'état de surface... compatibles avec l'usinage final de la pièce mécanique.

Profilés longs formés à froid

Source : NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR : A 40-001.

Les produits formés à froid sont des produits de formes diverses, dont la section droite ouverte ou à bords rejoints est constante sur toute leur longueur. Ils sont fabriqués à partir de produits plats laminés à chaud ou à froid (revêtus ou non), dont l'épaisseur n'est que très légèrement modifiée par les procédés de formage à froid (par exemple : profilage, étirage, formage à la presse, bordage, etc.).

On distingue :



- des produits d'usage courant ou standard : par exemple en forme de L, de U, de C, de Z.

- des produits d'usage spécial correspondant à une utilisation particulière, par exemple palplanches formées à froid, glissières de sécurité, profils d'ossature de bâtiments, profils d'huisseries, longerons de wagons et de camions

Autres produits

D'autres produits acier sont réalisés autrement que par laminage et permettent d'obtenir des caractéristiques et des formes particulières.

Liste des autres produits en acier :

Les pièces forgées

Source: NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR: A 40-001.

Produits obtenus par le formage de l'acier à une température convenable par choc et par pression et mise en forme à travers une matrice ouverte de façon à obtenir une pièce de forme approximative, qui ne doit pas subir de nouvelles transformations à chaud et est généralement usinée pour avoir sa forme finie.

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.

Les pièces estampées

Source: NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR: A 40-001.

Produits obtenus par le formage de l'acier à une température convenable par pression et mise en forme dans une matrice fermée délimitant la forme et le volume requis pour le produit, la déformation étant mise en œuvre soit sous une presse (pièces matricées), soit sous un pilon (pièces estampées).

Les pièces moulées

Source: NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR: A 40-001.

Produits dont la forme et les dimensions définitives (mis à part un dressage ou un usinage éventuel à l'outil) sont obtenues directement par solidification d'acier liquide coulé dans des moules en sable, chamotte ou autres matériaux réfractaires ou plus rarement dans des moules durables en métal ou en graphite.

Les pièces frittées

Source: NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR: A 40-001.

Produits formés à partir de poudres* agglomérées frittées et parfois soumis de nouveau à l'action de la presse. Ces produits ont souvent des tolérances dimensionnelles étroites et sont généralement prêts à l'emploi.

Les pièces pleine densité

Source: NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR: A 40-001.

Produits obtenus à partir de poudres par l'action conjointe de la température et de la pression (compression isostatique à chaud, filage,...).

*Poudre d'acier :

Source: NF EN 10079 décembre 1992. Classement AFNOR: A 40-001.

Ensemble de particules d'acier dont les dimensions sont habituellement inférieures à 1 mm.

Ce document est la propriété exclusive de ConstruirAcier, toute reproduction et communication à des fins commerciales est interdite.