

Définition : ces traitements thermochimiques permettent d'obtenir des caractéristiques particulières à la surface d'une pièce sans altérer les caractéristiques dans la masse. Selon leur principe, ils améliorent principalement une ou plusieurs des caractéristiques suivantes : **la dureté en surface, la résistance à l'usure, la résistance à la corrosion et le comportement au frottement.**

Par exemple, pour un pignon, on peut souhaiter une grande dureté en surface (pièce frottante) et une bonne résilience à cœur (résistance à des contraintes de masse)

Traitements de diffusion : le matériau d'apport diffuse dans le substrat à haute température et réagit avec lui.

Aluminisation : ce traitement qui s'effectue en général sur les aciers a pour objet un enrichissement superficiel en aluminium. Il est surtout utilisé comme protection contre la corrosion et l'oxydation à haute température.

Bleuissement : ce traitement est effectué en milieu oxydant. La surface polie du produit ferreux se recouvre d'une couche mince d'oxyde adhérent de couleur bleue.

Boruration : la couche superficielle de la pièce est enrichie en bore. Ce traitement assure une dureté très élevée, une bonne tenue à l'usure et à la corrosion. Tous les aciers, sauf rapide et inox, peuvent subir ce traitement mais les éléments d'alliage et le carbone diminuent l'épaisseur de la couche borurée. Traitement possible sur la fonte.

Carbonitruration : comme pour la cémentation, apport de carbone en surface mais en plus introduction d'azote dans le four entre 600°C et 850°C ou dans un bain. Ce traitement est obligatoirement suivi d'une trempe. Par rapport à la cémentation, il donne d'excellents résultats sur des aciers non alliés. La carbonisation gazeuse est la plus employée.

Cémentation : ce traitement s'effectue en général sur des aciers à faible pourcentage en carbone ($C < 0,25\%$ donc non trempant), possédant une bonne ductilité dans la masse, en vue d'augmenter la dureté superficielle. Il consiste :

- à apporter du carbone en surface par chauffage au four à température d'austénitisation (vers 900°C) en présence de ciment (substance qui diffuse certains de ses éléments) solide, liquide ou gazeux. Ce procédé est le plus utilisé (précis et rapide)
- à effectuer un cycle de trempe suivi d'un revenu à basse température.

Il y a possibilité de ne pas traiter toute la pièce (usinage des surfaces cémentées avant la trempe ou protection par cuivrage de surfaces avant cémentation).

La pièce conserve donc ses caractéristiques à cœur et présente une couche extérieure très dure (jusqu'à 2mm) obtenue par le durcissement par trempe. La déformation impose une rectification après traitements.

Chromisation : la surface de la pièce est enrichie en chrome :

- chromisation douce sur des aciers à faible pourcentage de carbone. Elle permet d'installer une couche riche en chrome qui résiste bien à la corrosion.
- chromisation dure sur des aciers à fort pourcentage de carbone. Elle offre des surfaces de dureté très élevée qui résistent bien au frottement et à la corrosion sèche mais qui sont très fragiles.

Nitruration : ce traitement s'effectue cette fois sur un métal déjà trempé et revenu donc sur des pièces qui possèdent des caractéristiques mécaniques élevées dans la masse. Il peut se pratiquer sur des pièces finies. Il permet d'atteindre des duretés en surface très élevées suivant le type de traitement. Il est particulièrement adapté aux pièces sollicitées aux chocs et à l'usure par frottement. Il augmente la limite d'endurance. Industriellement, il existe deux types de nitruration :

- nitruration traditionnelle (en atmosphère gazeuse) : elle se pratique sur des aciers alliés contenant du chrome et de l'aluminium. La surface est enrichie en azote par chauffage vers 500°C en présence de gaz d'ammoniac. Le durcissement est obtenu grâce à la formation de nitrures de chrome et d'aluminium. La zone nitrurée est très mince : 0,5 mm après 50 heures.
- nitruration ionique : elle s'effectue à l'intérieur d'une enceinte à atmosphère raréfiée, en présence d'hydrogène et d'azote à l'état plasma. Cet état est obtenu en établissant une différence de potentiel entre la pièce (cathode) et l'enceinte du four (anode). Cette configuration permet d'atteindre des températures entre 400°C et 600°C.

Sulfonitruration : ce traitement augmente la résistance à l'usure en améliorant considérablement le frottement par autolubrification. La profondeur traitée est de 0,2 à 0,5 mm. La surface de la pièce est enrichie en soufre par chauffage vers 750°C. Tous les matériaux ferreux peuvent être sulfonitrurés. Un autre traitement à basse température s'effectue par électrolyse en bain de sels à 190°C sur des aciers et sur des fontes. La pénétration est moins grande que pour la sulfonitruration mais la température plus basse n'occasionne pas de revenu parasite. Aucune reprise d'usinage ne doit être faite après le traitement. Ce traitement ne peut pas s'appliquer sur des aciers contenant plus de 12% de chrome. Les aciers cémentés trempés, les aciers et les fontes trempés peuvent recevoir ce traitement.

Trempe superficielle : ce traitement (de transformation structurale) est réservé aux aciers non alliés pour traitements thermiques ou pour certains aciers faiblement alliés, en vue d'un durcissement superficiel. En général, la pièce a été préalablement traitée dans la masse (trempe et revenu) pour une bonne résilience à cœur. Elle est ensuite réchauffée en surface en vue d'une nouvelle trempe plus dure.