

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

- U4.2 -

Sous-épreuve commune aux deux options

SESSION 2021

—
Durée : 2 heures
Coefficient : 2
—

CORRIGÉ

Le corrigé comporte 7 pages, numérotées de 1/7 à 7/7.

Partie I : Réception des barres brutes

Les barres rondes tréfilées sont commandées chez un aciériste et arrivent sous la désignation 35CD6.

1.1. D'après la désignation du fournisseur, recoder cet acier selon la norme actuelle.
35 Cr Mo 6

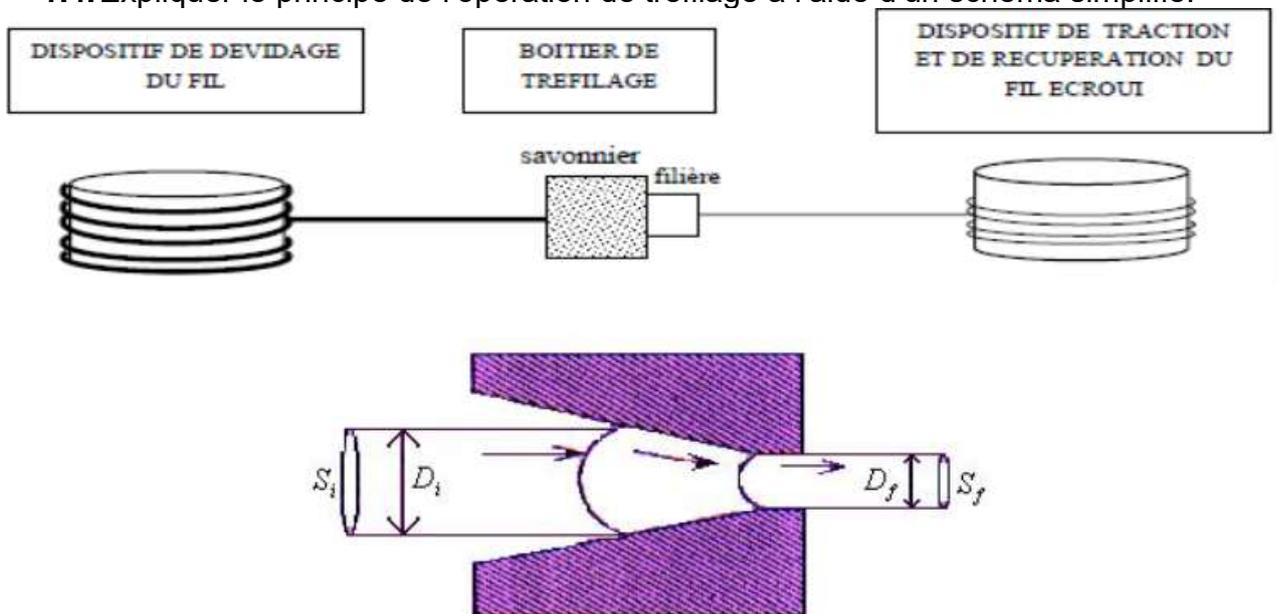
1.2. Préciser sa famille et indiquer sa composition chimique.

Acier faiblement allié avec 0.35% de carbone en masse, 1.5% de chrome et moins de 1% de molybdène

1.3. Donner le caractère alphagène ou gammagène de chaque élément d'addition dans cet acier, préciser leur influence sur le traitement thermique.

Le chrome et le molybdène sont alphagènes. Ils améliorent la trempabilité.

1.4. Expliquer le principe de l'opération de tréfilage à l'aide d'un schéma simplifié.



1.5. La dureté doit être comprise entre 280 et 320 HV30

1.5.1. Donner la signification de chacun des termes (lettres et nombres) de cette expression.

280 et 320 : Valeur de la dureté.

HV : Dureté Vickers

30 : Charge appliquée en kgf

1.5.2 Vous disposez d'une machine de dureté Rockwell, convertissez à l'aide de l'annexe 1 la dureté de réception du cahier des charges en HRC.

La dureté du cahier des charges exprimées en HRC est comprise entre 27,1 et 32,2

1.5.3. Votre mesure de dureté donne la valeur de 31HRC. Conclure sur la conformité du lot.

La valeur mesurée est comprise entre 27.1 et 32.2 HRC, le lot est donc conforme.

Partie II : Fabrication

2.1. Étude du recuit : phase 30

Avant toute opération de fabrication, l'entreprise réalise un recuit pour éliminer les effets du tréfilage et faciliter le roulage à froid de la partie filetée (déformation du métal).

2.1.1. Donner les effets du tréfilage sur la structure du matériau ?

La réduction à froid de la section du fil entraîne une structure écrouie.

2.1.2 Donner le type de structure est préconisé pour favoriser le roulage à froid ?

La structure la plus adaptée pour tout travail à froid est une structure avec une perlite globularisée.

2.1.3 Donner le nom du traitement approprié et tracer son cycle thermique (Préciser: température, temps, refroidissement).

C'est le recuit de globularisation. Il se décompose :

- Un chauffage juste au-dessous de A_{c1} .
- Un maintien prolongé à cette température ou oscillant autour de cette température.
- Un refroidissement lent.

2.2. Formage à chaud de la tête :

Le formage à chaud se fait en trois étapes. Une ébauche, une étape de demi-finition et une étape de finition tel illustré ci-contre. On vous demande de vérifier le fibrage des vis.

2.2.1. Citer l'avantage de la déformation à chaud par rapport à l'usinage dans des barres hexagonales.

La déformation à chaud permet d'obtenir une structure fibrée. Elle est orientée de façon à s'adapter à la géométrie de la pièce. Cette orientation donne des caractéristiques mécaniques améliorées dans le sens du fibrage et notamment une meilleure tenue à la fatigue (c'est-à-dire aux efforts alternés et répétés).

2.2.2 Citer une méthode de contrôle pour mettre en évidence cette structure fibrée. Vous préciserez les étapes depuis la vis récupérée jusqu'à l'observation macrographique.

On commence par découper la vis dans le sens longitudinal donc dans le sens du fibrage. Puis on réalise un polissage jusqu'au grain 1200 et suivi d'une attaque avec un réactif adapté à la méthode :

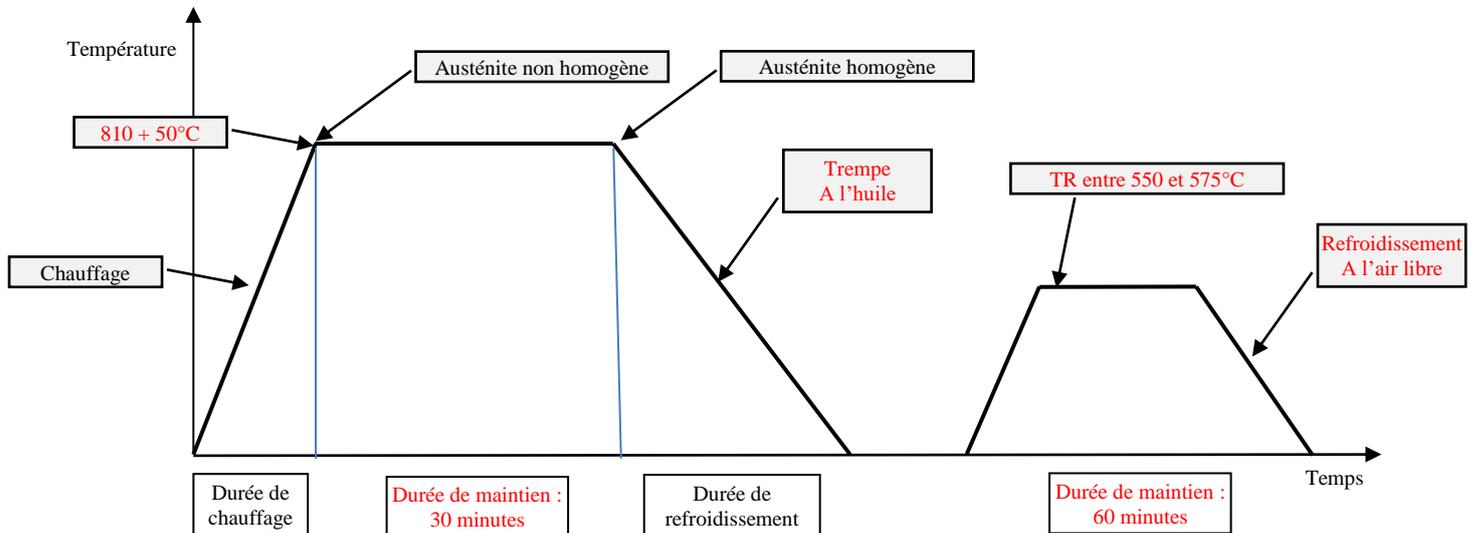
2.2.3 Dessiner sur le schéma joint en annexe 2 les fibres que vous pensez obtenir lors de votre contrôle.

Voir annexe 2

2.3 Traitement thermique :

En phase 60 et 70 l'entreprise réalise une trempe et un revenu.

2.3.1 Dessiner le cycle thermique correspondant à ces traitements en vous aidant de l'annexe 4. Vous déterminerez les températures de trempe et de revenu, les temps, et mode de refroidissement.



Austénitisation à 860°C (Ac3 : 810°C +50°C)

Trempe refroidissement huile puis revenu entre 550°C et 575°C, refroidissement air.

Etant donné la dimension des pièces : un maintien de 30 minutes pour l'austénitisation et 1 heure pour le revenu

2.3.2 Indiquer la structure qui sera obtenue après ces traitements.

La structure obtenue après le cycle thermique complet est une structure martensite revenue.

2.3.3 Nommer le paramètre qui sera modifié pour augmenter le temps de maintien en température dans un « four à passage » (four de traitement en continu avec un tapis roulant).

Le paramètre sur lequel on peut agir est la diminution de la vitesse d'avance du tapis.

2.4 Vérification du respect du cahier des charges :

On vous demande de réaliser un essai de traction, pour contrôler la conformité de ces traitements.

Vous obtenez la courbe jointe en annexe 3 à rendre avec votre copie.

2.4.1 Réaliser les tracés puis les calculs permettant de déterminer R_m , $R_{p0.2}$, A%

Justifiez le tracé pour la détermination du $R_{p0.2}$.

Sur la courbe on relève $F_m=46000$ N

Position du Δl pour 0.2% : $\Delta l = \frac{0.2 \times 25}{100} = 0.05$

$F_{p0.2} = 42500$ N et le Δl lu sur la courbe est de 3.4mm

$R_m = F_m / S_0$

$R_m = 46000 / (\pi \times 3.5^2) = 1195$ MPa

$R_{p0.2} = 42500 / (\pi \times 3.5^2) = 1104$ MPa

A% = $3.4 \times 100 / 25 = 13.6\%$

2.4.2. Conformité du cahier des charges :
Toutes les valeurs sont conformes sauf l'allongement qui est inférieur au 14% exigée.

Partie III : Finition

Pour éviter le phénomène d'oxydation, l'entreprise réalise sur ses vis un traitement en vrac de zingage électrolytique de 20 μm suivi d'une finition par chromatation au chrome III.

3.1.1 Indiquer la désignation normalisée de ce traitement.

Cr(XII)+Zn 20 (I) / 35CrMo6

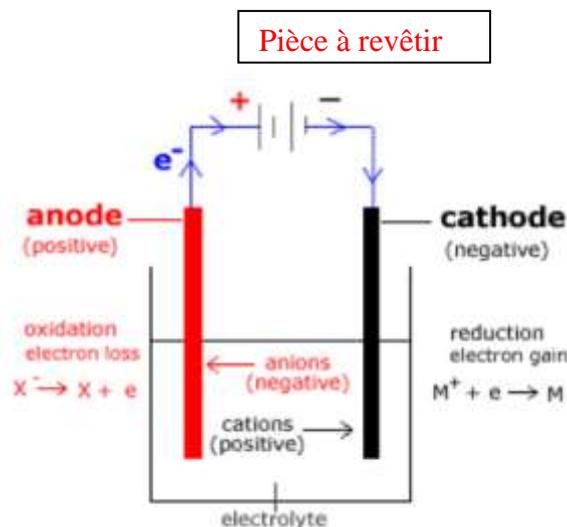
3.1.2 Sachant que le bain de zinc fonctionne selon la fiche fournisseur avec les paramètres suivants :

- Densité de courant cathodique = $4 \text{ A}\cdot\text{dm}^{-2}$
- Rendement cathodique = 95 %
- Masse molaire du zinc = $65.4 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Masse volumique du zinc $7.12 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$
- Valence 2
- 1 Faraday = $96500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$

Calculer le temps d'électrolyse en minutes nécessaire pour obtenir les 20 microns demandés.

$t = (96500 \times 2 \times 20 \times 10^{-5} \times 7120) / (65.4 \times 4 \times 0.95) = 1080$ secondes soit 18 minutes

3.1.3 Dessiner le schéma de principe du zingage électrolytique. Préciser le positionnement des anodes, cathodes et autres éléments indispensables au fonctionnement du traitement.



3.1.4 Cette entreprise réalise dans sa gamme de traitements de surface un chauffage de 4h à 200 °C. Nommer ce traitement, et indiquer son but.

Ce traitement s'appelle un dégazage il sert à éliminer l'hydrogène qui a pu s'introduire dans la pièce pendant les opérations de traitements de surface et risque de fragiliser la pièce.

3.1.5 Établir la gamme complète de ce traitement.

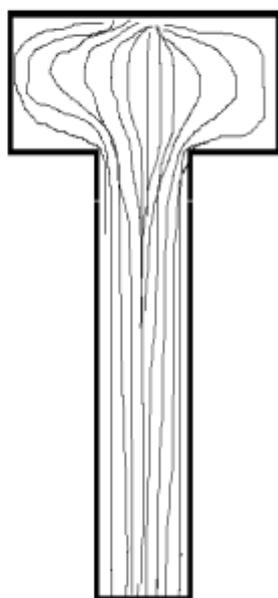
- Pré-dégraissage chimique.
- Dégraissage chimique.
- Rinçage.
- Dégraissage électrolytique anodique.
- Rinçage.

- Décapage acide. (Acide chlorhydrique à 20 %).
- Rinçage.
- Zingage.
- Rinçage.
- Séchage.
- Traitement thermique de dégazage

3.1.6 Cette entreprise envisage un contrôle de la tenue à la corrosion. Nommer l'appareil qu'elle doit acquérir pour effectuer ce contrôle.

Il s'agit d'un brouillard salin ou enceinte de corrosion accélérée.

ANNEXE 2 Dessin vis pour fibrage



Barème

| | | | | | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|
| Partie | 1 | | | | | | |
| Question | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5.1 | 1.5.2 | 1.5.3 |
| points | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |

| | | | | | | | | | | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Partie | 2 | | | | | | | | | | |
| Question | 2.1.1 | 2.1.2 | 2.1.3 | 2.2.1 | 2.2.2 | 2.2.3 | 2.3.1 | 2.3.2 | 2.3.3 | 2.4.1 | 2.4.2 |
| points | 0,5 | 0,5 | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 | 1,5 | 0,5 | 0,5 | 2,5 | 0,5 |

| | | | | | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Partie | 3 | | | | | |
| Question | 3.1.1 | 3.1.2 | 3.1.3 | 3.1.4 | 3.1.5 | 3.1.6 |
| points | 1 | 2 | 1,5 | 1 | 1 | 0,5 |

ANNEXE 3 Courbe de traction

Les éprouvettes de traction ont un diamètre de 7 mm et une longueur de L_0 25mm

