**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

**TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX**

# **SCIENCES ET Techniques Industrielles**

# **Sous-épreuve spécifique à chaque option**

**Option A – Traitements Thermiques**

# **- U4.4A -**

SESSION 2021

\_\_\_\_\_

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

**\_\_\_\_\_**

**CORRIGÉ**

**Partie I**

**I.1** EN-GJS-350-22 : fonte à graphite sphéroïdal avec une Rm minimale de 350 MPa et un A minimal de 22%.

**I.2** Le fondeur introduit du magnésium dans la fonte liquide juste avant la coulée (inoculation), ou bien le moule est préparé avec du magnésium en granulométrie fine. Le magnésium a pour propriété de détruire les germes de graphite dans le liquide. Le graphite ne peut donc croitre que dans l’austénite, sans direction privilégiée, ce qui conduit à la forme sphérique.

**I.3** La structure sera perlitique pour avoir une dureté suffisante de la martensite, et une matrice homogène pour avoir rapidement de l’austénite homogène au moment du chauffage car le temps d’austénitisation sera très court.

**I.4**  Chauffage par induction, chalumeau, …

**I.5** Difficulté d’usinage (usure des outils, …) due à la dureté importante de la cémentite.

**I.6**

**T°C**

**Fe3C**

**II**

****

**3Fe (**

**austénite**

**) + Cg**

**920**

**T°C**

**880**

**Fe3C**

**II**

****

**3Fe (**

**) + Cg**

**1 à 5 h**

**1 à 5 h**

**920**

**880**

**Air calme**

**Matrice P+ Fe3C**

**Matrice P**

**Partie II**

**II.1** - Dépose d’une pâte (peinture) à base de cuivre sur les zones à ne pas cémenter.

- Dépôt électrolytique de cuivre sur les zones à ne pas cémenter.

**II.2** Le refroidissement lent permet de réaliser un usinage avant le durcissement par trempe pour retirer la couche cémentée dans les zones non désirées.

T en °C

**II.3**

900°C environ 4 h

AC3

AC1

Refroidissement lent

t

**Justifications :**

D’après la documentation aciériste la cémentation se fait au environ de 900°C, la profondeur demandée étant comprise entre 0,6 et 0,8mm, un temps de 4h environ est nécessaire car la diffusion du carbone est lente (e=kt1/2). Après cémentation, refroidissement lent pour éviter le durcissement de la couche et donc permettre l’usinage des zones où l’on ne veut pas de durcissement important.

**II.4**

T °C

30 min sous N2

830°C

AC3

Trempe huile

200 °C - 1h

air

t

Les pignons sont austénitisés, la chauffe se fera donc à 830°C = AC3 + 50°C, avec une atmosphère de protection N2. S’en suit une trempe à l’huile comme indiqué sur le document aciériste pour ce type d’acier. Après trempe, un revenu de détente à 200°C pendant 1h permet de respecter le cahier des charges à cœur.

**II.5** La profondeur conventionnelle est la distance à laquelle on trouve une dureté de 550 HV1.

La dureté superficielle est respectée (670 < HV < 720) ainsi que la profondeur de cémentation (comprise entre 0,6 et 0,8mm).

**Partie III**

**III.1** X20Cr13 : acier inoxydable. Il y a, en masse, plus de 10,5% de Chrome et moins de 1,2 % de Carbone, c’est donc un acier inoxydable.

**III.2** Le recuit d’adoucissement va permettre de réduire la dureté pour faciliter l’usinage. En effet, l’estampage à chaud et le refroidissement à l’air va provoquer un durcissement par trempe vu la bonne trempabilité de cet acier. Utiliser les documents de l’annexe 4 et 3 pour trouver une dureté d’environ 630HV, très difficilement usinable à l’outil.

**III.3**

**T °C** AC1 830°C (Annexe 3)

Atmosphère : Air

Contrôle : Dureté

780-800°C / 1-3h

air

t

**III.4** Si on refroidit trop lentement après la trempe, on peut voir sur la courbe TRC annexe 3 que l’on coupe le domaine où il y a précipitation de carbures intergranulaires, qui entraine un risque de corrosion si le pourcentage de chrome passe en dessous de 11% autour du carbure qui s’est formé.

Carbure M23C6

%Cr

13%

11%

Distance

**III.5**

T °C

1000°C 20mn après égalisation

N2 ou vide

AC3

AC1

700°C huile

Préchauffage 30mn revenu 550 °C 1h après égalisation

air

t

**Justifications**

On réalise un préchauffage à 700°C pour limiter les déformations lors du chauffage (en dessous de AC1).

Austénitisation à 1000°C (AC3+50°C) comme précisé dans la documentation de l’aciériste sous N2 comme atmosphère de protection pendant 20mn après égalisation car l’acier est fortement allié, puis un refroidissement à l’huile (un refroidissement trop lent couperait le domaine de précipitation des carbures).

Le revenu se fait à 550 °C pour répondre au cahier des charges.

**III.6** Si %C est plus important Ms est plus bas. Le % d’austénite résiduelle est plus important. Le traitement par le froid permet de poursuivre la transformation martensitique avant le revenu basse température qui ne serait pas suffisant pour déstabiliser l’austénite résiduelle.