

SOUS-EPREUVE U.4.2. – MISE EN ŒUVRE DES PROCESSUS INDUSTRIELS

Partie commune aux options A et B

Une entreprise de matériel agricole fabrique la plupart de ses pièces dont des bagues cannelées (voir annexe 1) à hautes caractéristiques. Ces pièces sont obtenues par usinage à partir de barres de diamètre 65 mm. Les caractéristiques mécaniques demandées sont les suivantes :

- $1300 < R_m \text{ (N/mm}^2\text{)} < 1350$
- $KCU > 60 \text{ J/cm}^2$
- $A\% > 12$

Il y a 200 bagues de ce type à élaborer. La gamme de fabrication simplifiée des bagues est la suivante :

- 10 Obtention du brut par sciage des barres
- 20 Ebauche et demi-finition du diamètre intérieur et extérieur
- 30 Brochage des cannelures
- 40 Traitements thermiques
- 50 Usinage de finition des surfaces internes et externes
- 60 Traitements de surface

On propose 3 aciers pour la fabrication des bagues dont les caractéristiques principales sont données en annexe 2, 3 et 4. On supposera que les caractéristiques requises seront obtenues dans toute la pièce quel que soit l'acier utilisé.

On notera que les extraits des fiches techniques sont tirés des documents de l'entreprise et qu'ils sont, par le fait, **plus ou moins anciens**. Il sera donc nécessaire d'effectuer des conversions pour leur étude.

1/ Décrire le procédé d'usinage des cannelures. (1 point)

2/ Définir et formuler R_m . (1 point)

3/ Définir KCU. (1 point)

4/ A l'aide des paramètres et des documents en votre possession, choisir l'acier permettant l'obtention des caractéristiques demandées. Justifier votre choix. On notera qu'aucune considération de prix ne sera pris en compte. (2 points)

5/ Donner, de part sa désignation, la composition chimique moyenne correspondant à la nuance d'acier que vous aurez choisi. (1 point)

6/ Tracer le cycle thermique des traitements à réaliser sur l'acier en justifiant les températures et les modes de refroidissement. (1,5 points)

A la réception des barres, la dureté de celles-ci est de l'ordre de 35 HRC. Un examen micrographique révèle de nombreuses plages bainito-martensitique non uniformément

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
PARTIE COMMUNE AUX OPTIONS A ET B			
Session 2001	Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Code : TMIND
U.4.2. – Mise en œuvre des processus industriels	Partie commune aux options A et B	Page 1/9	

reparties. Les délais de fabrication des bagues étant très court, l'entreprise décide de faire elle-même un recuit complet sur les barres.

7/ Tracer le cycle thermique de ce recuit en indiquant la température de traitement et en justifiant soigneusement la phase de refroidissement. (1,5 points)

8/ Proposer un autre traitement thermique (pas de traitement isotherme) plus simple et moins onéreux qui devrait conduire à un adoucissement équivalent. Tracer le cycle thermique correspondant et expliquer les phénomènes métallurgiques se produisant au cours de ce traitement. (2 points)

Le contrôle des caractéristiques mécaniques est fait par dureté Rockwell C.

9/ Indiquer la fourchette de dureté correspondant au cahier des charges. (0,5 point)

10/ Donner les caractéristiques du pénétrateur de l'essai HRC. (0,5 point)

11/ A l'aide d'un schéma, expliquer le principe de mesure de cette dureté. (1 point)

L'entreprise possède également des installations de traitements de surface sans cyanure. Elle pratique le zingage acide sur de nombreuses pièces en vue d'une protection contre la corrosion. Il est notamment demandé un dépôt de zinc de 15 μm suivi d'une chromatisation colorée jaune irisée sur la bague figurant en annexe 1. Il est indispensable d'éviter un dépôt de zinc sur la partie cannelée et de ne pas affecter les caractéristiques mécaniques demandées.

12/ Ecrire la représentation symbolique du revêtement métallique et du traitement de surface, en mentionnant la désignation normalisée du substrat choisi. (0,5 point)

13/ A l'aide d'un schéma à main levée, étudier le support d'une pièce qui permettra l'obtention du dépôt demandé. (0,5 point)

Le bain de zinc acide fonctionne dans les conditions suivantes :

- Densité de courant cathodique = 4 A .dm²
- Rendement cathodique = 95 %

On donne par ailleurs les paramètres suivants :

- Masse volumique du zinc = 7,1 g .cm⁻³
- Masse molaire du zinc = 65,4 g.mol⁻¹
- 1 Faraday = 96500 C

14/ Calculer la vitesse de déposition de ce bain en $\mu\text{m}/\text{min}$ en justifiant vos calculs. (1 point)

15/ Calculer le temps d'électrolyse de ce zingage en minutes, prévoir une épaisseur de 5 μm pour compenser le traitement de chromatisation. (0,5 point)

16/ Calculer l'intensité nécessaire pour zinguer 10 pièces dans le même bain. (0,5 point)

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
PARTIE COMMUNE AUX OPTIONS A ET B			
Session 2001	Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Code : TMIND
U.4.2. – Mise en œuvre des processus industriels	Partie commune aux options A et B		Page 2/9

17/ Etablir sur le document réponse (annexe 6) la gamme opératoire complète du traitement (10 pièces par montage) en spécifiant :

- La composition qualitative des bains
- Le temps d'immersion
- La température
- Les intensités
- Définir les fonctions de rinçage
- Préciser, si nécessaire, les observations éventuelles.

(question à 3 points)

On donne les paramètres de traitement de défragilisation après dépôt électrolytique

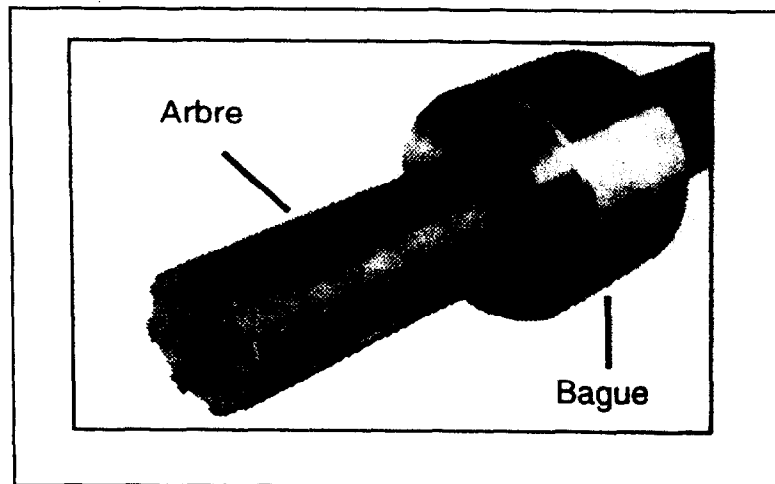
Rm en MPa	Traitement thermique
≤ 1100	pas obligatoire
> 1100 ≤ 1450	8 h à 190-230°C
> 1450 ≤ 1800	18 h à 190-230°C
> 1800	24 h à 190-230°C

18/ Il est demandé un contrôle d'épaisseur du revêtement de zinc, quelle méthode préconisez-vous sans considération de prix ? Justifier votre choix. Expliquer son principe de fonctionnement. (1 point)

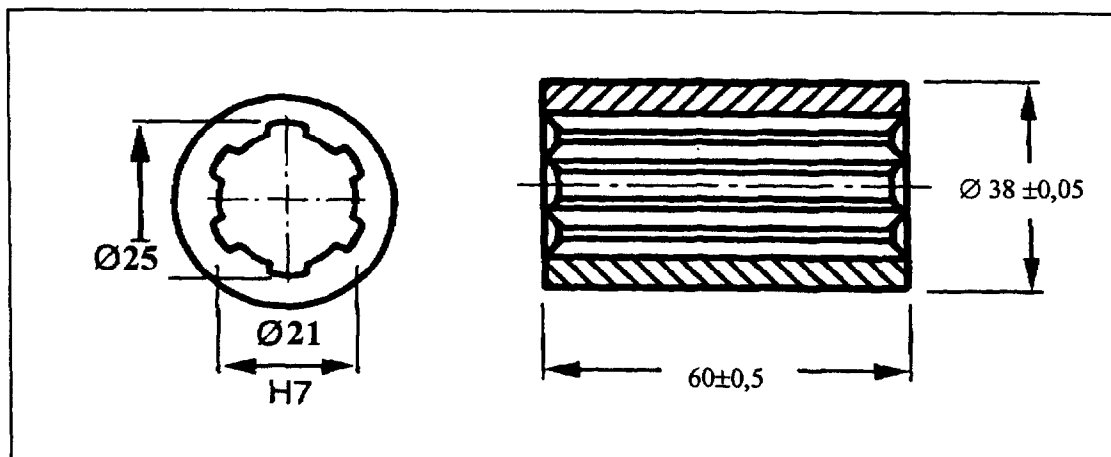
BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
PARTIE COMMUNE AUX OPTIONS A ET B			
Session 2001	Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Code : TMIND
U.4.2. – Mise en œuvre des processus industriels	Partie commune aux options A et B		Page 3/9

ANNEXE 1

Bague cannelée à flancs parallèles



L'arbre ne fait pas l'objet de cette étude



BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
PARTIE COMMUNE AUX OPTIONS A ET B			
Session 2001	Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Code : TMIND
U.4.2. – Mise en œuvre des processus industriels	Partie commune aux options A et B		Page 4/9

ANNEXE 2

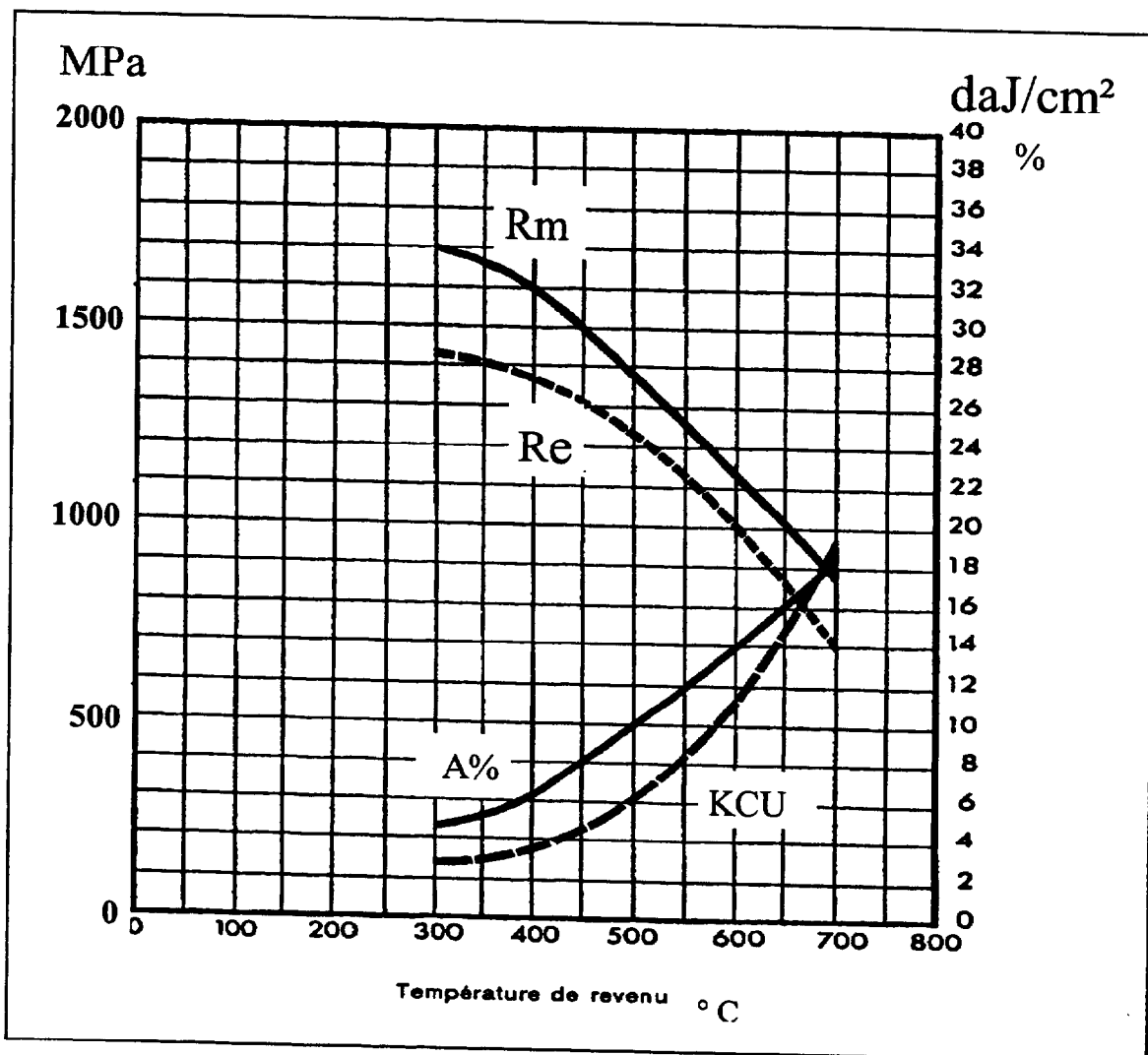
Extrait de la fiche technique de l'acier 42 CrMo 4

L'acier est réceptionné à l'état recuit (220 HV30)

$AC_1 = 740^\circ\text{C}$, $AC_3 = 790^\circ\text{C}$

Vitesse critique de recuit : 200°C/h jusqu'à 600°C

Caractéristiques mécaniques en fonction de la température de revenu après austénitisation à la température usuelle et refroidissement à l'huile



**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR TRAITEMENTS DES MATERIAUX
PARTIE COMMUNE AUX OPTIONS A ET B**

Session 2001	Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Code : TMIND
U.4.2. - Mise en œuvre des processus industriels	Partie commune aux options A et B		Page 5/9

ANNEXE 3

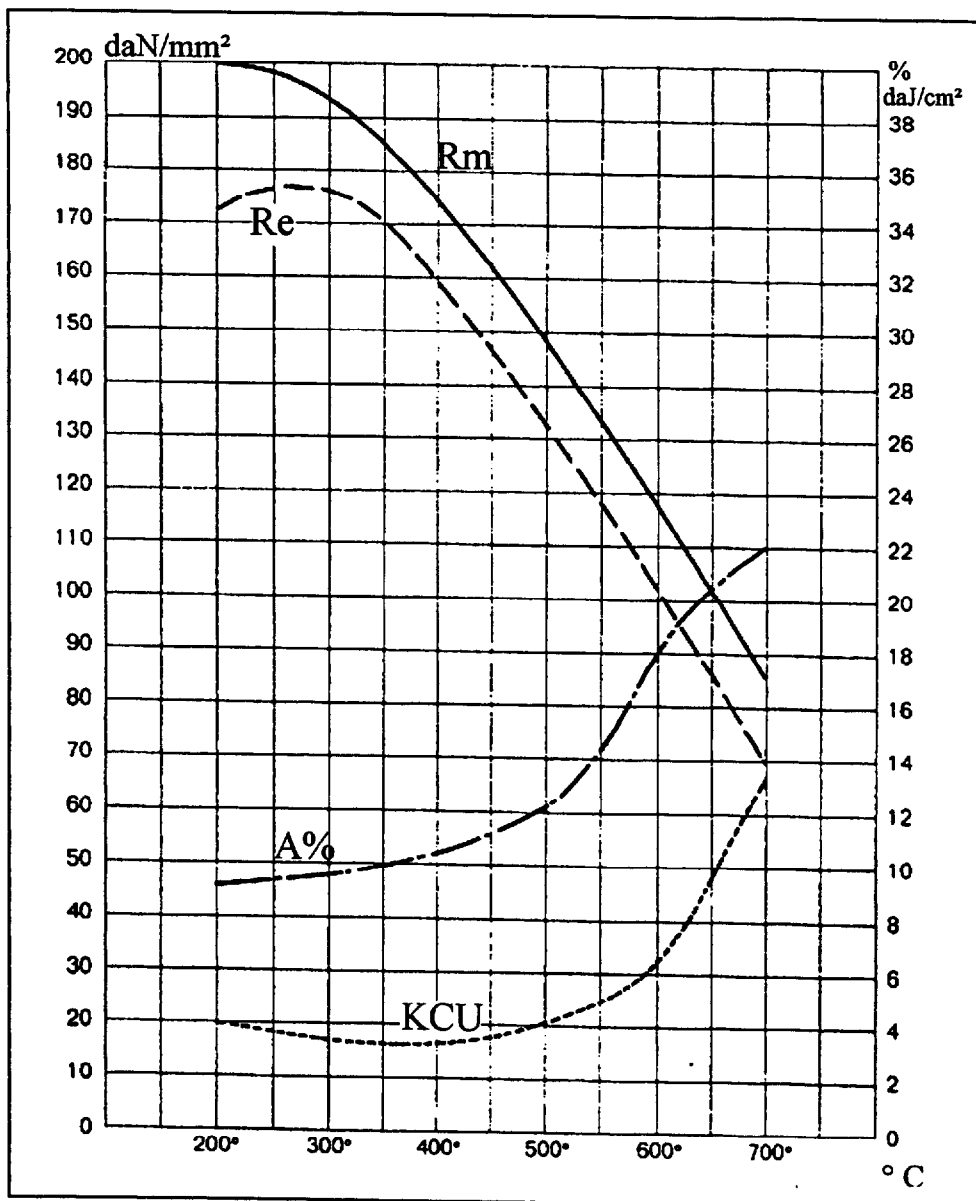
Extrait de la fiche technique de l'acier 45 SiCrMo 7

L'acier est réceptionné à l'état recuit (210 HV30)

$AC_1 = 740^\circ\text{C}$, $AC_3 = 840^\circ\text{C}$

Vitesse critique de recuit : 800°C/h jusqu'à 600°C

Caractéristiques mécaniques en fonction de la température de revenu après austénitisation à la température usuelle et refroidissement à l'huile



**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR TRAITEMENTS DES MATERIAUX
PARTIE COMMUNE AUX OPTIONS A ET B**

Session 2001	Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Code : TMIND
U.4.2. – Mise en œuvre des processus industriels	Partie commune aux options A et B		Page 6/9

ANNEXE 4

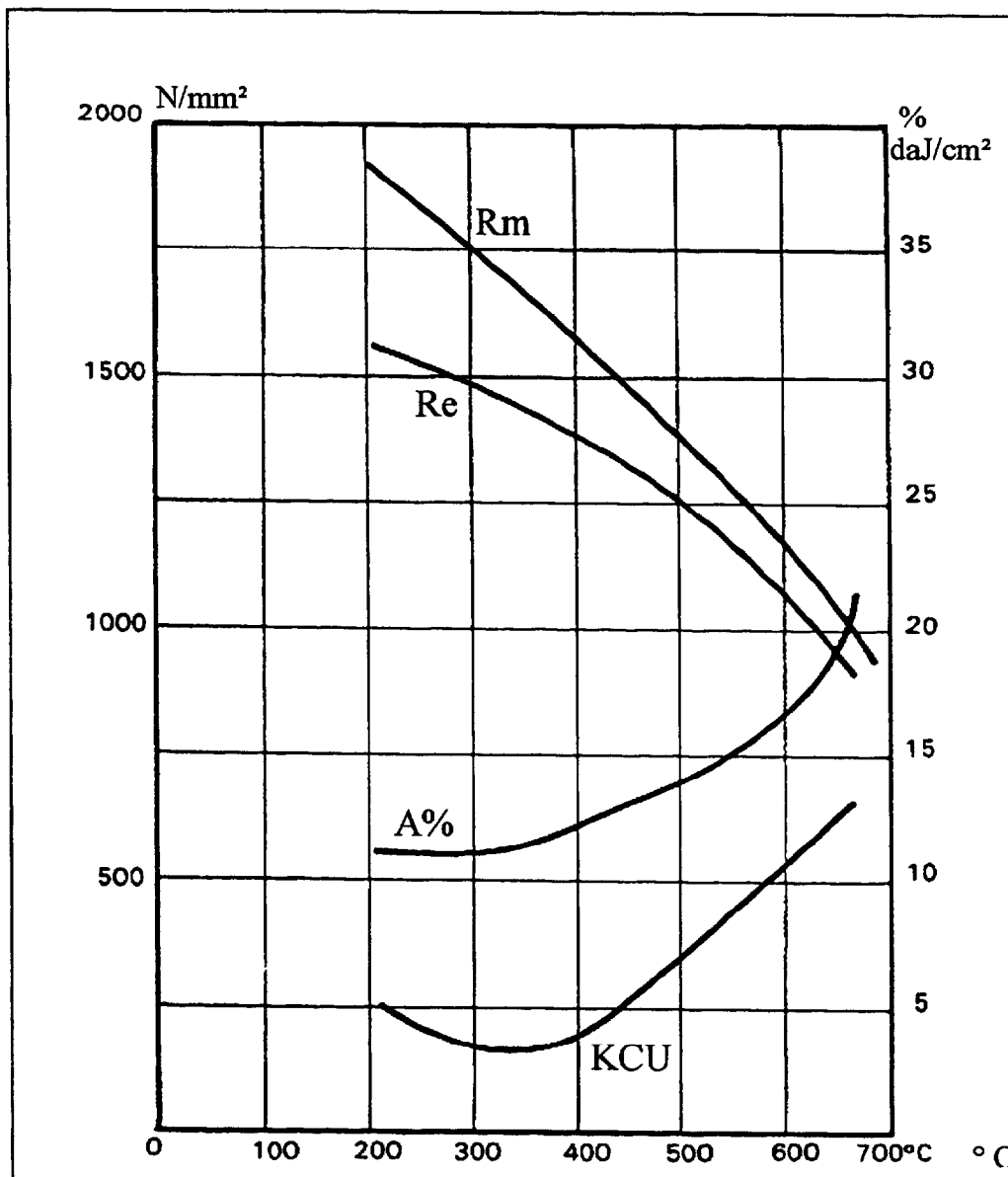
Extrait de la fiche technique de l'acier 35 NiCrMo 6

L'acier est réceptionné à l'état recuit (220 HV30)

$AC_1 = 730^\circ\text{C}$, $AC_3 = 780^\circ\text{C}$

Vitesse critique de recuit : 150°C/h jusqu'à 600°C

Caractéristiques mécaniques en fonction de la température de revenu après austénitisation à la température usuelle et refroidissement à l'huile



**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR TRAITEMENTS DES MATERIAUX
PARTIE COMMUNE AUX OPTIONS A ET B**

Session 2001	Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Code : TMIND
U.4.2. – Mise en œuvre des processus industriels	Partie commune aux options A et B		Page 7/9

ANNEXE 5

Conversions dureté HV, HB, HRC et Rm

HV	HB	HRC	Résistance à la rupture R _m N/mm ²	HV	HB	HRC	Résistance à la rupture R _m N/mm ²
80	76.0		255	360	342	36.6	1155
85	80.7		270	370	352	37.7	1190
90	85.5		285	380	361	38.8	1220
95	90.2		305	390	371	39.8	1255
100	95.0		320	400	380	40.8	1290
105	99.8		335	410	390	41.8	1320
110	105		350	420	399	42.7	1350
115	109		370	430	409	43.6	1385
120	114		385	440	418	44.5	1420
125	119		400	450	428	45.3	1455
130	124		415	460	437	46.1	1485
135	128		430	470	447	46.9	1520
140	133		450	480	(456)	47.7	1555
145	138		465	490	(466)	48.4	1595
150	143		480	500	(475)	49.1	1630
155	147		495	510	(485)	49.8	1665
160	152		510	520	(494)	50.5	1700
165	156		530	530	(504)	51.1	1740
170	162		545	540	(513)	51.7	1775
175	166		560	550	(523)	52.3	1810
180	171		575	560	(532)	53.0	1845
185	176		595	570	(542)	53.6	1880
190	181		610	580	(551)	54.1	1920
195	185		625	590	(561)	54.7	1955
200	190		640	600	(570)	55.2	1995
205	195		660	610	(580)	55.7	2030
210	199		675	620	(589)	56.3	2070
215	204		690	630	(599)	56.8	2105
220	209		705	640	(608)	57.3	2145
225	214		720	650	(618)	57.8	2180
230	219		740	660		58.3	
235	223		755	670		58.8	
240	228	20.3	770	680		59.2	
245	233	21.3	785	690		59.7	
250	238	22.2	800	700		60.1	
255	242	23.1	820	720		61.0	
260	247	24.0	835	740		61.8	
265	252	24.8	850	760		62.5	
270	257	25.6	865	780		63.3	
275	261	26.4	880	800		64.0	
280	266	27.1	900	820		64.7	
285	271	27.8	915	840		65.3	
290	276	28.5	930	860		65.9	
295	280	29.2	950	880		66.4	
300	285	29.8	965	900		67.0	
310	295	31.0	995	920		67.5	
320	304	32.2	1030	940		68.0	
330	314	33.3	1060				
340	323	34.4	1095				
350	333	35.5	1125				

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR TRAITEMENTS DES MATERIAUX
PARTIE COMMUNE AUX OPTIONS A ET B**

Session 2001	Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Code : TMIND
U.4.2. – Mise en œuvre des processus industriels		Partie commune aux options A et B	
Page 8/9			

