

I-Généralités sur les aciers

I-1 Introduction

L'acier est un alliage à base de fer additionné d'un faible pourcentage de carbone (de 0,008% à environ 2,11% en masse). La teneur en carbone a une influence considérable (et assez complexe) sur les propriétés de l'acier: au-dessous de 0,008 %, l'alliage est plutôt malléable et on parle de fer; au-delà de 2,11%, les inclusions de carbone sous forme graphite fragilisent la microstructure et on parle de fonte. Entre ces deux valeurs, l'augmentation de la teneur en carbone a tendance à améliorer la résistance mécanique et la dureté de l'alliage, on parle des aciers doux, mi doux, mi durs, durs ou extra durs (classification traditionnelle). On peut acquérir les aciers sous des formes et des propriétés très variées grâce à l'ajout des éléments d'addition et la diversité des traitements thermiques.

Outre ces diverses potentialités, et comparativement aux autres alliages métalliques, l'intérêt majeur des aciers réside d'une part dans le cumul de valeurs élevées dans les propriétés mécaniques fondamentales, résistance aux efforts (module d'élasticité, limite élastique, résistance mécanique), dureté et résistance aux chocs (résilience). D'autre part, leur coût d'élaboration reste relativement modéré, car le minerai de fer est abondant sur terre (environ 5% de l'écorce).

On peut néanmoins leur reconnaître quelques inconvénients, notamment leur mauvaise résistance à la corrosion, mais à laquelle on peut remédier, soit par divers traitements de surface (peinture, zingage, etc.), soit par l'addition d'éléments réalisant des nuances dites inoxydables. Par ailleurs, les aciers sont difficilement moulables, donc peu recommandés pour les pièces volumineuses de formes complexes (bâtis de machines, par exemple). On leur préfère alors des fontes.

I-2 Fabrication de l'acier

L'acier s'élabore actuellement de deux manières soit dans des convertisseurs, à partir de la fonte élaborée à l'aide des hauts fourneaux soit dans un four électrique, à partir d'acier de récupération; on parle d'acier de recyclage ou d'acier électrique.

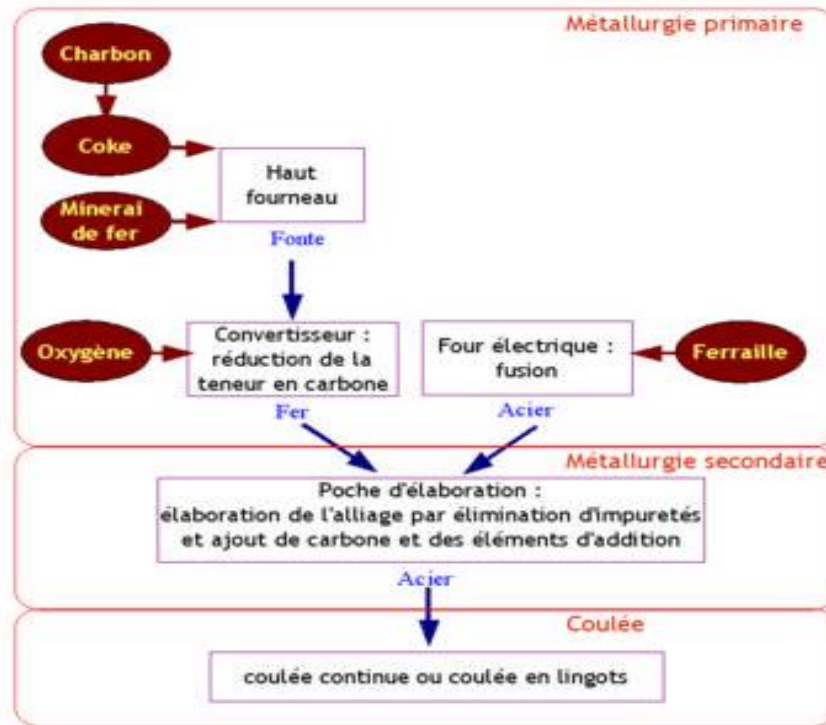


Figure (I-1): Filières d'élaboration de l'acier. [1]

I-2-1 Métallurgie primaire

Dans le haut-fourneau, le minerai et le coke solides sont enfournés par le haut. Le coke est un combustible obtenu par distillation (gazéification des composants indésirables) de la houille dans le four de la cokerie. L'air chaud (1200 °C) insufflé à la base entre en réaction avec le coke, l'oxyde de carbone ainsi formé va réduire les oxydes de fer. Le fer se chargera en carbone au fur et à mesure de sa descente dans

le haut-fourneau et se transformera en fonte. Ensuite, on y convertit la fonte en acier. On brûle les éléments indésirables (carbone et résidus) contenus dans la fonte en insufflant de l'oxygène pur. On obtient de l'acier liquide sauvage, qui est versé dans une poche. Il est appelé acier sauvage, car, à ce stade, il est encore imparfait.

I-2-2 Métallurgie secondaire

Le rôle de la métallurgie secondaire consiste à élaborer l'acier liquide issu du convertisseur par élimination d'impuretés et ajout de carbone et des éléments d'additions. Tout d'abord, la consommation d'oxygène dissous dans l'acier. Pour cela, on jette dans l'acier liquide de l'aluminium ou du silicium qui, en s'oxydant, vont transformer l'oxygène dissous en oxydes. Ensuite l'ajustement du laitier de poche, de manière à ce qu'il ait la capacité d'absorber les impuretés comme les oxydes produits par le calmage. Puis le dégazage, qui est destiné à parfaire la décarburation entamée au convertisseur, la déshydrogénation ou parfois encore la dénitruration. Enfin l'affinage qui va ôter les derniers éléments indésirables, comme le phosphore ou le soufre et l'ajout des éléments d'alliages.

I-2-3 Coulée continue et en lingots

L'acier liquide est coulé dans une lingotière en cuivre de section carrée, rectangulaire ou ronde (selon le demi-produit fabriqué). Le métal commence à former une peau solide dans la lingotière violemment refroidie à l'eau. La coulée peut être également faite en lingotière : l'acier est coulé et solidifié dans des moules en fontes. Après un réchauffage à 1200°C, ils sont écrasés dans un laminoir pour être transformés en, brames, ébauches de produits plats, et blooms, futurs produits longs (blooming).

I-2-4 Laminage des produits plats et longs

La brame est réchauffée dans un four pour rendre le métal plus malléable, donc plus facile à étirer et à mettre en forme. L'ébauche est ensuite amincie par écrasements progressifs entre les cylindres du laminoir. Les blooms ou billettes issues de la coulée en lingots ou de la coulée continue sont transformés en poutrelles, profilés, rails, barres ou fils.

I-3 Composition des aciers

En fait, les aciers sont des alliages fer-carbone contenant du silicium, manganèse, soufre et phosphore en quantité faible pour la famille des aciers non alliés. Des additions judicieuses d'éléments, comme le Si, Ni, Mo, Cr,... au cours de l'élaboration ou du traitement de l'alliage liquide permettent de modifier le comportement à la solidification et aussi d'ouvrir l'éventail des structures obtenues. Cette catégorie d'aciers faiblement ou fortement alliés offre une gamme de performances mécaniques, physico-chimiques, électriques,... assez considérable. De plus, ces matériaux se prêtent bien aux traitements thermiques, ce qui permet encore d'en diversifier les performances.

I-4 Influence des éléments d'addition sur les aciers

L'action des éléments d'addition sur les caractéristiques des aciers dépend essentiellement de deux facteurs. Le premier facteur est le type de modification qu'ils apportent de stabilité de l'austénite. Certains éléments, appelés gamma-gènes tels que le nickel et le manganèse, élargissent le domaine de stabilité de l'austénite et abaissent les températures de transformation. On peut donc obtenir des structures austénitiques. D'autres éléments, dits alpha-gènes comme le silicium, le chrome et le molybdène rétrécissent le domaine de stabilité de l'austénite et élèvent les températures de transformation.

Le deuxième facteur est la tendance des éléments à se substituer en partie aux atomes de fer de la cémentite Fe_3C , ou à former des carbures. Par ordre d'affinité avec le C : Cr, W, Mo, V, Ti, Nb. Le Si et le Ni qui ne forment pas des carbures se retrouvent en solution dans la ferrite. Les éléments les plus fréquemment incorporés sont, outre le silicium et le manganèse, le nickel et le chrome; le molybdène, le tungstène et le vanadium, puis, moins fréquemment, l'aluminium, le titane, le niobium. Le cobalt, le cuivre, le bore, l'azote répond aussi à certains buts particuliers.

Selon le pourcentage, chaque élément confère à l'acier des propriétés spécifiques déterminées. En présence de plusieurs éléments, l'effet peut être amplifié. On trouvera ci-après, dans le tableau I-1, une description des principales influences sur l'acier par des éléments d'alliage et des impuretés [2].

La présence des éléments indiqués dans le tableau I-1 et alliés aux aciers, ne constitue que les prémices indispensables à l'obtention des propriétés souhaitées; seuls leur mise en œuvre et le traitement thermique permettent d'obtenir celles-ci.

Tableau I-1 : éléments d'additions et leurs effets sur l'acier

Eléments	Effets sur l'acier
Carbone	Augmente la dureté, la résistance à la traction et à la corrosion. Diminue la ductilité et la malléabilité.
Silicium	Présent dans tous les aciers. A faible pourcentage (de 0.2 à 0.5%):rôle de désoxydant. Allié et à plus forte teneurs: améliore la limite élastique et accroît la résistance à l'oxydation.
Manganèse	Augmente la trempabilité des aciers alliés et permet d'obtenir des aciers à structure austénitique stable. Il participe à la formation de carbures et se trouve dans la cémentite, où il remplace une partie du fer.
Nickel	Augmente la ductilité, surtout aux très basses températures.
Chrome	Agit sur les points de transformation de l'acier et ralentit ainsi la vitesse de transformation de l'austénite au cours du refroidissement (= augmentation de la trempabilité).
Molybdène	Augmente la trempabilité des aciers alliés
Bore	Ajouté à l'acier en quantité extrêmement faible, accroît la trempabilité et, dans des aciers très spéciaux, améliore la résistance mécanique et la ductilité aux températures élevées.
Azote	Abaisse le point de transformation Ac ₃ . Il diminue la ductilité et la ténacité.
Tungstène et vanadium	Forts caractères alphagènes et carburigènes. Fréquemment utilisés pour obtenir des aciers durs et résistants.
Cobalt	Utilisé dans des aciers très spéciaux dont il modifie certains processus structuraux.
Phosphore et cuivre	En faibles proportions, améliore la résistance de l'acier à l'oxydation par l'air.

I-5 Diagramme d'équilibre fer-carbone

Le diagramme fer-carbone figure (I-2) décrit les différents états du mélange fer et carbone selon la proportion de fer et de carbone dans le mélange. Au-dessus de 2,11% de carbone on parle de fontes, en dessous de cette concentration on parle d'acier. Ce diagramme permet de visualiser les phases d'acier que l'on a selon la température et la teneur en carbone.

Toutefois, ce diagramme n'est valable que pour des aciers non alliés, c'est-à-dire ne contenant que du fer et du carbone. Certains éléments d'alliage favorisent l'élargissement de la phase γ (éléments gamma-gènes) et certains autres favorisent le cas inverse (éléments alpha-gènes). Il existe deux diagrammes fer-carbone, car il existe du carbone à l'état libre (graphite), et du carbone en combinaison chimique (cémentite). Il y a donc un diagramme fer-graphite (dit diagramme stable) et un diagramme fer-cémentite (dit diagramme métastable)

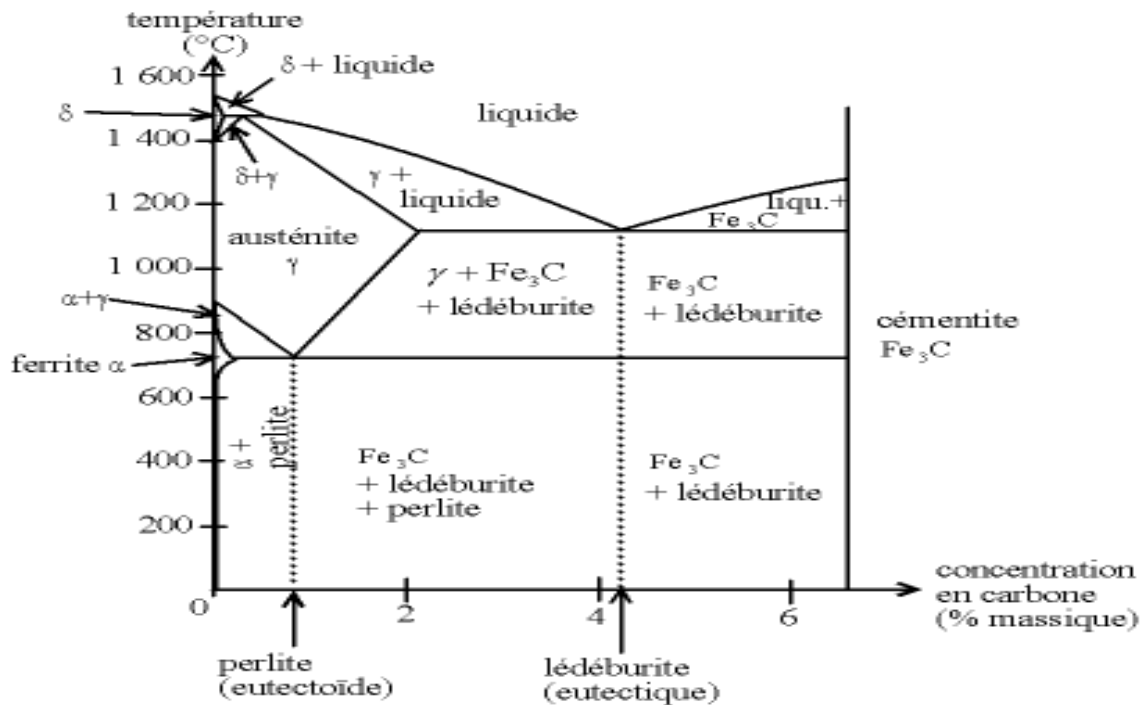


Figure (I-2): Diagramme de phase fer-carbone, permettant de visualiser les conditions d'existence des phases d'acier [3]

La détermination des phases et des constituants d'un acier à une température donnée est fournie par la lecture du diagramme. La structure du fer pur dépend de la température. Donc en dessous de 721°C et au-dessus de 1394°C °C, le fer (fer a) a une structure cristalline cubique centrée (structure cristalline à température ambiante. Il ne dissout pratiquement pas le carbone, il est doux, très malléable. Entre 721°C et [910°C et 1394°C], le fer a une structure cristalline cubique à faces centrées. Il dissout facilement le carbone.

On distingue plusieurs types d'aciers selon le pourcentage de carbone qu'ils contiennent

- les aciers hypoeutectoïdes (de 0,008 à 0,8 % de carbone) qui sont les plus doux, ils sont composés de ferrite et de perlite et les aciers eutectoïde (0,8% de carbone), ils sont composés de perlite (structure lamellaire);

- les aciers hypereutectoïdes (de 0,8 à 2,11 % de carbone) qui sont les plus durs, ils sont composés de perlite et de cémentite.

I-6 Types des aciers

Voici ci-dessous les caractéristiques des constituants métallographiques des aciers du diagramme fer-carbone de la figure (I-2). La martensite, la bainite, la troostite et la sorbite ne se trouvent qu'après un traitement thermique. Une micrographie, est une représentation de ce que l'on voit d'un échantillon au microscope.

I-6-1 Ferrite

C'est une solution solide de carbone dans le fer α (structure cubique centrée). C'est de fer pratiquement pur qui ne contient que de traces de carbone (0.008%) à température ambiante et la solubilité maximale est de 0.02% à 727°C.

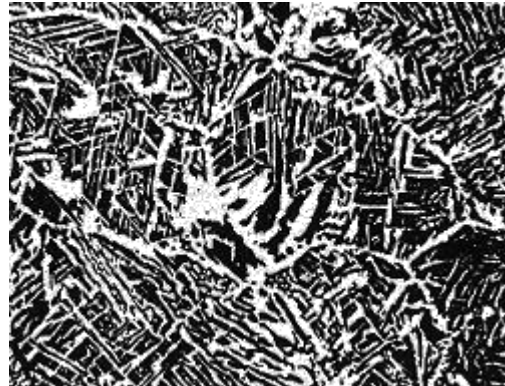
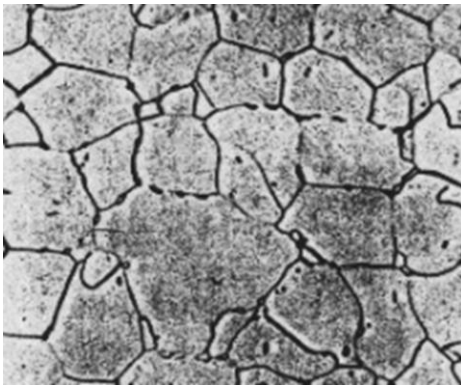


Figure (I-3): structure de ferrite : a/ granulaire b/ aciculaire. [4]

La ferrite peut contenir en solution des éléments variés tel que le Cr, Ni, Si, P... Elle est très ductile ($A\%=10$), peu tenace ($R_m = 300\text{N/mm}^2$) et de dureté faible (de 80 à 100 HB) [4]. Au point de vue métallographique, la solution ferritique présente deux structures: globulaire et aciculaire (figure I-4).

I-6-2 Austénite

L'austénite est une solution solide de carbone dans l'allotropie du fer, qui est stable entre 910°C et 1394°C . Cette allotropie a une structure cristallographique cubique à faces centrées, qui permet une grande solubilité du carbone (jusqu'à 2,1% massique à 1147°C). L'austénite est très ductile, facile à usiner et sa dureté est entre 240 et 300 HB [4].

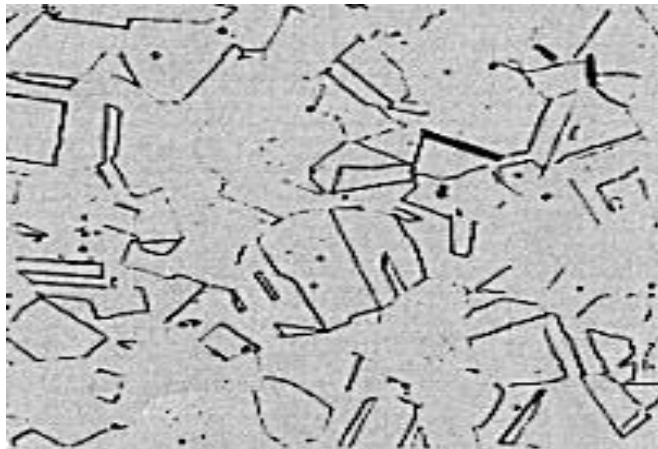


Figure (I-4): micrographie de l'austénite. [4]

Certains éléments, manganèse et nickel, par exemple, augmentent la plage de stabilité de l'austénite; ils sont dits gamma-gènes. Avec un dosage suffisant, ils

permettent, grâce à une trempe, d'obtenir de l'austénite à température ambiante à l'état métastable. C'est le cas des aciers dits austénitiques.

I-6-3 Cémentite

La cémentite est un composé chimique dont la formule est Fe_3C dont la structure est orthorhombique. Elle contient 6,67% de carbone et elle peut contenir des éléments tel que le Cr. Elle apparaît en blanc après attaque au Nital sans que l'on puisse distinguer les joints de grains. Elle est colorée en rouge brun par le picrate de sodium. C'est une combinaison très dure (750HB) mais cassante ($A=0\%$, $R_m=700\text{N/mm}^2$) [5]. Elle est présente dans d'autres constituants: perlite, troostite, sorbite.

I-6-4 Perlite

C'est un agrégat formé de 89% de ferrite et 11% de cémentite qui peut avoir deux aspects lamellaire ou globulaire (ou coalescée). Elle ne dissout pas le carbone, elle est ductile ($A\%=10$), tenace ($R_m = 850 \text{ N/mm}^2$), dure (200 HB) et facile à usiner [4].





Figure (I-5): structure perlitique: a/ dans un acier eutectoïde et b/ dans un acier de 0.3% de carbone. [4]

Sous sa forme globulaire (figure I-5-b), elle se présente sous la forme d'une matrice ferritique, dans laquelle sont enchâssées des particules de cémentite. Sous sa forme lamellaire (figure I-5-a), des lamelles de ferrite et de cémentite dont l'épaisseur et les écarts dépendent de la vitesse de refroidissement. On distingue une alternance de bandes claires et sombres qui ne représentent pas les constituants mais correspondent aux zones planes et inclinées de l'échantillon, provoquées par l'abrasion préférentielle causée par le polissage. A faible grossissement, les lamelles peuvent ne pas être distinctes.

I-6-5 Martensite

La martensite est une phase métastable obtenue par un refroidissement rapide de l'austénite. C'est une solution solide d'insertion sursaturée en carbone dans le fer α , de même composition que l'austénite initiale. La martensite cristallise dans le système quadratique. Elle possède une grande dureté ($HV > 800$) et une fragilité notable. Elle a une structure en aiguilles (plaques) (figure I-6) ou en lattes, visibles avec grossissement suffisant, après attaque par les réactifs classiques [4].

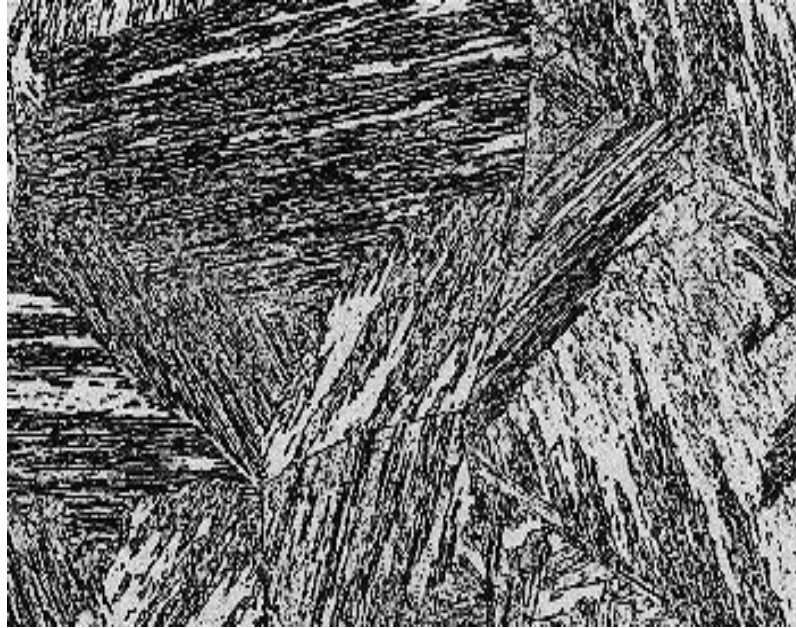


Figure (I-6): micrographie de la martensite. [4]

I-6-6 Bainite

Constituant de trempe intermédiaire, la structure a un aspect voisin de celui de la martensite, c'est un agrégat de ferrite et de carbures. C'est un constituant qui présente les mêmes phases que la perlite (ferrite et cémentite), mais de structure fine, souvent en aiguilles ce qui lui confère de bonnes propriétés mécaniques. Elle est dure et plutôt facile à usiner.

La bainite supérieure est une microstructure constituée de fines plaquettes de ferrite, chacune ayant environ 0.2 micromètres d'épaisseur. La bainite inférieure présente une microstructure et des caractéristiques cristallographiques très proches de celles de la bainite supérieure. La principale différence étant que les particules de cémentite précipitent dans les plaques de ferrite. La bainite granulaire est l'absence

principalement de carbures dans la microstructure. Le carbone est rejeté dans l'austénite qui la stabilise, de telle sorte que la microstructure finale contienne de l'austénite, un peu de martensite ceci à haute teneur en carbone plus de la ferrite [4].



Figure (I-7): structure bainitique dans un acier de 0.22 % de carbone. [4]

I-6-7 Troostite

C'est un agrégat lamellaire semblable à la perlite, mais de dimension microscopique et de dureté plus élevée, dureté supérieure à 400 HB. Souvent on rencontre la troostite avec la martensite, elle est précipitée par une trempe douce au cours de la décomposition de l'austénite. La troostite attaquée par les réactifs habituels se présente en amas arrondis, de teinte plus foncée que les autres constituants. Avec de forts grossissements, on constate que les lamelles ont tendance à devenir moins parallèles, et on aboutit à des structures en "éventail" dans lesquelles les lamelles rayonnent à partir d'un centre [5].

I-6-8 Sorbite

Constituant extrêmement fin qui se forme au cours du réchauffage d'un acier trempé martensitique (revenu). Sa structure est constituée par de fins carbures de fer (Fe_3C cémentite) dans une matrice ferritique. La sorbite possède une bonne résilience et sa dureté est entre 250 et 400 HB [5].

I-7 Classification des aciers

On classe les aciers en prenant pour critère, soit l'emploi (aciers d'usage général, aciers de construction mécanique), soit la composition chimique (aciers au carbone, aciers faiblement et fortement alliés), soit la structure notamment pour les aciers inoxydables (austénitiques, austéno-ferritiques, martensitiques, ferritique), soit encore les traitements thermiques (trempe, cémentation, nituration), soit même les applications spécifiques (réfractaires, résistants à l'usure, aciers à outils pour roulements, pour ressorts) [6].

Pour la classification par l'emploi, la désignation commence par la lettre S pour les aciers d'usage général et par la lettre E pour les aciers de construction mécanique. Le nombre qui suit indique la valeur minimale de la limite d'élasticité en méga pascals par exemple : S220; E350.

Pour la classification par composition chimique; la désignation des aciers non alliés se compose de la lettre C suivie du pourcentage de la teneur moyenne en carbone multipliée par 100. S'il s'agit d'un acier moulé la désignation est précédée de la lettre G. Dans les aciers faiblement alliés, aucun élément d'addition ne dépasse 5% et la teneur en carbone multipliée par 100. Suivi des symboles chimiques caractérisant les éléments d'addition par ordre de teneur décroissante.

Ces symboles sont suivis par la teneur en % de chacun des éléments multipliés par un

facteur dépendant de l'élément. Par contre, dans les aciers fortement alliés, un élément d'addition au moins dépasse 5%. La désignation se compose de symbole X suivi de la teneur en carbone multipliée par 100. Suivent des symboles chimiques caractérisant les éléments d'addition par ordre de teneur décroissante. Ces symboles sont suivis par la teneur en % de chacun des éléments.

Les aciers de traitements thermiques sont définis par leur composition chimique. Celle-ci détermine le type de traitement qu'on peut leur appliquer. Les aciers de traitement thermique sont soit des aciers au carbone, soit des aciers alliés contenant en proportions variables, un ou plusieurs éléments d'addition (Cr, Ni, Mo, V, ...) comme par exemple C 32, 35 Ni Cr Mo 16, 20 Ni Cr 6, 16 Ni Cr 6.

Les aciers inoxydables comprennent un ensemble de familles d'alliages à base de fer dont la principale propriété est la résistance à la corrosion. Ce sont des aciers alliés au nickel et au chrome. Ces aciers contiennent au moins 10,5 % de chrome et moins de 1,2% de carbone. On distingue selon leurs structures: aciers inoxydables ferritique et martensitique, aciers inoxydables austénitiques et aciers inoxydables austéno-ferritiques.

I-8 Propriétés des aciers

Les aciers constituent une classe de matériaux très vaste possédant une large panoplie de caractéristiques mécaniques. Ils ont un module de Young d'environ 200 GPa, indépendamment de leur composition. Les autres propriétés varient énormément en fonction de leur composition, des traitements thermiques et des traitements de surface auxquels ils ont été soumis [3] :

Les traitements thermiques des aciers recouvrent un ensemble d'opérations ayant pour but des transformations structurales à l'état solide sous l'influence de cycles thermiques choisis, afin d'optimiser leurs propriétés mécaniques ou physiques : résistance à la rupture, aux chocs et à l'usure; ténacité; élasticité et dureté... Les

opérations des traitements thermiques sont couramment mise en œuvre dans des fours à atmosphère ou sous vide. Les procédés utilisés sont des traitements de durcissement (trempe, cémentation...) et des traitements d'adoucissement (recuits...).

Les traitements de surfaces recouvrent un ensemble d'opérations ayant pour but de modifier les caractéristiques superficielles des aciers afin de leur conférer des propriétés spécifiques telles que : résistance à la corrosion et l'amélioration des caractéristiques physiques et mécaniques superficielles (dureté, glissement...). Les techniques utilisées sont des revêtements métalliques (zinc, chrome, or...); des revêtements non métalliques (peinture, plastique...); des traitements de conversion (anodisation...) et des traitements mécaniques (polissage...).

I-9 Traitements thermiques superficiels des aciers

I-9-1 Principe et but

Les traitements thermiques superficiels des aciers ont pour but l'obtention d'une dureté élevée en surface jointe à une ténacité et une ductilité importantes à cœur "peau dure et cœur tendre". Ces deux types de propriétés sont antagonistes : quand l'une augmente l'autre diminue. Or le matériau idéal doit être résistant tout en se mettant en forme facilement. Donc il faut concilier les deux propriétés. On peut obtenir ce résultat par une modification de la zone superficielle de la pièce d'acier soit par un traitement thermique localisé (chauffage superficiel et trempe), soit par un traitement thermochimique de diffusion d'un élément métallique (aluminium, chrome...) ou d'un élément non métallique (carbone, azote, soufre, bore) par voie solide, liquide, gazeuse ou ionique.

I-9-2 Trempe superficielle

La trempe superficielle a pour but de communiquer à l'acier une grande dureté en

surface tout en conservant un bon allongement et une bonne ductilité du coeur de la pièce. Elle est un procédé de traitement thermique qui modifie la structure de surfaces d'aciers sans toutefois changer leur composition chimique .

Pour effectuer une trempe il faut chauffer localement la surface d'une pièce en acier jusqu'à température d'austénitisation, puis on refroidit avec une vitesse suffisante pour obtenir une trempe (apparition de martensite). Le refroidissement se fait par une trempe à l'eau.

Le traitement étant superficiel, l'acier utilisé ne nécessite pas de trempabilité importante d'où l'emploi d'aciers faiblement ou non alliés. La teneur de carbone est inférieure à 0,5% pour éviter les tapures et les risques d'austénite résiduelle .

Un traitement thermochimique d'aciers est un traitement thermique effectué dans un milieu particulier. Ce milieu a pour fonction d'apporter un ou plusieurs éléments chimiques (métaux ou métalloïdes), qui vont enrichir la surface du matériau et diffuser jusqu'à une certaine profondeur.

L'enrichissement de ces éléments va modifier, sous une épaisseur plus ou moins importante, la composition initiale des aciers. La modification a lieu sous une température élevée pour assurer l'inter diffusion de l'élément suivant des lois bien déterminées et suivant les conditions particulières à chaque élément .

Les atomes des éléments étrangers, formant des solutions solides le plus souvent interstitielles, distordent les réseaux cristallins et augmentent la dureté superficielle en créant des contraintes résiduelles de compression, ce qui améliore la résistance à la corrosion et à la fatigue .

Donc, ce traitement confère à la pièce d'acier des propriétés superficielles nouvelles: augmentation de la dureté, de la résistance au grippage, à l'usure, à la corrosion et la tenue en fatigue. Les éléments le plus couramment incorporés par diffusion sont le carbone et l'azote; mais les diffusions de soufre sont également utilisées.

I-9-3 La Nitruration

Le processus de nitruration est l'un des traitements thermochimiques les plus utilisés pour la production de couches très dures en surfaces des aciers. Le principal mécanisme est la diffusion de l'azote (atomique) en profondeur de la couche traitée conduisant à la création de nouvelles phases favorables au durcissement escompté. Habituellement effectué dans la gamme de températures (500-590) °C (domaine ferritique), il ne nécessite pas de traitements thermiques ultérieurs tels qu'une trempe et des revenus .

I-9-4 La cémentation

La cémentation est le traitement qui fait augmenter le taux de carbone à la surface d'une pièce d'acier ce qui lui permet d'augmenter la résistance à la fatigue sous forte charge ainsi que la dureté. La nitruration est le traitement d'augmentation du pourcentage d'azote. Ce qui offre aux aciers une dureté élevée, une bonne résistance au revenu et à la corrosion (sauf sur les aciers inoxydables), et améliore la résistance aux frottements (évite les grippages). La carbonitruration est la combinaison d'une cémentation et d'une nitruration. Elle permet une bonne résistance à la fatigue et aux frottements (évitent les grippages). La sulfuration est le traitement qui fait augmenter le pourcentage de soufre ce qui permet une amélioration de la résistance aux frottements mais diminution de la protection contre la corrosion. Il y a d'autres traitements comme la boruration.

L'épaisseur de traitement doit être faible (pas plus de 10 mm), il nous faut donc des aciers avec une faible trempabilité c'est pour ça ils évitent l'emploi d'aciers fortement alliés en rendant possible l'utilisation d'acier moins coûteux comme les aciers au carbone

I-10-Conclusion

On appelle acier du fer qui contient moins de 2,11% de carbone à l'état dissout ou allié. Au-dessus de cette concentration de carbone on obtient de la fonte. Ce que l'on appelle fer ordinaire est en réalité de l'acier doux à faible teneur en carbone (de 0.05% à 0.20%) qui ne prend pas la trempe. Les éléments que l'on y trouve tels que le phosphore, le soufre, le silicium, l'azote,... sont qualifiés d'impuretés. D'autres éléments sont volontairement ajoutés pour modifier les caractéristiques finales de l'acier. Ces aciers sont appelés aciers alliés.

Chacun de ces éléments se caractérise par une tendance dominante soit à rester dissous dans la ferrite, soit à former avec le carbone un carbure analogue à la cémentite, ou de composition très différente. Comme l'acier ordinaire, les aciers alliés ont, le plus souvent, une structure à deux phases, ferrite et carbure, plus ou moins séparées: l'élément d'alliage se retrouve dans l'une ou l'autre de ces phases, parfois même dans les deux.

Les propriétés des aciers dépendent de la nature des éléments d'additions et de traitements de surfaces et thermiques auxquels ils ont été soumis. Ces traitements offrent aux aciers des bonnes propriétés physiques et mécaniques nécessaires à l'utilisation optimale de ces matériaux.