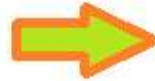


TP2 : Traitements thermiques des aciers (La trempe)



Réalisé par :

- 1-
- 2-
- 3-

Proposé par :
L. BAROURA

1. Définition

Le traitement thermique est un outil essentiel au mécanicien car il permet d'obtenir des aciers avec des propriétés désirées.

2. Objectifs pédagogiques

- Mettre en œuvre les principaux traitements thermiques et les principales techniques expérimentales pour l'étude des transformations structurales des alliages métalliques.
- Mettre en évidence les modifications des propriétés et la valorisation des matériaux obtenues à l'issue des traitements.
- Mettre en évidence les corrélations entre les traitements, les structures et les comportements.

3. Compétences visées

- Etre capable de maîtriser les techniques du traitement thermique.
- Savoir manipuler et utiliser le dispositif.
- Appréhender les différentes étapes du traitement thermique ainsi que le polissage.
- Etre capable de choisir l'acier pour une utilisation donnée.

4. Rappel théorique

➤ Quels sont les éléments d'un traitement thermique ?

Un traitement thermique consiste à jouer sur trois éléments :

- La température
- Le temps
- Le milieu de séjour durant le maintien en température lors de trois phases différentes:
 - La montée en température.
 - Le maintien à température.
 - Le refroidissement.

La vitesse appropriée pour obtenir les caractéristiques voulues amène à choisir un milieu de refroidissement (par exemple air, eau, huile, gaz ou l'air libre) en fonction de la dimension de la pièce à traiter.

➤ Quelles sont les caractéristiques de mise en œuvre ?

On recherche un compromis entre les caractéristiques suivantes :

- Ductilité (capacité de déformation)
- Résistance (limite d'élasticité, résistance à la traction)
- Résilience, ou ténacité (résistance au choc)
- Dureté

5. La trempe (ou durcissement par trempe)

5.1 But

La trempe a pour but d'améliorer les propriétés mécaniques de résistance des matériaux métalliques et ceci via la création des constituants hors d'équilibres.

5.2 Principe

L'essai consiste à faire subir un cycle thermique bien déterminé à la pièce en question.

Une mesure de la dureté de pièce avant et après traitement nous permet d'avoir une idée sur l'influence de la trempe sur la dureté et donc sur certaines propriétés mécaniques.

On porte le métal à une température d'austénitisation qui dépend de la composition chimique de la nuance d'acier traitée.

❖ L'analyse chimique de l'échantillon donne les résultats suivants:

C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Ni %	Cu%	Mo %
0.496	0.129	0.75	0.0005	0.43	2.69	0.0612	0.124	0.002

❖ Industriellement on choisit la température d'austénitisation comme suit

$T_a = A_{c3} + 50^\circ C$ pour les aciers hypoeutectoïdes ;

$T_a = A_{c1} + 50^\circ C$ pour les aciers hypereutectoïdes.

L'échantillon est maintenu ensuite à cette température pour une durée nécessaire pour l'homogénéisation de la température dans toute la pièce. Par la suite le refroidissement s'effectue par immersion des pièces dans un fluide.

Maintien en température

Lorsqu'un métal est porté à une température supérieure au point A_{c3} , il se produit des transformations internes comportant notamment, pour les aciers, la dissociation du carbure de fer. Ces réactions ne sont pas instantanées et elles doivent intéresser toute la masse si l'on veut obtenir une trempe à cœur.

Il est donc nécessaire :

- Que toutes les parties des pièces soient réellement portées à une température supérieure à A_{c3} ;
- Que la transformation, qui commence par les parties extérieures de la pièce, gagne toute la masse métallique.

• Etude de refroidissement

- Lorsqu'on refroidit très lentement le métal chauffé, les transformations inverses se produisent et l'on retrouve les constituants d'équilibres **ferritoperlitique** de l'acier recuit, par contre, si le refroidissement est rapide, une nouvelle phase sursaturée en carbone apparaît appelée la **martensite**.

5.3. Protocole et consignes de sécurité

Pour le chauffage, il est nécessaire de porter du Masque de protection du visage ou des lunettes de protection, pince, Gants de protection thermique et une cuvette d'eau est située à côté de la meule car il peut y avoir brûlure (ne pas tremper l'éprouvette, cela provoque la trempe de l'acier). Les filles qui ont les cheveux longs se les nouent pour éviter de se les faire arracher, de même, tout vêtement ample sera

bannit car il y a risque d'étranglement ou autre !

5.4 Equipements utilisés

Pendant un essai de trempe nous sommes amenés à utiliser les dispositifs suivants : (voir figure1)



Figure1 : Equipements utilisés

Remarques :

- Il faut prendre en compte la composition chimique, les dimensions et la géométrie de la pièce traitée.
- Pour des raisons d'organisation les échantillons sont été traités thermiquement avant le début de TP.

5.5 Eprouvettes utilisées

Pour un essai de trempe les éprouvettes en matériaux métalliques peuvent être de forme et dimension quelconques.

5.6 Influence de la trempe sur les propriétés mécaniques :

- Augmentation de la limite élastique (R_e) ;
- Augmentation de la dureté (H) ;
- Augmentation de la résistance à la rupture (R_r) ;
- Diminution de l'allongement ($A\%$) ;
- Diminution de la résilience (K).

6. Observation au microscope

Après avoir attaqué les échantillons polis au réactif nital, puis séché les surfaces à étudiées, nous avons tenté de mettre en évidence leur structure. Pour ce faire, nous avons utilisé un microscope optique, relié à un micro ordinateur. (Figure 2).



Figure 2 : Microscope optique

Tout d'abord, il convient de faire une première observation au plus faible grossissement, à savoir 50, avant de passer aux objectifs x100, x200. Enfin, le grossissement x400 permet une observation relativement précise de la structure des éprouvettes ailleurs, afin d'obtenir une visualisation optimale, il faut veiller à ce que la lumière soit suffisante : un boîtier relié au microscope permet ce réglage.

Compte rendu n°2

1. But de TP

.....

.....

2. Etude expérimentale

A- Traitement thermique:

1. Selon les résultats de l'analyse chimique :

Donner la nuance de notre échantillons.....

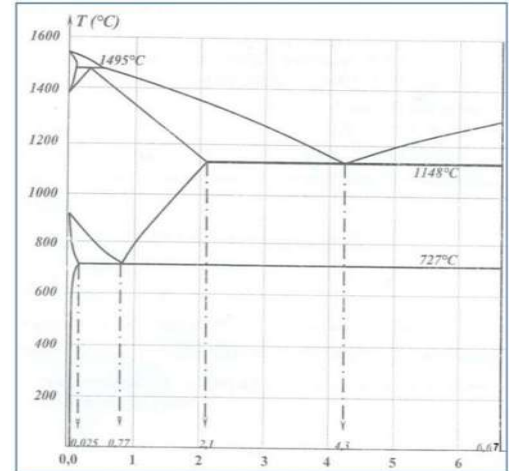
2. Citer la température de trempe sur la figure ci-contre.

3. Mettre 03 échantillons de l'acier au four, augmenter sa température progressivement jusqu'à atteindre Température de trempe (T_{tr} =.....) pendant une durée (T_{ch} =.....).

4. Maintenir les différents échantillons au four pendant une durée (T_m =.....)

5. Tremper les 3 échantillons dans trois milieux différents de refroidissement (eau -huile-air).

Compléter le tableau ci dessous :



Essai de trempe						
Nombre des échantillons	N° d'éch-	Milieu de la trempe	Température du four (T_{tr})	Le temps de chauffage (T_{ch})	Le temps de maintien (T_m)	Le temps de refroidissement
3	1	eau
	2	huile			
	3	Air			

6. Tracer le cycle thermique $T = f(t)$ de la trempe pour chaque échantillon et expliquer ces courbes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. Conclusion

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

B- Observation microscopique:

1- Observer par un microscope optique les différents échantillons (avant et après traitement), choisir la bonne structure et la sauvegarder.

2- Coller ces structures (Images d'observation de structure) dans le tableau suivant :

Avant traitement	Après traitement		
	L'eau	L'huile	L'air

3. Faites une analyse métallographique (structurale) entre les éprouvettes de chaque milieu de refroidissement.

La couleur des pores :

La forme des grains :

La taille des grains (avant et après traitement).....

4. Citer les pores, les joints et les grains sur la structure.



5. Conclusion

.....

.....

.....

.....

.....