

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**  
**TRAITEMENTS DES MATERIAUX**

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES  
SOUS-EPREUVE SPECIFIQUE A CHAQUE OPTION

OPTION A : TRAITEMENTS THERMIQUES

- U4.4A -

DUREE : 2 HEURES

COEFFICIENT : 2

Les calculatrices de poche sont autorisées conformément à la circulaire n°99-186  
du 16 novembre 1999

Document à rendre avec la copie : Annexe 4, page 8/9

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.  
Le sujet comporte 9 pages, numérotées de 1/9 à 9/9 dont 5 annexes

<b>BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX</b>			
<b>Durée : 2 Heures</b>	<b>Coefficient : 2</b>	<b>Sciences et Techniques Industrielles</b>	<b>Session 2005</b>
<b>Code : TMSTI A</b>	<b>Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4 A</b> <b>Option A : Traitements Thermiques</b>		<b>Page 1/9</b>

**Sous-épreuve spécifique à chaque option : Sciences et Techniques Industrielles**  
**Option A : Traitements Thermiques**

Une entreprise de sous-traitance est spécialisée dans la réalisation d'ensembles mécaniques de précision, elle intervient notamment dans le secteur aéronautique.

La pièce étudiée est un manchon (voir dessin de définition, annexe 2 page 6/9) qui fait partie d'un dispositif de transmission susceptible d'équiper certains modèles d'avions.

S'agissant d'une pièce de sécurité, le cahier des charges doit être strictement respecté.

**Processus de fabrication**

La production s'effectue sous forme de petites séries renouvelables. Actuellement, la taille des lots est de 30 pièces, mais cela peut évoluer suivant la demande.

Les pièces brutes (voir dessin du brut, annexe 1 page 5/9) sont en acier 35 NiCrMo 16 et sont obtenues par estampage à chaud.

**Cahier des charges**

Matière: 35 NiCrMo 16

La pièce étudiée est une pièce de sécurité dont les caractéristiques mécaniques requises sont :

- une limite élastique :  $R_{p0,2} > 1000 \text{ MPa}$
- une résistance maximale :  $1150 \text{ MPa} < R_m < 1270 \text{ MPa}$
- $A \% > 10$
- $Z \% > 40$
- $KCU > 60 \text{ J/cm}^2$

**Gamme de fabrication du manchon**

Phase 10 :	Obtention du brut: estampage
Phase 20 :	Recuit d'adoucissement
Phase 30 :	Usinage d'ébauche (le trou diamètre 63,7 est ébauché)
Phase 40 :	Trempe + revenu
Phase 50 :	Contrôles des traitements thermiques
Phase 60 :	Usinage demi finition à l'outil
Phase 70 :	Rectification
Phase 80 :	Perçage
Phase 90 :	Grenaillage de précontrainte
Phase 100 :	Contrôle final

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2005
Code : TMSTI A		Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4 A Option A : Traitements Thermiques	Page 2/9

**Sous-épreuve spécifique à chaque option : Sciences et Techniques Industrielles**  
**Option A : Traitements Thermiques**

Les matrices utilisées pour l'estampage ont pour dimensions 300 mm x 300 mm x 250 mm et ont une masse de 200 kg, elles sont réalisées en acier X38CrMoV 5, traitées pour une dureté comprise entre 41 et 44 HRC et une résistance maximale à la traction comprise entre 1300 et 1420 MPa.

**Gamme de traitement des matrices :**

- Phase : 10    1<sup>er</sup> préchauffage à 500 °C.
- Phase : 20    2<sup>ème</sup> préchauffage à 800 °C
- Phase : 30    chauffage à 1050 °C suivi d'un refroidissement à l'air.
- Phase : 40    1<sup>er</sup> revenu à 600 °C durée 1 h, refroidissement à l'air.
- Phase : 50    2<sup>ème</sup> revenu à 550 °C durée 1 h, refroidissement à l'air donnant 43 HRC.

**1. ETUDE DES MATRICES**

- 1.1 A quelle famille appartient cet acier ?
- 1.2 Indiquez d'après sa désignation normalisée la composition chimique de cet acier et précisez le caractère et l'influence de chacun des éléments d'addition.
- 1.3 D'après l'annexe 3 page 7/9, on constate, pour une même température de revenu, que la dureté augmente lorsque la température de mise en solution augmente. Expliquez ce phénomène.
- 1.4 Commentez chaque phase de la gamme de traitement de cet acier, en justifiant chacun des paramètres donnés.

**2. ETUDE DU MANCHON**

- 2.1 Compte tenu du cahier des charges et en particulier des formes et des dimensions de la pièce finie, indiquez l'intérêt de disposer d'un brut estampé.
- 2.2 Vous tracerez sur la courbe TRC (annexe 4 page 8/9 à rendre avec votre copie), la loi représentant la vitesse critique de trempe martensitique.
- 2.3 Vous calculerez la  $V_{moyenne}$  de refroidissement entre 700°C et 300°C relative à cette vitesse critique en expliquant votre façon de procéder. Quelles conclusions peut-on en tirer ?
- 2.4 Expliquez les avantages du choix de cet acier pour cette pièce.

<b>BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX</b>			
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2005
Code : TMSTI A		Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4 A Option A : Traitements Thermiques	Page 3/9

**Sous-épreuve spécifique à chaque option : Sciences et Techniques Industrielles**  
**Option A : Traitements Thermiques**

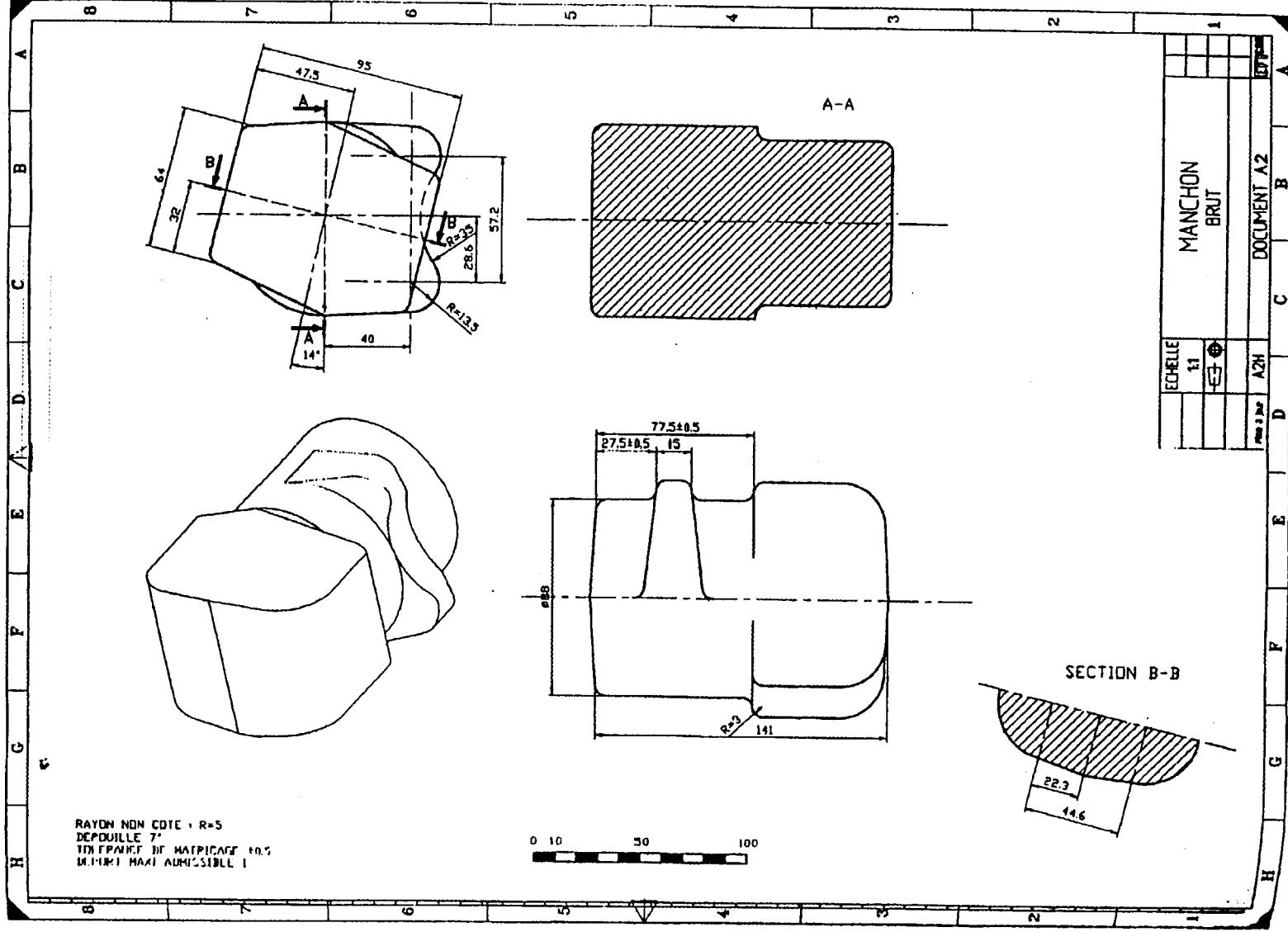
- 2.5 Dans la gamme de fabrication expliquez l'intérêt du traitement réalisé en phase 20 (page 2/9). Précisez les paramètres de ce traitement (température, temps, refroidissement).
- 2.6 Tracez le cycle thermique des traitements réalisés en phase 40 (page 2/9) et permettant de répondre au cahier des charges. Vous préciserez les températures de chauffage, les temps de maintien et les modes de refroidissement utilisés.
- 2.7 Dans la gamme de fabrication, expliquez l'intérêt du traitement réalisé en phase 90 (page 2/9), justifiez votre réponse.

**Barème de notation**

	Partie 1				Partie 2						
Questions	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7
Points	0.5	2	2	3	1	0.5	2	1	3	4	1

<b>BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX</b>			
<b>Durée : 2 Heures</b>	<b>Coefficient : 2</b>	<b>Sciences et Techniques Industrielles</b>	<b>Session 2005</b>
<b>Code : TMSTI A</b>		<b>Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4 A</b> <b>Option A : Traitements Thermiques</b>	<b>Page 4/9</b>

**ANNEXE 1**



<b>BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX</b>	
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2
Sciences et Techniques Industrielles	
Session 2005	
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4 A	
Code : TMSTI A	Option A : Traitements Thermiques
Page 5/9	

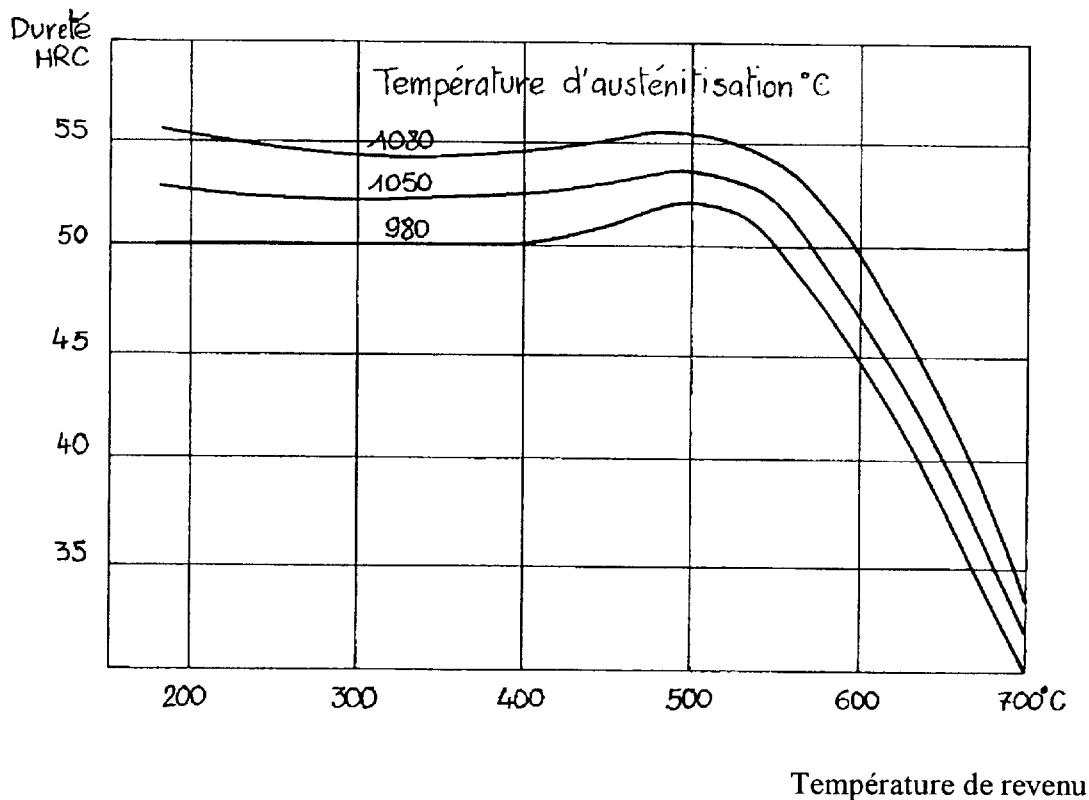


### ANNEXE 3

## Acier du type X 38CrMoV5

Évolution des duretés, après le premier revenu,  
et après mise en solution à trois températures différentes.

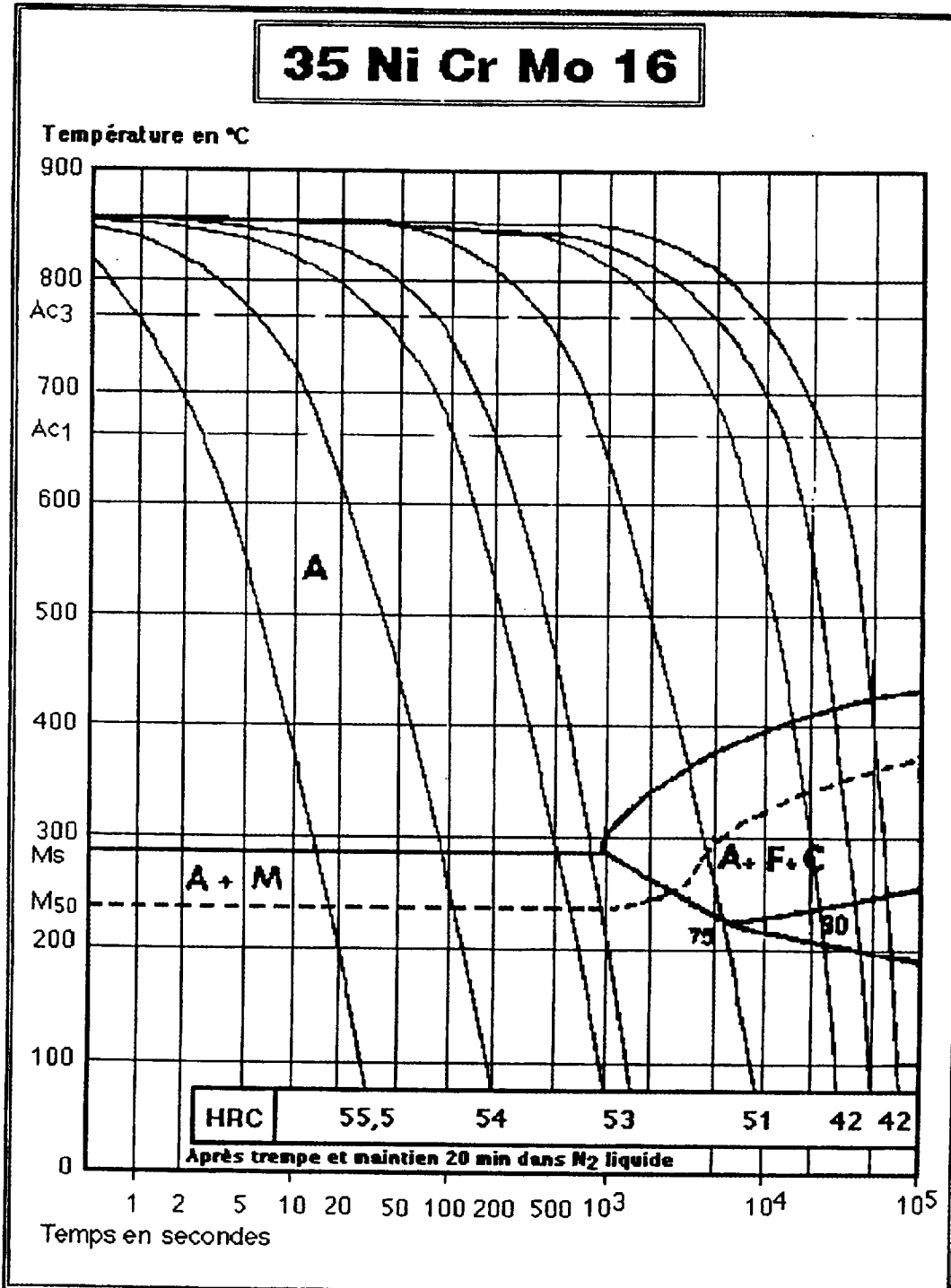
Durée de maintien 1 heure



BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2005
Code : TMSTI A	Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4 A Option A : Traitements Thermiques		Page 7/9

ANNEXE 4

DOCUMENT A RENDRE AVEC VOTRE COPIE

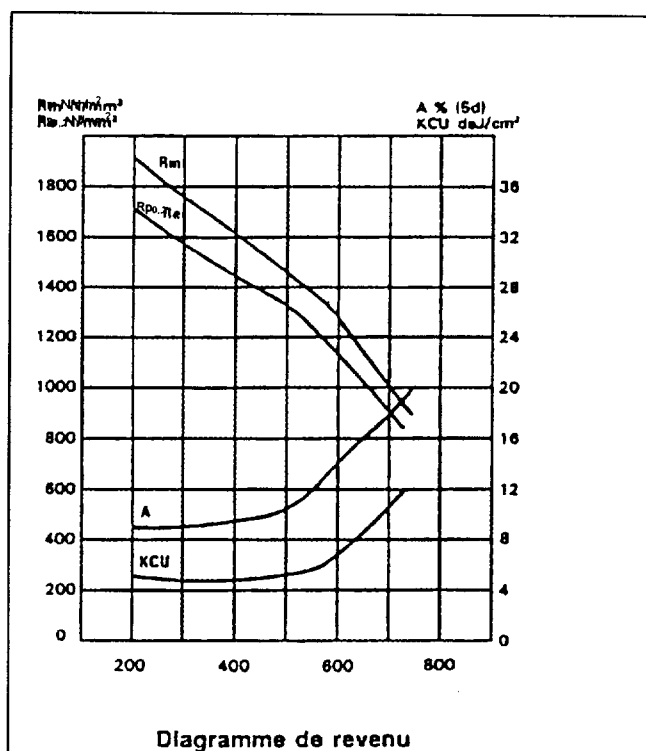


BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2005
Code : TMSTI A		Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4 A Option A : Traitements Thermiques	Page 8/9



**Sous-épreuve spécifique à chaque option : Sciences et Techniques Industrielles**  
**Option A : Traitements Thermiques**

**ANNEXE 5**



<b>BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX</b>			
<b>Durée : 2 Heures</b>	<b>Coefficient : 2</b>	<b>Sciences et Techniques Industrielles</b>	<b>Session 2005</b>
<b>Code : TMSTI A</b>	<b>Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4 A</b> <b>Option A : Traitements Thermiques</b>		<b>Page 9/9</b>