

## DURCISSEMENT APRES TREMPE SUPERFICIELLE DES ACIERS ET DES FONTES. Définition du traitement

**Principe :** un moyen de chauffage à haute énergie permet de porter la région proche de la surface (1 à 20mm) à la température d'austénitisation. Un refroidissement rapide permet de transformer par trempe cette région en martensite de dureté élevée en relation avec la teneur en carbone de l'alliage. Cette trempe est éventuellement suivie d'un revenu. Le gradient de dureté obtenu est décroissant à partir de la surface. La surface est mise en compression vers la sous-couche.

### CARACTÉRISATION :

- Dureté superficielle (HRC, HRA, HV)
- Profondeur conventionnelle de couche dure Dc (sauf spécification particulière NFA04-204)
- Exigences de microstructure
- Taux de contraintes résiduelles en compression

### APPLICATIONS :

- Usure
- Renforcement à la fatigue

### DIFFÉRENTS PROCÉDÉS :

**Chauffage à la flamme :** un chalumeau oxy-gaz (oxy - acétylénique, oxy - propane, oxy - méthane...) permet de porter la surface à une température élevée diffusant la chaleur jusqu'à la profondeur recherchée. Les profondeurs élevées requièrent une régulation du gradient de chauffage pour éviter la surchauffe superficielle. Le chauffage s'effectue de proche en proche ou par chauffage généralisé (single-shot).

**Chauffage par induction :** un inducteur traversé par un courant haute fréquence entourant la zone à chauffer ou placé à proximité de celle-ci, développe des courants induits qui par effet joule porte la surface à une température d'austénitisation. La terminologie distingue :

- Les hautes fréquences comprises entre 1MHz et 100 KHz
- Les moyennes fréquences comprises entre 50Khz et 8 Khz
- Les basses fréquences comprises entre 6 et 1KHz

Ce classement n'est pas normatif, les bornes fixées peuvent être différentes selon l'usage dans les entreprises.

Le choix de la fréquence est déterminé par la profondeur chauffée recherchée, l'épaisseur des courants induits étant inversement proportionnelle à la fréquence. Il faut toutefois noter que la profondeur chauffée se fait en grande partie par diffusion mais que le choix d'une fréquence adaptée réduit le gradient de chauffage. Le chauffage s'effectue de proche en proche ou par chauffage généralisé (single-shot).

Épaisseur chauffée en mm	Haute fréquence	Moyenne fréquence	Basse fréquence
	0,5 à 2 mm	2 à 6 mm	4 à 20 mm

Cette technique de chauffage avant trempe superficielle est de loin la plus utilisée.

**Chauffage par faisceau laser :** un faisceau laser est utilisé en lieu et place d'un chalumeau avec l'avantage ou l'inconvénient selon les cas de couvrir une surface d'impact beaucoup plus faible. Dans le cas de très faibles épaisseurs chauffées le refroidissement par conduction avec les parties voisines restées froides peuvent suffirent à obtenir une vitesse de refroidissement au moins égale à la vitesse critique de trempe martensitique

### CHOIX DES ACIERS

Toutes les nuances d'acier ferromagnétiques peuvent être chauffées par induction, il conviendra d'apprécier leur comportement lors de la trempe. Les nuances d'aciers les plus couramment employées sont des nuances à faible ou moyenne trempabilité, avec des teneurs en carbone comprises entre 0,25 et 0,55% (centrées à 0,4 - 0,45%) non alliées ou faiblement alliées.

Duretés réalisables après trempe superficielle au chalumeau ou par induction (trempe à l'eau et revenu de détente entre 150 et 180°C)			
Aciers non alliés		Aciers alliés	
Nuance	Dureté HRC	Nuance	Dureté HRC
C35	48	46Cr2	54
C45	55	37Cr4-37CrS4	51
C50	56	41Cr4-41CrS4	53
C55	58	42CrMo4-42CrMoS4	53
		50CrMo4	58

### CHOIX DES FONTES

Les fontes grises lamellaires ou à graphite sphéroïdal à matrice ferrito-perlitique ou perlitique (la perlite doit être lamellaire) peuvent être durcies par trempe après chauffage superficiel. Les résultats obtenus sont directement en relation avec la quantité de carbone combiné (dans la matrice). Ces matériaux couramment durcis par trempe superficielle doivent cependant faire l'objet de précautions relatives à l'élaboration de la nuance (présence d'eutectique phosphoreux, morphologie du graphite, structure de la matrice...). La dureté initiale ne doit pas dépasser 240HB. Les fontes étant sensibles aux chocs thermiques au chauffage, celui-ci doit faire l'objet d'une conduite particulière.