

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
TRAITEMENTS DES MATERIAUX

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

Sous-épreuve spécifique à chaque option

Option A – Traitements Thermiques

— U4.4A —

SESSION 2016

—
Durée : 2 heures
Coefficient : 2
—

CORRIGE

BTS TRAITEMENTS DES MATERIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2016
Code : TMSTI A	Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A Option A : Traitements Thermiques	Page 1/7

L'étude porte sur le suivi de modifications techniques apportées à un drone militaire de reconnaissance et d'attaque *MQ1 predator*.

Partie I : étude d'un flasque en 2024 PL

I.1 Justifier la phase 20 avant le recuit de recristallisation

À l'état H12 l'usinage est plus facile, car on évitera le collage des copeaux.

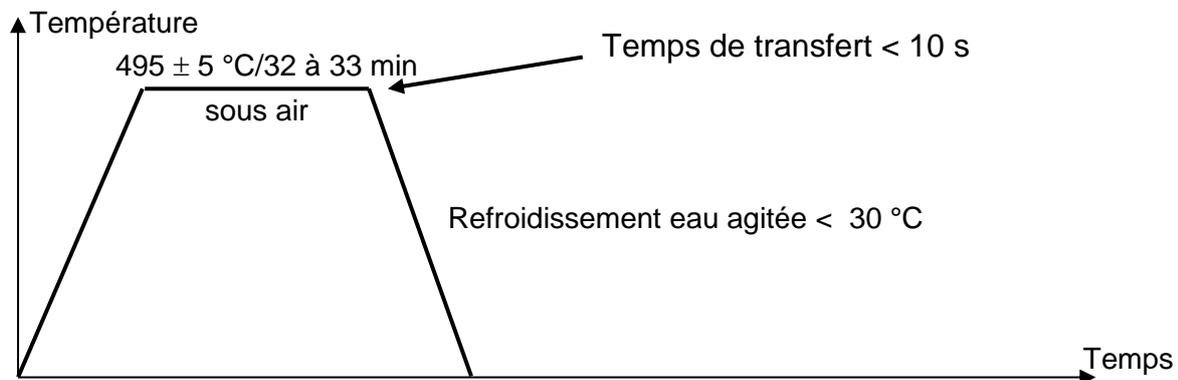
I.2 Expliquer le rôle du recuit de recristallisation. Justifier son utilité avant la phase 40.

Le recuit de recristallisation a pour but de redonner à l'alliage une structure équiaxe par germination et croissance de nouveaux grains pendant le traitement thermique. L'alliage étant écroui, il est peu déformable à froid, ce qui impose ce recuit avant la phase 40.

I.3 Soit la phase 60 : justifier son utilité.

Les flasques sont élaborés à partir de tôles minces et la trempe violente à l'eau provoque des déformations. Une reprise main permet de redresser la pièce et de lui redonner la forme désirée. La maquette sert alors de gabarit de forme.

I.4 Etablir la gamme de traitement de la phase 30 en précisant tous les paramètres utiles.



I.5 La difficulté concernant cette gamme réside dans la gestion de production. De combien de temps dispose-t-on pour la phase 40 ? Pourquoi ce temps est-il limité ?

On dispose de 1 heure (voir annexe) avant que la maturation de cet alliage débute. Quand la maturation débutera, l'alliage va durcir et on ne pourra plus le déformer à froid. En aéronautique, il est rigoureusement interdit de dépasser ce temps.

BTS TRAITEMENTS DES MATERIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2016
Code : TMSTI A	Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A Option A : Traitements Thermiques	Page 2/7

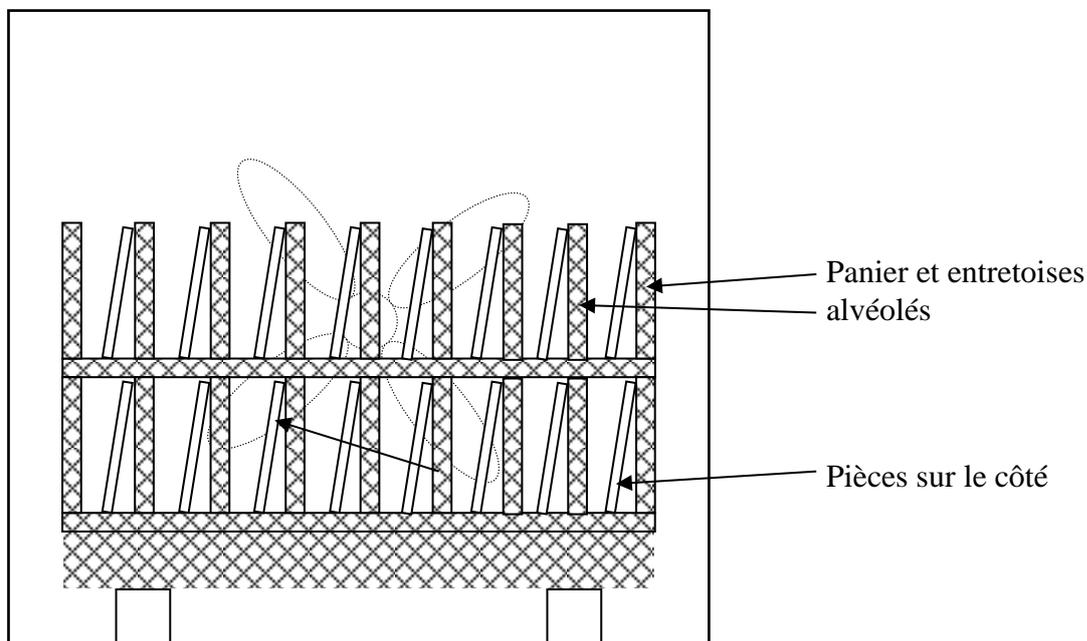
I.6.1 Pour le traitement de mise en solution, on utilise un four à convection forcée. Quelle est sa particularité ?

Ce four dispose d'une turbine qui va brasser l'atmosphère ambiante pendant le traitement. Cela est nécessaire afin d'homogénéiser la température dans le four, les tolérances de température étant faibles pour les mises en solution de ce type d'alliage.

I.6.2 Quelle est sa classe ?

On doit utiliser un four de classe 5 à cause de l'intervalle de température (très faible) pour sa mise en solution.

I.7 En reproduisant le schéma du four, schématiser une charge contenant davantage de pièces dans un panier. Vous disposez des solutions techniques permettant de placer les pièces à votre convenance.



Partie II : étude du roulement de rotation du module caméra

Pour la fabrication de ce roulement, il sera utilisé un X100CrMo17.

II.1 A quelle classe d'acier à outils appartient cette nuance ? Justifier votre réponse en donnant la composition chimique de cet alliage, compte tenu de sa désignation.

L'acier X100CrMo17 est un acier fortement allié contenant 1,00% de carbone, 17% de chrome et moins de 5% de molybdène. C'est un acier à outils de la classe 2.

II.2 Indiquer le caractère (alphanagène, gammagène, carburigène) et l'influence des différents éléments d'addition présents dans cet acier.

Chrome : — élément alphanagène et carburigène
— augmentent la résistance à l'usure,
— action favorable sur la trempabilité,
— augmente la dureté, la résistance à la traction sans augmenter la fragilité.

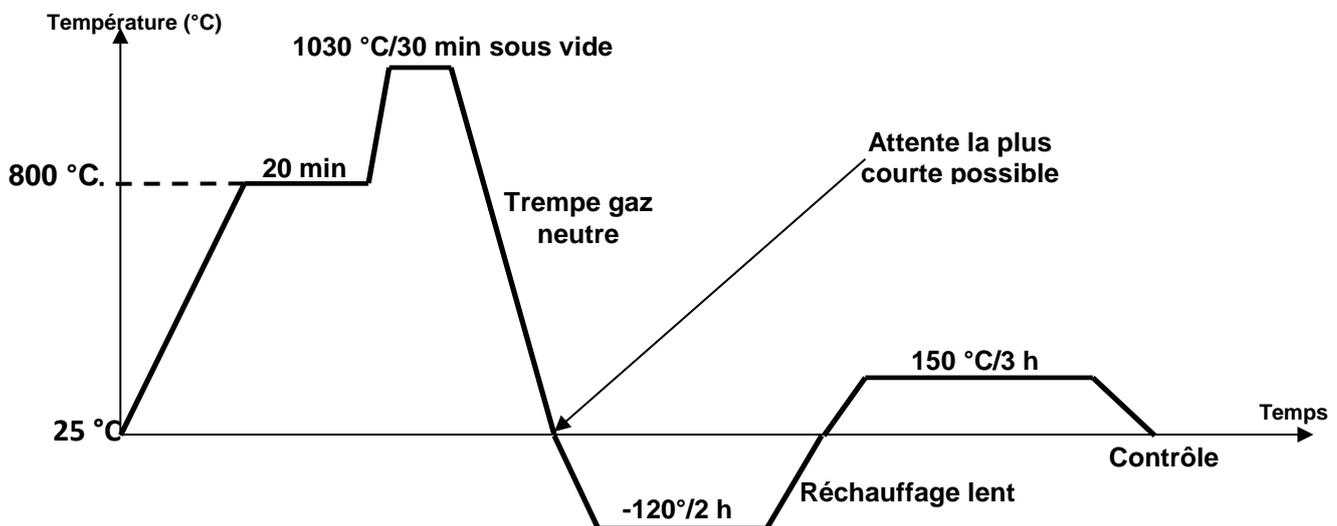
Molybdène : — élément alphanagène et carburigène,
— accroît de façon notable la trempabilité,
— supprime la sensibilité au revenu des aciers Cr (maladie de Krupp),
— s'oppose au grossissement du grain.

II.3 Quelle en est la cause ? Justifier votre réponse à l'aide de l'annexe 3.

On voit en annexe 3 que l'acier étudié contient plus de 15% d'austénite résiduelle après la trempe. L'austénite est plus molle que la martensite ce qui explique que la dureté globale de l'acier soit inférieure à celle demandée.

II.4 La gamme n'est pas optimisée. Proposer une gamme permettant de répondre au cahier des charges. Justifier vos choix.

Le revenu à basse température permet de stabiliser l'austénite résiduelle sans pouvoir la transformer, car la température est trop faible. Il est donc impératif de pratiquer un traitement par le froid entre la trempe et le revenu pour transformer l'austénite résiduelle et ainsi augmenter la dureté après trempe. Soit le cycle optimisé :



Partie III : étude d'un support de ressort en fonte grise non alliée

III.1 Donner deux phénomènes métallurgiques pouvant expliquer ces ruptures.

La pièce peut rompre pour au moins deux raisons métallurgiques :

- Un grossissement du grain dans la ZAT faisant baisser la résilience
- Une transformation martensitique liée au refroidissement rapide de la zone soudée, rendant la fonte plus fragile (baisse de K, fissuration)

III.2 Comment mettre en évidence ces deux problèmes ?

Ces phénomènes peuvent être mis en évidence par métallographie (mesure de G, présence de martensite) et par filiation de dureté (dureté augmentée).

III.3 La fonte utilisée contient du graphite sphéroïdal. Si on utilisait une fonte à graphite lamellaire, sa caractéristique d'allongement serait bien plus faible. Expliquer ce phénomène.

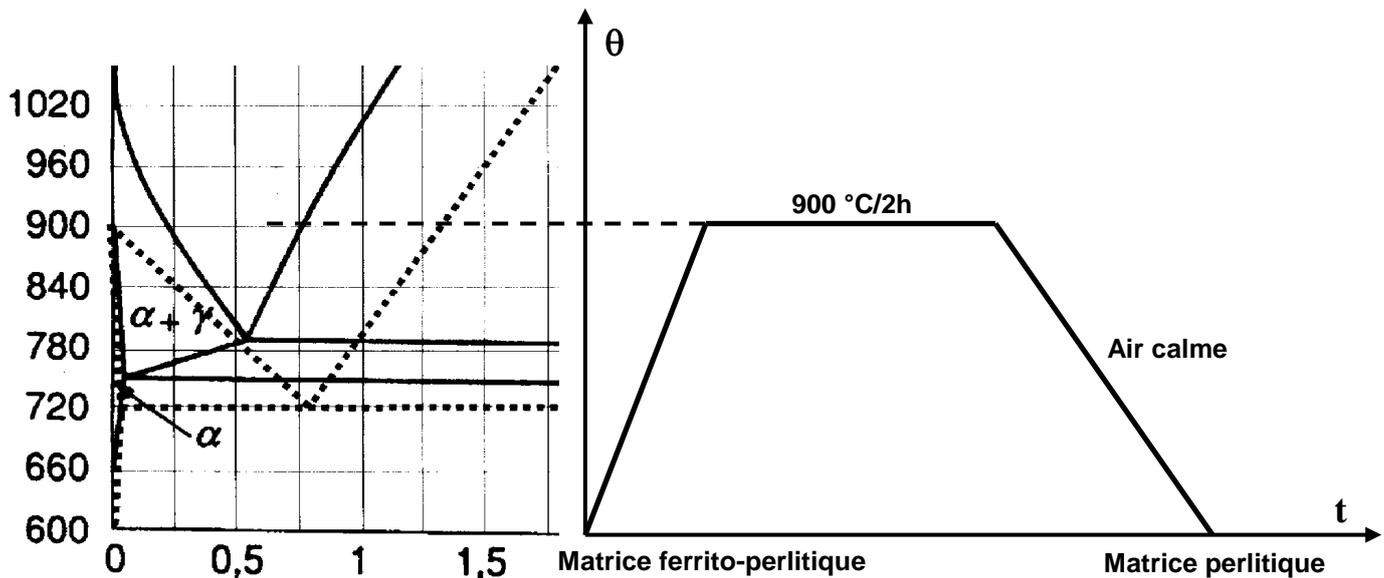
Cela est dû à l'effet d'entaille. Le graphite lamellaire agit comme une fissure dont la propagation est facile sous l'effet d'un effort de traction. La rupture serait brutale avec peu d'allongement. Pour le graphite sphéroïdal, il n'y a pas propagation de la fissure, car pas d'effet d'entaille, l'angle de « fond de fissure » étant de 180°.

III.4 Pourquoi une matrice perlitique est-elle nécessaire avant une trempe superficielle ?

Le chauffage va être rapide pour ne chauffer que la couche superficielle de la fonte. La cémentite de la perlite va se dissoudre in situ quasi instantanément pour avoir une austénite avec une proportion proche de l'eutectoïde.

BTS TRAITEMENTS DES MATERIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2016
Code : TMSTI A	Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A Option A : Traitements Thermiques	Page 5/7

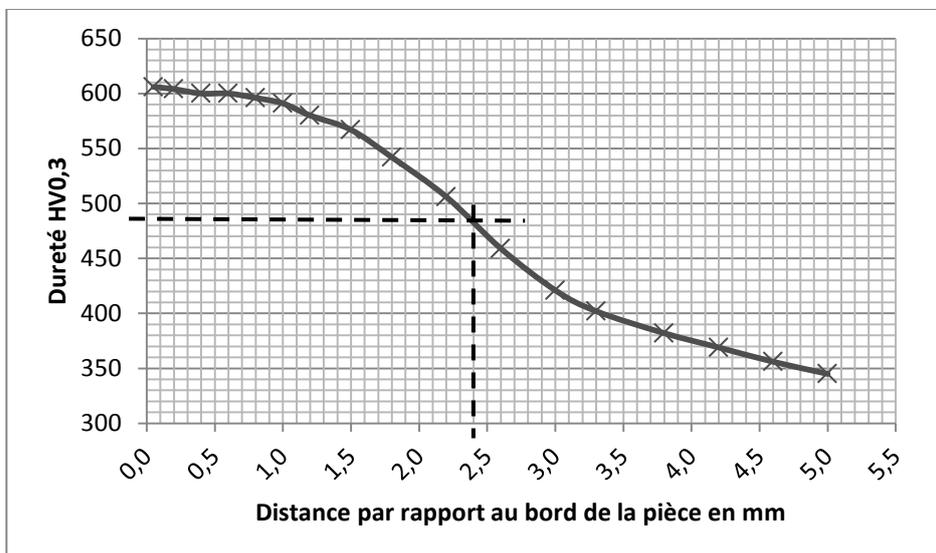
III.5 A l'aide de l'annexe 4 (à rendre avec la copie), montrant la superposition schématique du diagramme pseudobinaire de la fonte grise étudiée et du diagramme fer-cémentite, établir une gamme de traitement permettant l'obtention d'une matrice quasi perlitique. Justifier les paramètres (température, temps, atmosphère et mode de refroidissement). On supposera que la matrice originale de la fonte comporte de la cémentite libre.



- La température de 900 °C permet l'enrichissement de l'austénite en carbone à hauteur, d'après le diagramme, de 0,75% de carbone.
- Le temps de maintien permet la diffusion du carbone dans la matrice, et de déstabiliser la cémentite libre restante en austénite et carbone graphite. Il est de 1 à 2h/25 mm d'épaisseur d'où le choix de 2 heures.
- Le refroidissement à l'air calme permet le passage du diagramme stable au diagramme métastable (la pièce est de faible massivité). L'austénite se transformera donc en perlite au cours du refroidissement. On peut ainsi espérer une matrice à plus de 80% de perlite.

III.6 Après essai de traitement, coupe longitudinale du taraudage et filiation de dureté, on détermine la courbe donnée en annexe 4. Déterminer la profondeur de traitement et conclure compte tenu du cahier des charges.

On détermine la profondeur de traitement à $0,8 \times H_{max}$ de la courbe.
 $605 \times 0,8 = 484HV0,3$, soit une profondeur de 2,4 mm. La profondeur est trop faible.



III.7 Si le résultat n'est pas convenable, sur quel(s) paramètre(s) peut-on agir pour modifier la profondeur de traitement ?

On peut agir sur le temps de chauffage ou sur la fréquence qu'il faudra diminuer pour une plus grande pénétration.

Barème

Partie I								
Question	I.1	I.2	I.3	I.4	I.5	I.6.1	I.6.2	I.7
Point(s)	0,5	1	1	1,5	1	0,5	1	0,5
Partie II								
Question	II.1	II.2	II.3	II.4				
Point(s)	1	2	1	1				
Partie III								
Question	III.1	III.2	III.3	III.4	III.5	III.6	III.7	
Point(s)	1	1	1	1	2	1	1	