

SESSION 2008

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

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES  
Sous-épreuve commune aux deux options

- U4.2 -

**DUREE : 2 heures**

**COEFFICIENT : 2**

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

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.  
Le sujet comporte **11** pages, numérotées de **1** à **11** dont **5** annexes.

**Les feuilles en annexe 2, 4 et 5 seront à rendre avec la copie**

<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 2008</b>
<b>Code : TMSTI AB</b>		<b>Sous-épreuve commune aux deux options – U4.2</b>	<b>Page 1/11</b>

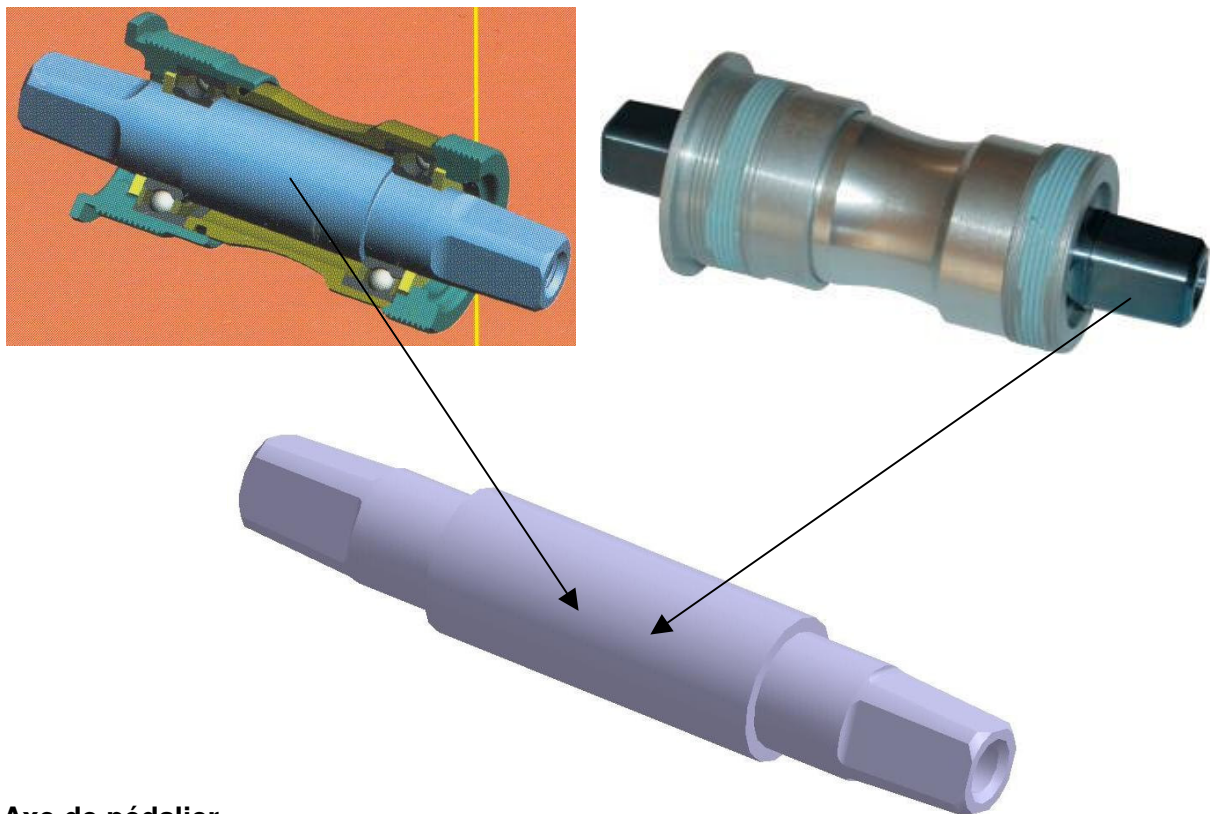
**Présentation de l'entreprise et objet de l'étude**

Une société spécialisée dans la conception et la réalisation d'**ensemble de pédalier** de cycle, reçoit de la part d'une entreprise fabriquant des **VTT**, une commande d'un minimum de 7000 ensembles par an, renouvelables.



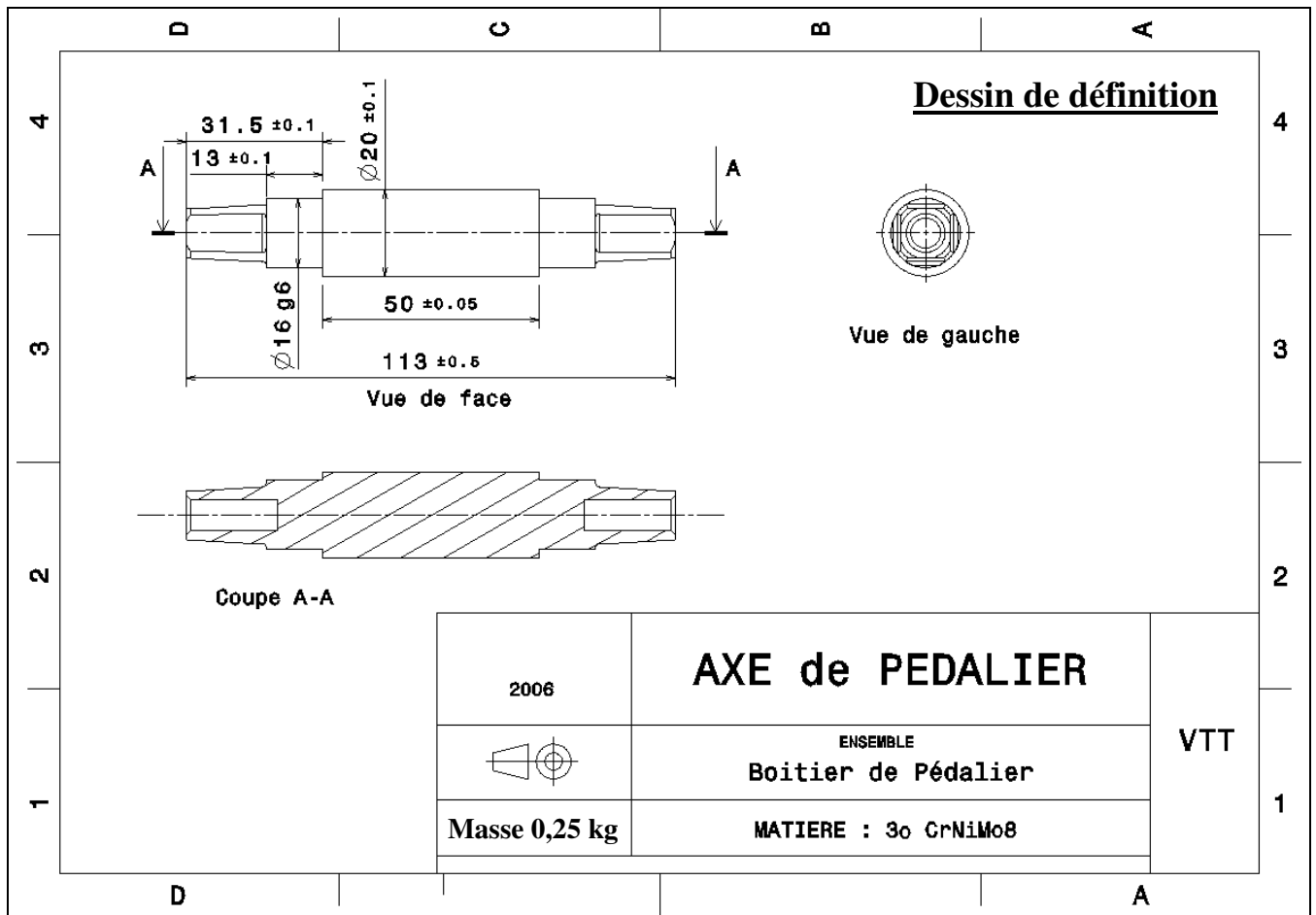
L'étude portera essentiellement sur les traitements thermiques de l'**axe du pédalier** et sur le traitement de surface du **plateau intermédiaire**.

**PARTIE I : Etude de l'axe de pédalier**



**Axe de pédalier**

<b>BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX</b>			
Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2008
Code : TMSTI AB	Sous-épreuve commune aux deux options – U4.2		Page 2/11



<u>Cahier des charges :</u>	<u>Gamme de fabrication simplifiée :</u>	
Le cahier des charges défini par l'entreprise est le suivant :	<b>Phases</b>	<b>Opérations</b>
<b><u>Matière :</u></b> Acier 30 CrNiMo 8	10	<b><u>Recuit d'adoucissement</u></b> afin d'obtenir une dureté maximale de <b>248 HBW 2,5 / 187,5</b>
<b><u>Brut :</u></b> Débité dans une barre de Ø 25mm.	20	<b><u>Mise à longueur par sciage</u></b>
<b><u>Caractéristiques mécaniques requises :</u></b>	30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usinage d'ébauche et demi- finition des surfaces fonctionnelles.</li> <li>• Usinage de finition des surfaces peu précises.</li> </ul>
- 1150 MPa > <i>Rm</i> > 1100 MPa	40	<b><u>Traitements thermiques et contrôles</u></b> (à définir en fonction du cahier des charges)
- <i>Rp0,2</i> > 850 MPa	50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rectification cylindrique pour obtention du Ø 16 mm</li> <li>• Rectification des plats de «l'emmanchement carré».</li> </ul>
- <i>A%</i> > 8		
<b><u>Série :</u></b> 7000 axes par an, renouvelable.		
<b><u>Coût :</u></b> Le plus faible possible.		

## **I.1 Analyse des spécifications :**

I.1.1 Décoder la désignation de la nuance d'acier proposée.

## **I.2 Etude du recuit d'adoucissement de la phase 10**

I.2.1 Quel est le but de ce traitement ?

I.2.2 Donner une plage de température utilisable pour ce traitement.

I.2.3 La dureté maximale requise à l'état adouci est de **248 HBW 2,5/187,5**. Donner la signification de chaque terme (lettre et nombre) de cette expression.

## **I.3 Etude des traitements thermiques de la phase 40**

L'objet de cette étude est de mettre en place la procédure afin d'établir le plus précisément possible le traitement de **trempe et revenu** permettant de répondre au cahier des charges.

### **Etude du traitement thermique de trempe :**

I.3.1 A l'aide des annexes, tracer le cycle thermique du traitement de trempe en précisant la température, le temps de maintien et le mode de refroidissement. Justifier le choix des valeurs retenues et du type de refroidissement.

I.3.2 Tracer, directement sur le diagramme **TRC** de **l'annexe 2** (à rendre avec la copie), la loi de refroidissement correspondant aux dimensions de l'axe (la loi est liée au paramètre  $\lambda$  ou à la vitesse de refroidissement  $V$  fonction du diamètre le plus gros et du fluide de trempe choisi).

I.3.3 Donner alors la dureté et la structure correspondante.

I.3.4 Surligner la courbe du diagramme TRC correspondant à la loi critique de trempe martensitique.

### **Etude de la trempabilité de l'acier :**

I.3.5 Soit la courbe Jominy de l'acier. Que dire de sa trempabilité ? Justifier votre réponse.

### **Etude du revenu :**

I.3.6 Afin de respecter le cahier des charges et à l'aide des annexes, tracer le cycle thermique du traitement de revenu en précisant la température, le temps de maintien et le mode de refroidissement. Justifier le choix des valeurs retenues et du type de refroidissement.

## **I.4 Contrôles ( Voir annexe 4)**

Le traitement s'effectuant en regroupant plusieurs pièces en même temps, chaque charge est accompagnée d'une éprouvette de traction.

<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 2008</b>
<b>Code : TMSTI AB</b>		<b>Sous-épreuve commune aux deux options – U4.2</b>	<b>Page 4/11</b>

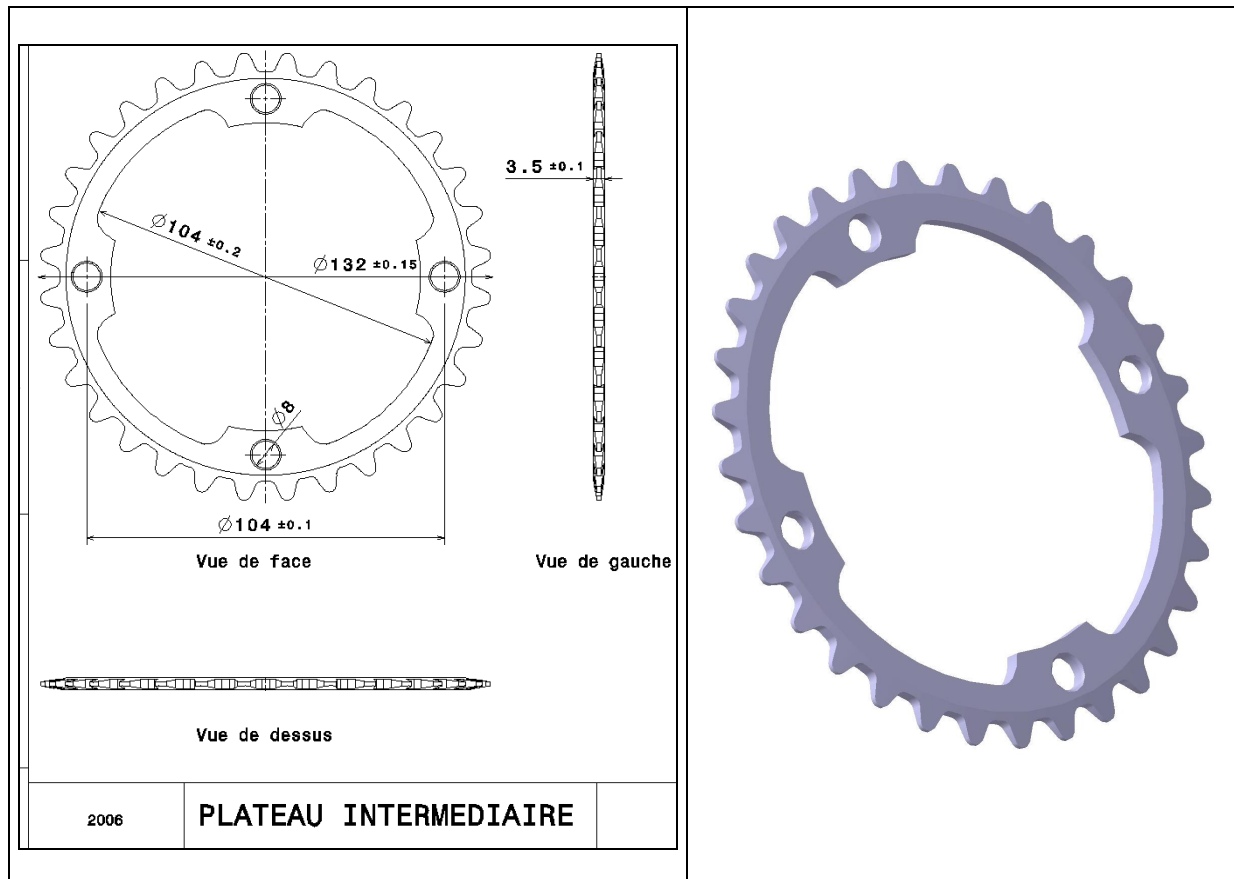
## Sous-épreuve commune aux deux options : Sciences et Techniques Industrielles

Après essai sur l'éprouvette de traction de la première charge, on obtient la courbe fournie en **annexe 4** (à rendre avec la copie).

I.4.1 Calculer la limite conventionnelle d'élasticité  $Rp_{0,2}$ , la résistance maximale à la traction  $Rm$  ainsi que  $A\%$ . Expliquer brièvement votre démarche de calcul en effectuant les tracés nécessaires sur la courbe donnée en **annexe 4**.

I.4.2 Le cahier des charges est-il respecté ? Justifier votre réponse.

### II PARTIE II : Etude du PLATEAU INTERMEDIAIRE



#### Cahier des charges :

**Matière :** Alliage d'aluminium 7020 T6 (AlZn5Mg)

**Usinage :** Entièrement usiné dans la masse par machines à commande numérique.

#### Caractéristiques Mécaniques requises :

- $Rm = 480 \text{ MPa}$
- $Rp_{0,2} = 360 \text{ MPa}$
- $A\%_{\text{mini}} = 10$

**Série :** 7000 plateaux par an, renouvelable.

**Coloration :** Rouge, bleu, noire...

**Coût :** Le plus faible possible.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2008
Code : TMSTI AB		Sous-épreuve commune aux deux options – U4.2	Page 5/11

## Sous-épreuve commune aux deux options : Sciences et Techniques Industrielles

Le fabricant de **VTT** réclamant, pour le **plateau intermédiaire**, plusieurs colorations comme le bleu, le rouge ou le noir, le choix se portera donc sur un traitement d'**oxydation anodique sulfurique** suivi d'une coloration.

La vitesse moyenne d'élaboration de cette couche est d'environ **0,5  $\mu\text{m}/\text{min}$** . La couche convertie devra avoir une épaisseur de **20  $\mu\text{m}$** .

### II.1 Etude de l'oxydation anodique sulfurique :

- II.1.1 Expliquer brièvement le principe de l'**oxydation anodique sulfurique**.
- II.1.2 En dehors de l'aspect décoratif, quel avantage procure ce traitement ?
- II.1.3 Faire un schéma **simplifié** de l'ensemble **d'oxydation anodique**, en faisant apparaître le générateur de courant, la ou les cathodes, l'électrolyte, la pièce, son support et les différents branchements.
- II.1.4 Le générateur peut délivrer **50 A** sous **30 V**. Calculer l'intensité nécessaire afin de réaliser le traitement sur une pièce, sachant que la densité de courant correspondant au bain utilisé est :  **$J = 1,5 \text{ A}/\text{dm}^2$** . En déduire le nombre maximal de pièces pouvant être traitées simultanément.

**Nota :** afin de faciliter les calculs, on assimilera le plateau à une couronne circulaire simple de  **$\varnothing$  extérieur = 132 mm** et de  **$\varnothing$  intérieur = 104 mm** (voir dessin de définition). L'épaisseur sera considérée comme négligeable.

### II.2 Gamme de traitement :

- II.2.1 Afin que l'atelier puisse réaliser correctement le traitement complet d'oxydation anodique sulfurique suivie de la coloration, compléter la fiche de gamme proposée en **annexe 5** (à rendre avec la copie).

#### Barème :

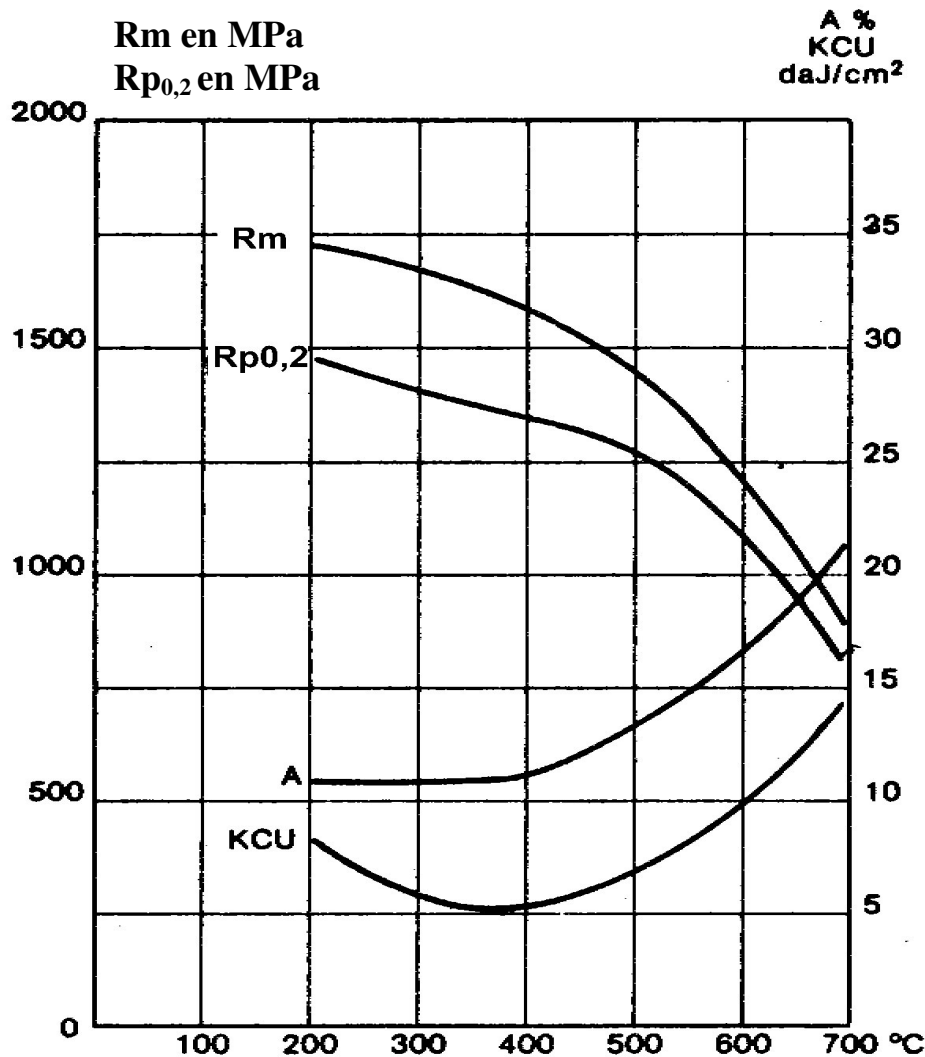
Partie I : Axe de pédalier												
Questions	I.1.1	I.2.1	I.2.2	I.2.3	I.3.1	I.3.2	I.3.3	I.3.4	I.3.5	I.3.6	I.4.1	I.4.2
Points	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	0,5	1	1,5	3,5	1

Partie II : Plateau Intermédiaire					
Questions	II.1.1	II.1.2	II.1.3	II.1.4	II.2.1
Points	1	0,5	1,5	1,5	2,5

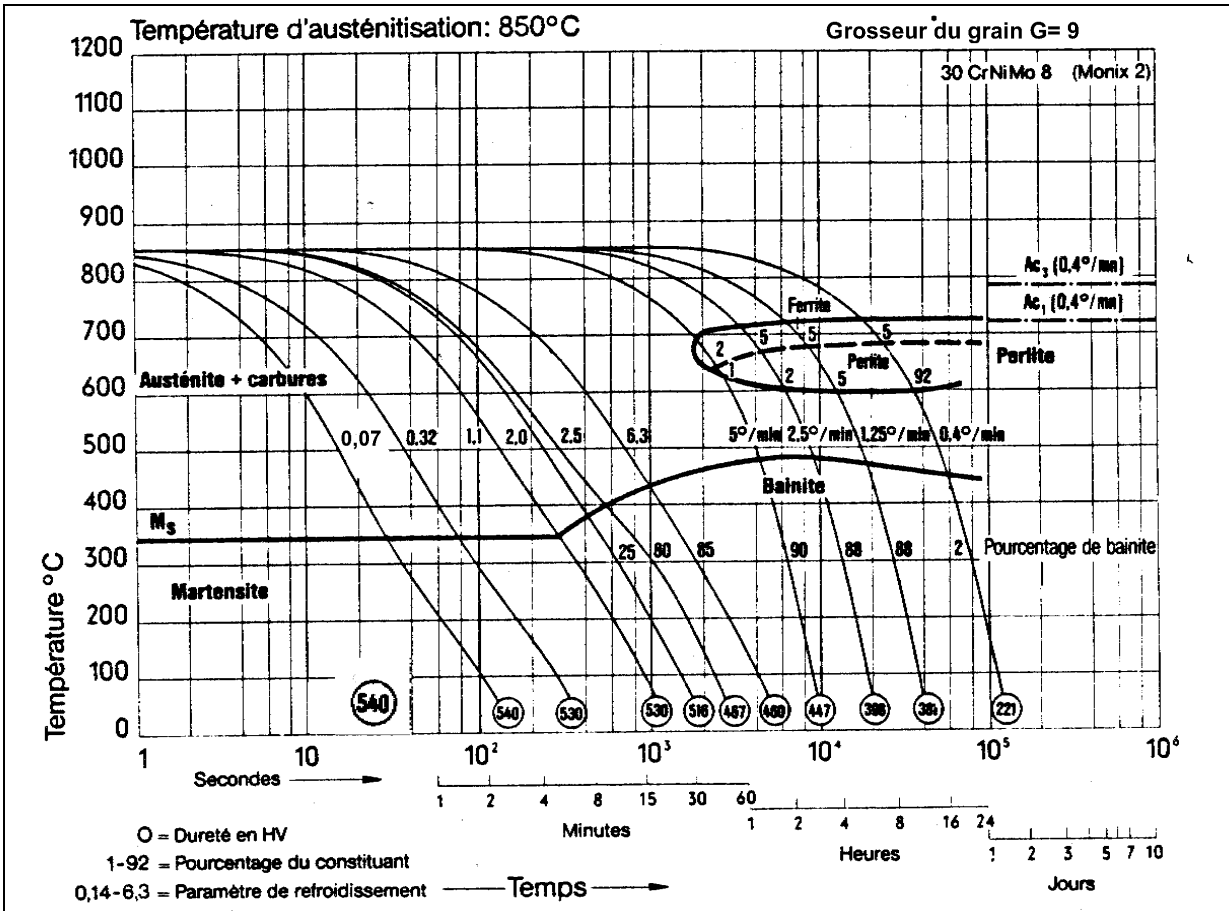
BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2008
Code : TMSTI AB		Sous-épreuve commune aux deux options – U4.2	Page 6/11

<b>Annexe 1</b>	<b>Fiche technique de l'acier</b>	<b>30 CrNiMo 8</b>
-----------------	-----------------------------------	--------------------

<b>Composition chimique</b> (valeurs normalisées en %)							
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni
0,26-0,33	0,10-0,40	0,30-0,60	≤ 0,030	≤ 0,025	1,80-2,20	0,30-0,50	1,80-2,20
Selon NFA 33.552							
<b>Etat de livraison</b> Demi-produit - barres - fils - étirés							
<b>Caractéristiques mécaniques</b> à l'état de livraison		G recuit doux		B traité pour usinabilité améliorée		C traité pour cisailage à froid	
		dureté Brinell HB max.		dureté Brinell HB max.		dureté Brinell HB max.	
		248		248		250	
<b>Formage à chaud et traitement thermique</b> (Valeurs de références)		forgeage	recuit	normalisation	trempe à l'huile	revenu	
		°C	°C	°C	°C	°C	
		1050-850	650-700	850-880	835-865	550-650	
<b>Caractéristiques mécaniques</b> réalisables sur barres à l'état traité		Dimension	Limite élastique (limite 0,2%) N/mm <sup>2</sup>	Résistance à la traction N/mm <sup>2</sup>	Allongement A %	Résilience KCU J/cm <sup>2</sup>	
		diamètre d mm	mini		mini	mini	
		d ≤ 16	850	1030-1230	12	70	
		16 < d ≤ 40	850	1030-1230	12	70	
		40 < d ≤ 100	800	980-1180	12	70	
		100 < d ≤ 160	800	980-1180	12	70	
		160 < d ≤ 250	750	930-1130	12	70	



**Diagramme de revenu**



**Paramètres de Refroidissement λ**

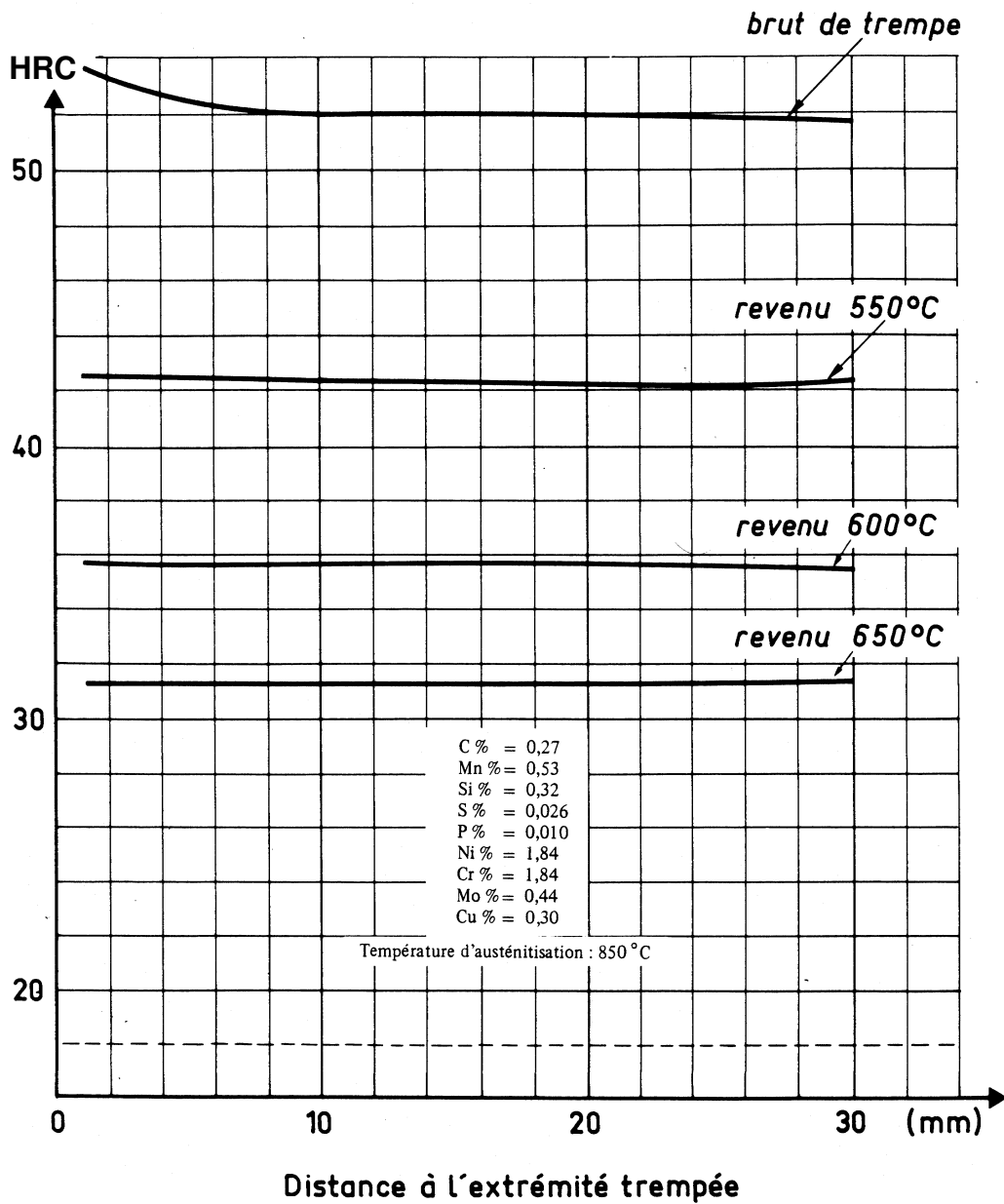
Paramètre de refroidissement λ Vitesse de refroidissement V	Diamètre en mm Refroidissement à l'eau (1)	Diamètre en mm Refroidissement à l'huile (1)	Diamètre en mm Refroidissement à l'air
0,02	20		
0,03	25		
0,07	35	20	
0,10	45	23	
0,15	53	30	
0,20	60	35	
0,30	70	45	
0,50	90	60	
0,70	105	70	
1,00	125	90	10
2,00	170	130	20
3,00	210	170	30
5,00	275	220	45
7,00	330	260	55
20° C/mn	390	300	70
10° C/mn	600	470	120
5° C/mn	850	700	210
2,5° C/mn	> 1000	> 1000	400
1,25° C/mn			650
0,4° C/mn			> 1000

(1) Pièces agitées modérément

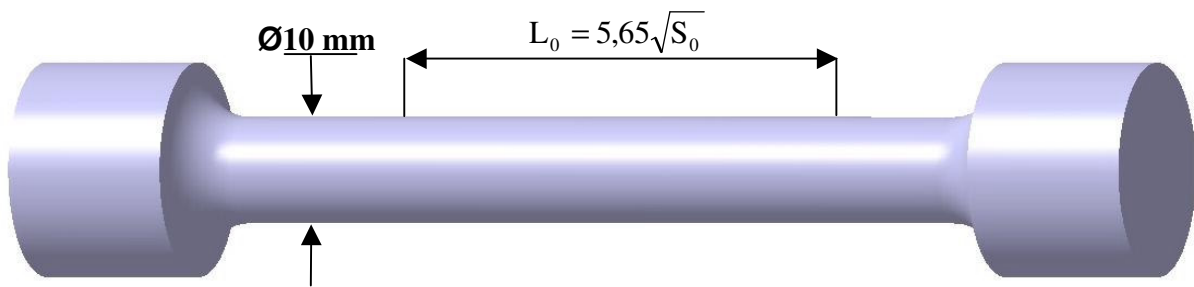


Annexe 3

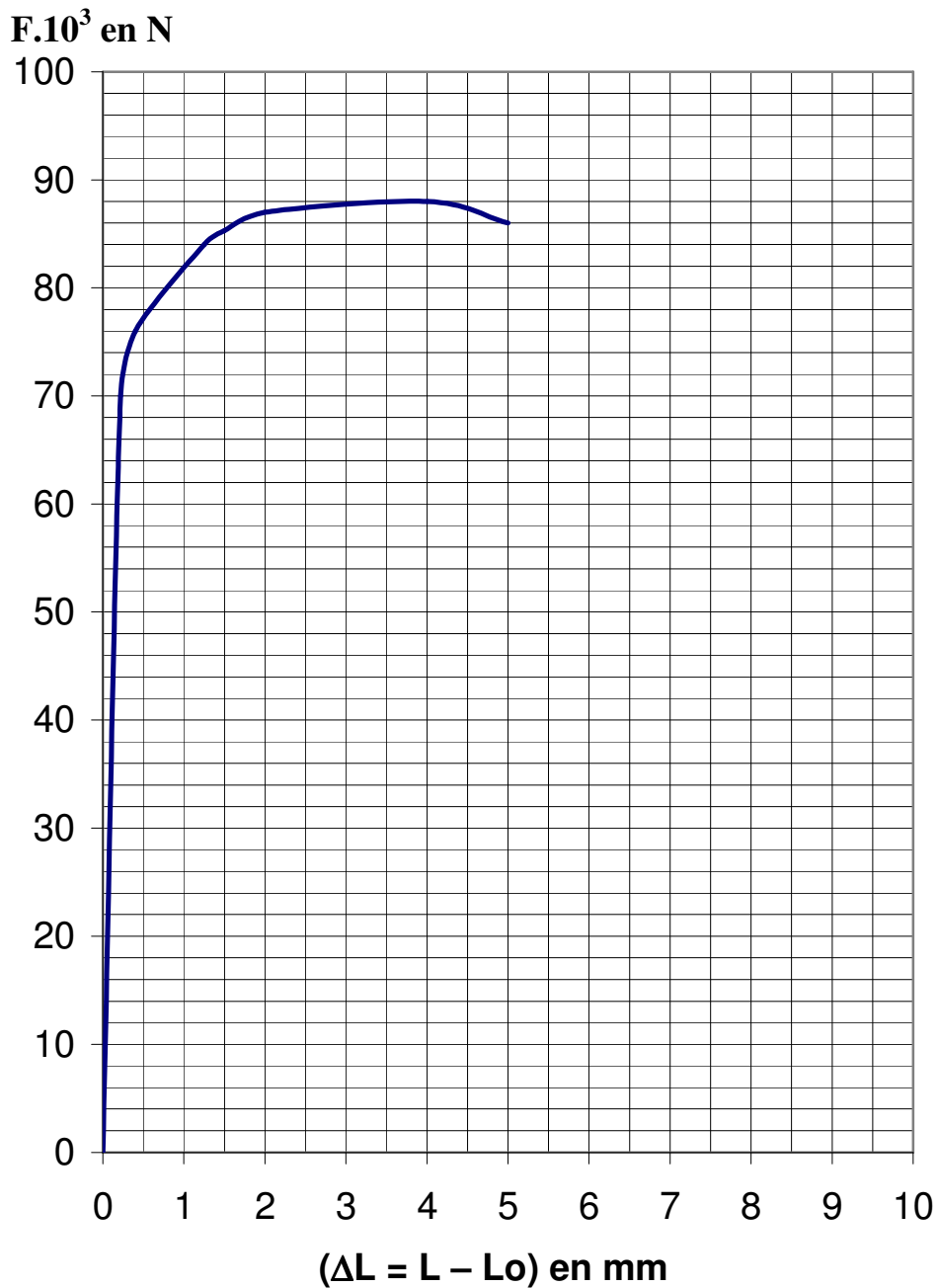
Courbes Jominy de l'acier 30 CrNiMo 8



Annexe 4 (à rendre)	Courbe de traction	30 CrNiMo8
---------------------	--------------------	------------



Courbe de traction  $F = f(\Delta L)$  du 30 CrNiMo 8 traité



**Sous-épreuve commune aux deux options : Sciences et Techniques Industrielles**

<b>Annexe 5 (à rendre)</b>	<b>Gamme de traitement de surface</b>	<b>7020 T6</b>
--------------------------------	---------------------------------------	----------------

<b>N° des phases</b>	<b>Opérations</b>	<b>Tension ou Intensité</b>	<b>Température</b>	<b>Durée</b>
10				
20				
30				
40				
50				
60				
70				
80				
90				
100				
110				
120				
130				
140				

<b>BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX</b>			
Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2008
Code : TMSTI AB	Sous-épreuve commune aux deux options – U4.2	Page 11/11	