



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

**Campagne 2009**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

CRDP Aquitaine

SESSION 2009

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

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

Sous-épreuve spécifique à chaque option

Option A – Traitements Thermiques

- U4.4A -

DUREE : 2 heures

COEFFICIENT : 2

**CALCULATRICES INTERDITES**

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.  
Le sujet comporte 8 pages, numérotées de 1 à 8 dont 4 annexes.

<b>BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX</b>			
Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2009
Code : TMSTI A	Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A Option A : Traitements Thermiques		Page 1/8

## Sous-épreuve spécifique option A : Sciences et Techniques Industrielles

### L'étude portera sur la fabrication d'un dispositif de guidage (voir annexe 1 photo 1) appelé « twin line billes biflasques »

Il s'agit d'un roulement composé de 3 pièces principales à l'exception des billes et de leur cage (voir annexe 1 dessin 1) :

- le moyeu,
- la bague intérieure,
- la bague extérieure.

#### I- Etude du moyeu (annexe 1 dessin 2)

Le brut en C70 est estampé à 1150°C suivi d'un refroidissement à l'air pour obtenir une dureté comprise entre 270 et 300 HBW 2,5/187,5.

Cahier des charges :

- structure à tendance globulaire pour l'usinage et le sertissage avec une dureté de :  $200 < \text{HBW } 2,5/187,5 < 240$ ,
- taille de grain :  $G > 5$ ,
- dans la zone 1 (voir annexe 1 dessin 2) :
  - o en surface :  $720 < \text{HV1} < 800$
  - o profondeur conventionnelle de trempe après chauffage superficiel:  $3,2 \pm 0,2 \text{mm}$

La gamme de fabrication est la suivante :

- phase 10 : estampage,
- phase 20 : traitement thermique dans la masse,
- phase 30 : usinage d'ébauche,
- phase 40 : traitement superficiel de la zone 1,
- phase 50 : usinage de finition,
- phase 60 : perçage, taraudage,
- phase 70 : rectification de la zone 1,
- phase 80 : assemblage,
- phase 90 : sertissage.

I.1- Détailler la phase 20. Tracer le cycle thermique sur un repère en indiquant :

- l'évolution structurale au cours de ce traitement thermique
- l'ordre de grandeur de la (des) température(s), du temps de maintien et du mode de refroidissement.

I.2- Le durcissement de la zone 1 est réalisé par trempe après chauffage par induction (phase 40).

I.2.1- Expliquer le principe de ce traitement.

I.2.2- Parmi ces fréquences : 10kHz et 1MHz, quelle est celle qui conviendrait le mieux ? Expliquer votre choix.

I.2.3- La filiation de dureté sur la zone 1 donne la courbe en annexe 2.

- Le traitement est-il correct ? Expliquer.
- Sur quel(s) paramètre(s) simple(s) doit-on intervenir pour que les clauses du cahier des charges soient respectées ? Expliquer.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2009
Code : TMSTI A		Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A Option A : Traitements Thermiques	Page 2/8

**II- Etude de la bague intérieure**

Le brut est un tube laminé en 100Cr6.

Cahier des charges :

- 61 < HRC < 64,
- austénite résiduelle < 5%,
- pas de carbures en réseaux.

**II.1-** Un recuit avant usinage d'ébauche est effectué pour avoir une structure globulaire sans carbure en réseau et une dureté comprise entre 180 et 210 HBW 2,5/187,5. Expliquer l'utilité de ce traitement.

**II.2-** Après ébauche et demi-finition, ces bagues subissent une trempe à l'huile à partir de 850° suivie d'un revenu. La vitesse moyenne de refroidissement à cœur entre 700° et 300°C de cette bague est de 40°C/s.

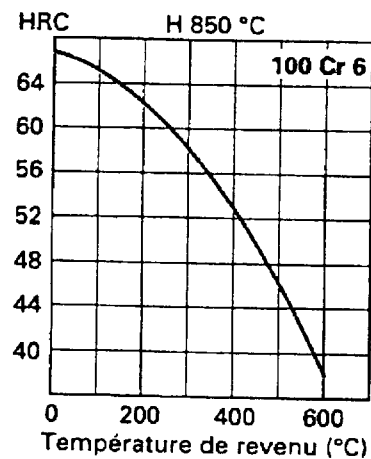
**II.2.1-** Cette vitesse est-elle suffisante pour n'avoir qu'une transformation martensitique ? Justifier votre réponse.

**II.2.2-** Le traitement de trempe est réalisé dans un four à tapis avec bac de trempe. Réaliser un schéma sommaire commenté d'un tel four.

**II.2.3-** Une atmosphère de protection est nécessaire, pourquoi ? Quel type d'atmosphère est-il le plus recommandé pour ce type de four et pour cette pièce en particulier ?

A l'aide des données suivantes, répondre aux questions II.2.4 et II.2.5

Comparaison entre les teneurs en austénite résiduelle après arrêt de la transformation martensitique à 20 °C et à -120 °C		
M <sub>s</sub> °C	Proportion d'austénite non transformée en martensite (austénite résiduelle) à	
	20 °C %	-120 °C %
500	0,5	< 0,5
450	0,9	< 0,5
400	1,5	< 0,5
350	2,7	0,6
300	4,6	1
250	8	1,7
200	14	3
150	24	5
100	41	9



Courbe de revenu du 100Cr6 après trempe à l'huile à partir de 850°

**II.2.4-** Un passage à -80°C est envisagé après la trempe. Quel pourrait en être l'intérêt ? Serait-ce justifié dans le cas présent ? Expliquer votre démarche.

**II.2.5-** Vers quelle température le revenu doit-il être effectué ? Justifier votre réponse.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2009
Code : TMSTI A	Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A Option A : Traitements Thermiques		Page 3/8

## Sous-épreuve spécifique option A : Sciences et Techniques Industrielles

### III- Etude de l'outil pour le sertissage.

L'extrémité du moyeu est sertie sur la bague intérieure par une bouterolle, outil de nuance HS 6-5-2 fritté (voir annexe 2 schéma 1).

**III.1-** D'après la désignation normalisée de cet acier, donnez la composition chimique moyenne de cet acier ?

**III.2-** Donner le principe de la mise en forme par frittage ?

**III.3-** Après trempe, l'outil subit un double revenu à 560°C pendant 2h. Quelle est l'évolution des constituants au cours de ces revenus ?

**III.4-** Après ces revenus, on fait subir à cet outil le traitement suivant : 10h à 510°C dans un four sous une pression de 50Pa de N<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>. La pièce à traiter est à la cathode de l'enceinte sous une tension de 500V.

**III.4.1-** Donner le nom de ce traitement.

**III.4.2-** Quels sont les objectifs et l'intérêt de ce traitement ?

**III.4.3-** Quelle est l'évolution des constituants en surface de l'outil au cours de ce traitement ?

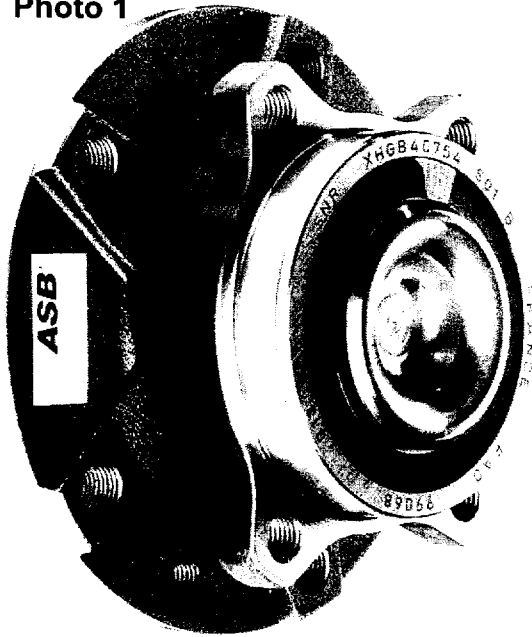
Barème sur 20 points :

	Partie I				Partie II					Partie III						
Questions	I.1	I.2.1	I.2.2	I.2.3	II.1	II.2.1	II.2.2	II.2.3	II.2.4	II.2.5	III.1	III.2	III.3	III.4.1	III.4.2	III.4.3
Points	2	2	1	1	1	1	1	1	1,5	1	1	1	2	0,5	1	2

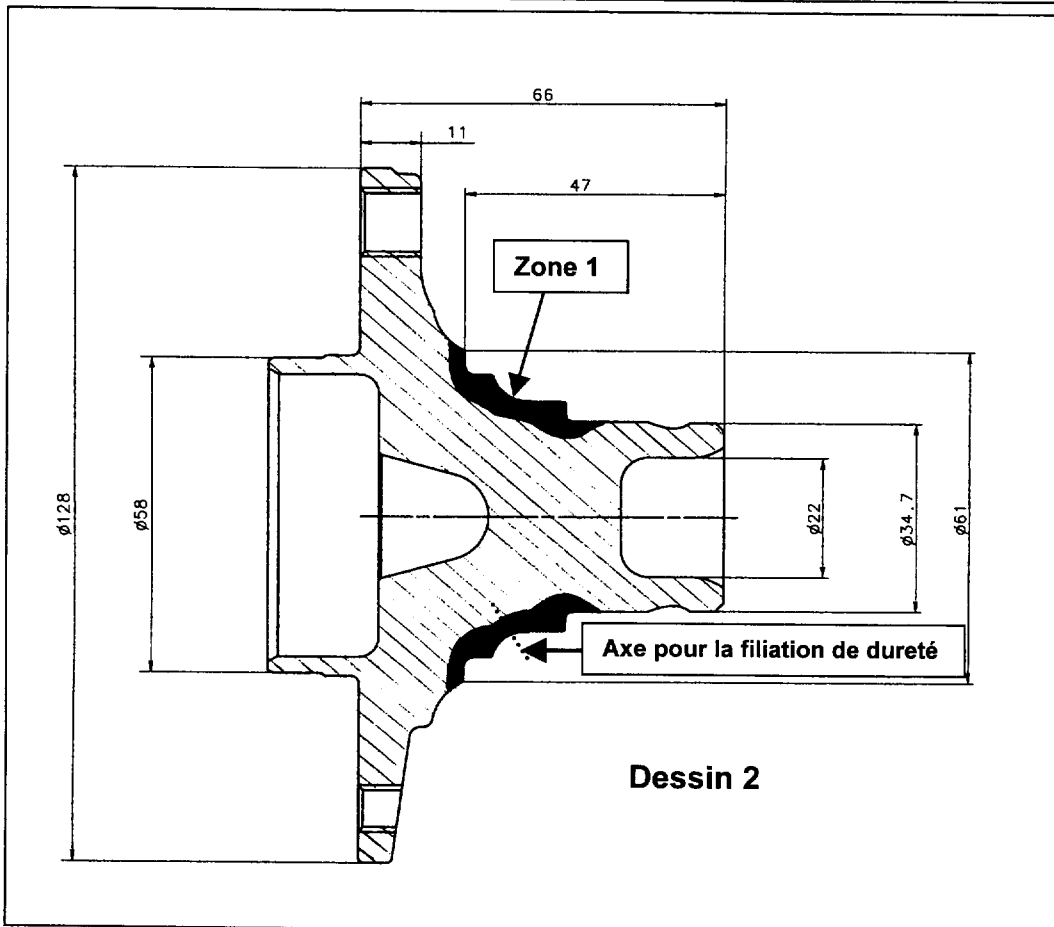
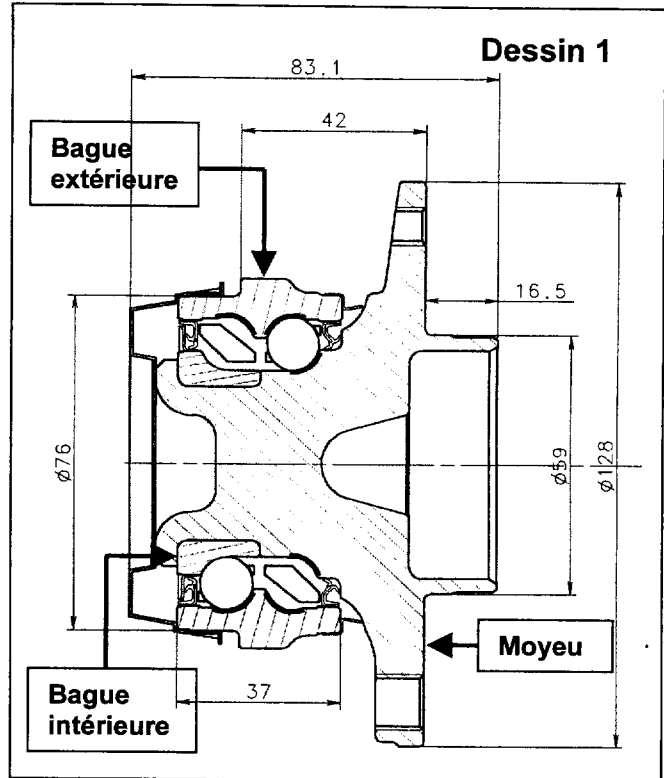
BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2009
Code : TMSTI A	Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A Option A : Traitements Thermiques		Page 4/8

Annexe 1

Photo 1

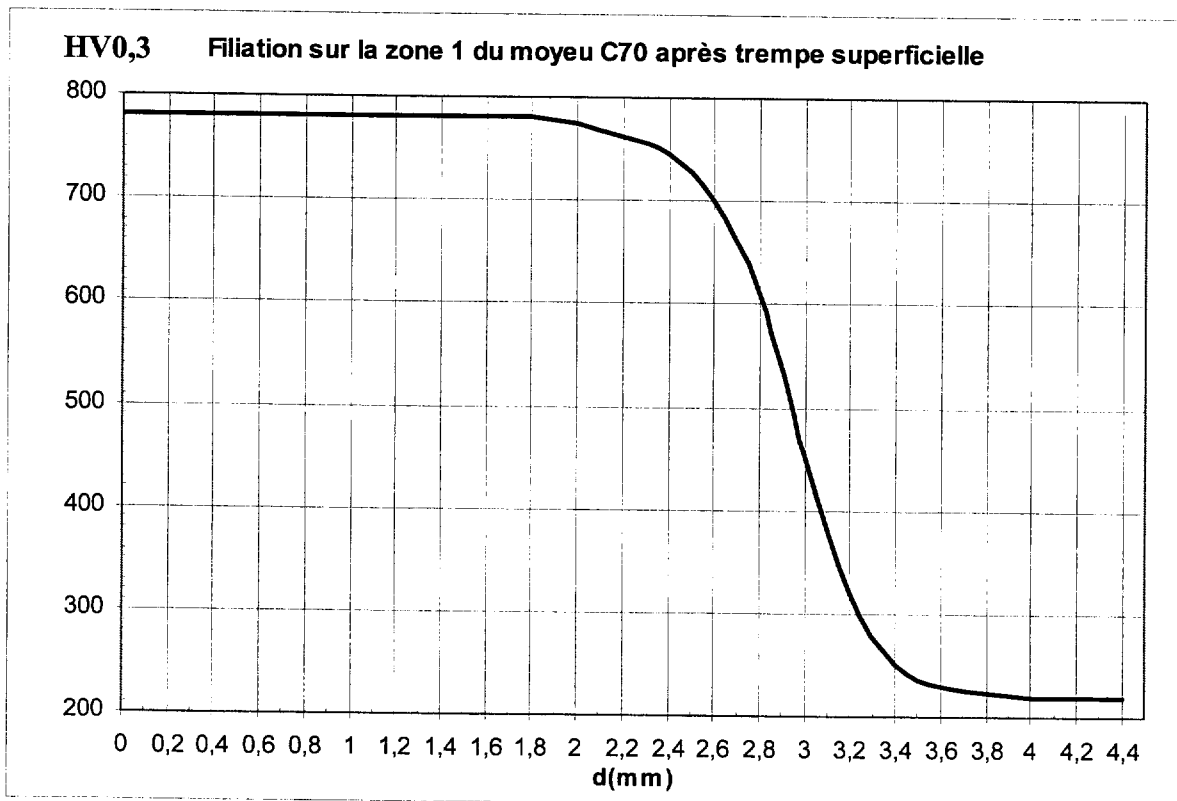
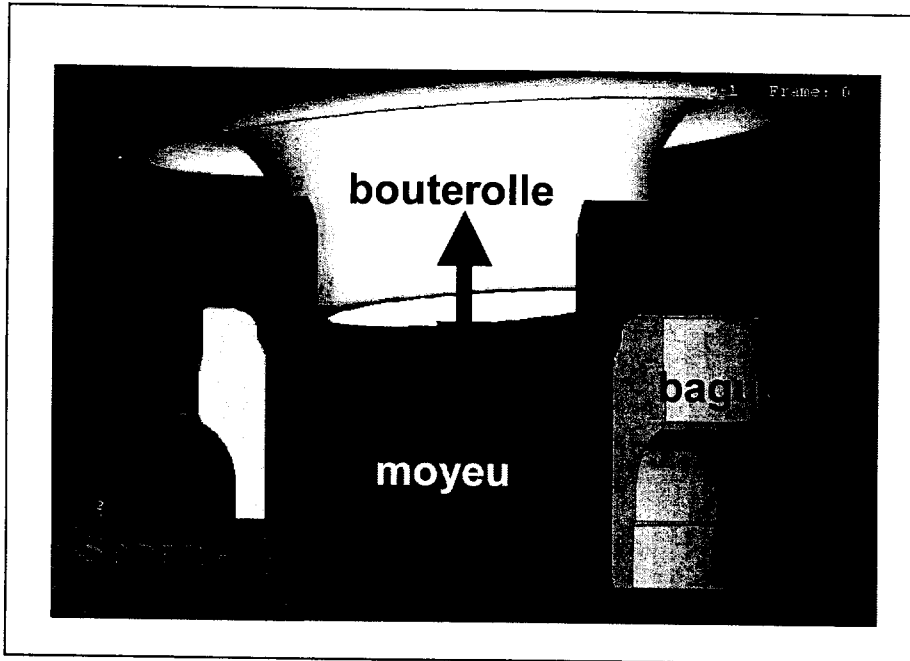


Dessin 1



BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2009
Code : TMSTI A		Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A Option A : Traitements Thermiques	Page 5/8

Annexe 2



BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2009
Code : TMSTI A	Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A Option A : Traitements Thermiques		Page 6/8

Annexe 3

Rm MPa	HV10	HB	Dureté Rockwell									Rm MPa	HV10	HB	Dureté Rockwell									
			HRB	HRF	HRC	HRA	HRD	HR 15N	HR 30N	HR 45N	HRB				HRF	HRC	HRA	HRD	HR 15N	HR 30N	HR 45N			
255	80	76									155	360	342				36,6	68,7	52,8	78,6			39,1	
270	85	80,7	41								160	370	352				37,7	69,2	53,6	79,2	57,4	40,4		
285	90	85,5	48	82,6							120	380	361				38,8	69,8	54,4	79,8	58,4	41,7		
305	95	90,2	52								125	390	371				39,8	70,3	55,3	80,3	59,3	42,9		
320	100	95	56,2	87							120	400	380				40,8	70,8	56	80,8	60,2	44,1		
335	105	99,8									130	410	390				41,8	71,4	56,8	81,4	61,1	45,3		
350	110	105	62,3	90,5							135	420	399				42,7	71,8	57,5	81,8	61,9	46,4		
370	115	109									135	430	409				43,6	72,3	58,2	82,3	62,7	47,4		
385	120	114	66,7	93,6							140	440	418				44,5	72,8	58,8	82,3	63,5	48,4		
400	125	119									145	450	428				45,3	73,3	59,4	83,2	64,3	49,4		
415	130	124	71,2	96,4							145	460	437				46,1	73,6	60,1	83,6	64,9	50,4		
430	135	128									150	470	447				46,9	74,1	60,7	83,9	65,7	51,3		
450	140	133	75	99							155	480	456				47,7	74,5	61,3	84,3	66,4	52,2		
465	145	138									155	490	466				48,4	74,9	61,6	84,7	67,1	53,1		
480	150	143	78,7	101,4							160	500	475				49,1	75,3	62,2	85	67,7	53,9		
495	155	147									165	510	485				49,8	75,7	62,9	85,4	68,3	54,7		
510	160	152	81,7	103,6							170	520	494				50,5	76,1	63,5	85,7	69	55,6		
530	165	156									174	530	504				51,1	76,4	63,9	86	69,5	56,2		
545	170	162	85	105,5							175	540	513				51,7	76,7	64,4	86,3	70	57		
560	175	166									180	550	523				52,3	77	64,8	86,6	70,5	57,8		
575	180	171	87,1	107,2							185	560	532				53	77,4	65,4	86,9	71,2	58,6		
595	185	176									188	570	542				53,6	77,8	65,8	87,2	71,7	59,3		
610	190	181	89,5	108,7							190	580	551				54,1	78	66,2	87,5	72,1	59,9		
625	195	185									195	590	561				54,7	78,4	66,7	87,8	72,7	60,5		
640	200	190	91,5	110,1							195	600	570				55,2	78,6	67	88	73,2	61,2		
660	205	195	92,5								2030	610	580				55,7	78,9	67,5	88,2	73,7	61,7		
675	210	199	93,5	111,3							2070	620	589				56,3	79,2	67,9	88,5	74,2	62,4		
690	215	204	94								2105	630	599				56,8	79,5	68,3	88,8	74,6	63		
705	220	209	95	112,4							2145	640	608				57,3	79,8	68,7	89	75,1	63,5		
720	225	214	96								2180	650	618				57,8	80	69	89,2	75,5	64,1		
740	230	219	96,7	113,4							2200	660	627				58,3	80,3	69,4	89,5	75,9	64,7		
755	235	223									2200	670	636				58,8	80,6	69,8	89,7	76,4	65,3		
770	240	228	98,1	114,3	20,3	60,7	40,3	69,6	41,7	19,9	2200	680	645				59,2	80,8	70,1	89,8	76,8	65,7		
785	245	233			21,3	61,2	41,1	70,1	42,5	21,1	2200	690	654				59,7	81,1	70,5	90,1	77,2	66,2		
800	250	238	99,5	115,1	22,2	61,6	41,7	70,6	43,4	22,2	2200	700	663				60,1	81,3	70,8	90,3	77,6	66,7		
820	255	242			23,1	62	42,2	71,1	44,2	23,2	2200	720	672				61	81,8	71,5	90,7	78,4	67,7		
835	260	247	101		24	62,4	43,1	71,6	45	24,3	2200	740	681				61,8	82,2	72,1	91	79,1	68,6		
850	265	252			24,8	62,7	43,7	72,1	45,7	25,2	2200	760	690				62,5	82,6	72,6	91,2	79,7	69,4		
865	270	257	102		25,6	63,1	44,3	72	46,4	26,2	2200	780	699				63,3	83	73,3	91,5	80,4	70,2		
880	275	261			26,4	63,5	44,9	73	47,2	27,1	2200	800	708				64	83,4	73,8	91,8	81,1	71		
900	280	266	104		27,1	63,8	45,3	73,4	47,8	27,9	2200	820	717				64,7	83,8	74,3	92,1	81,7	71,8		
915	285	271			27,8	64,2	46	73,8	48,4	28,7	2200	840	726				65,3	84,1	74,8	92,3	82,2	72,2		
930	290	276	105		28,5	64,5	46,5	74,2	49	29,5	2200	860	735				65,9	84,4	75,3	92,5	82,7	73,1		
950	295	280			29,2	64,8	47,1	74,6	49,7	30,4	2200	880	744				66,4	84,7	75,7	92,7	83,1	73,6		
965	300	285			29,8	65,2	47,5	74,9	50,2	31,1	2200	900	753				67	85	76,1	92,9	83,6	74,2		
995	310	295			31	65,8	48,4	75,6	51,3	32,5	2200	920	762				67,5	85,3	76,5	93	84	74,8		
1030	320	304			32,2	66,4	49,4	76,2	52,3	33,9	2200	940	771				68	85,6	76,9	93,2	84,4	75,4		
1060	304	314			33,3	67	50,2	76,8	53,6	35,2														
1095	340	323			34,4	67,6	51,1	77,4	54,4	36,5														
1125	350	333			35,5	68,1	51,9	78	55,4	37,8														

Tableau 6. Conversion dureté-dureté ou dureté-résistance à la traction pour les aciers non alliés ou faiblement alliés et la fonte (Annexe A de NFISO 18265).

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2009
Code : TMSTI A		Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A	Page 7/8
		Option A : Traitements Thermiques	



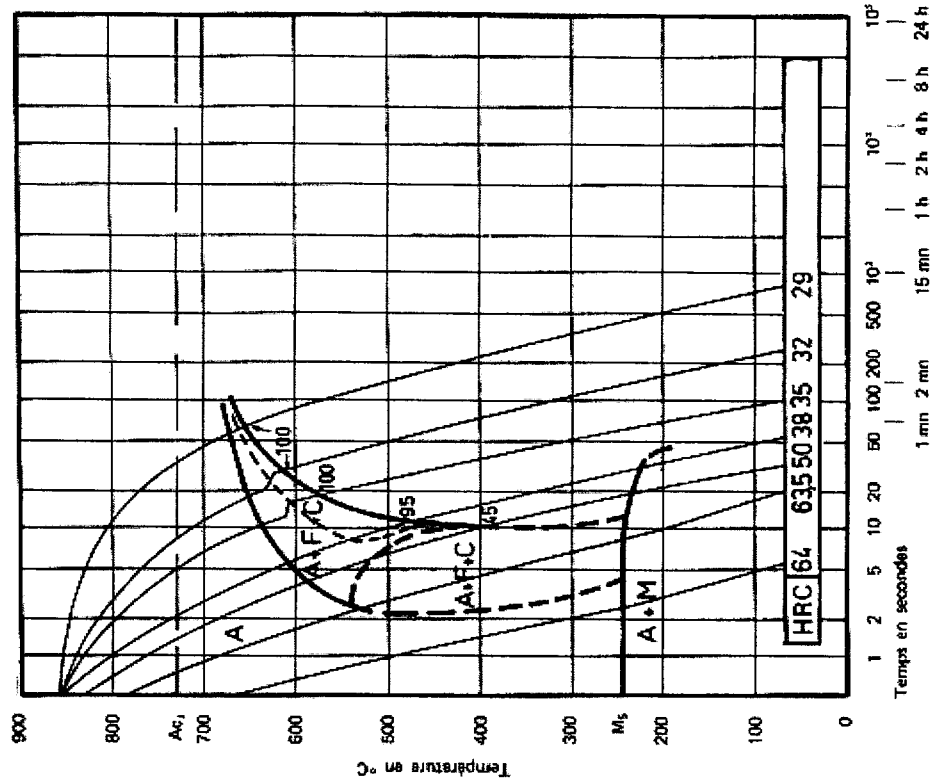
Annexe 4

**C 70**

C %	Mn %	Si %	S %	P %
0,72	0,72	0,34	0,026	0,031

Grossueur du grain : B-10

Austénitisé à 850 °C 30 mn

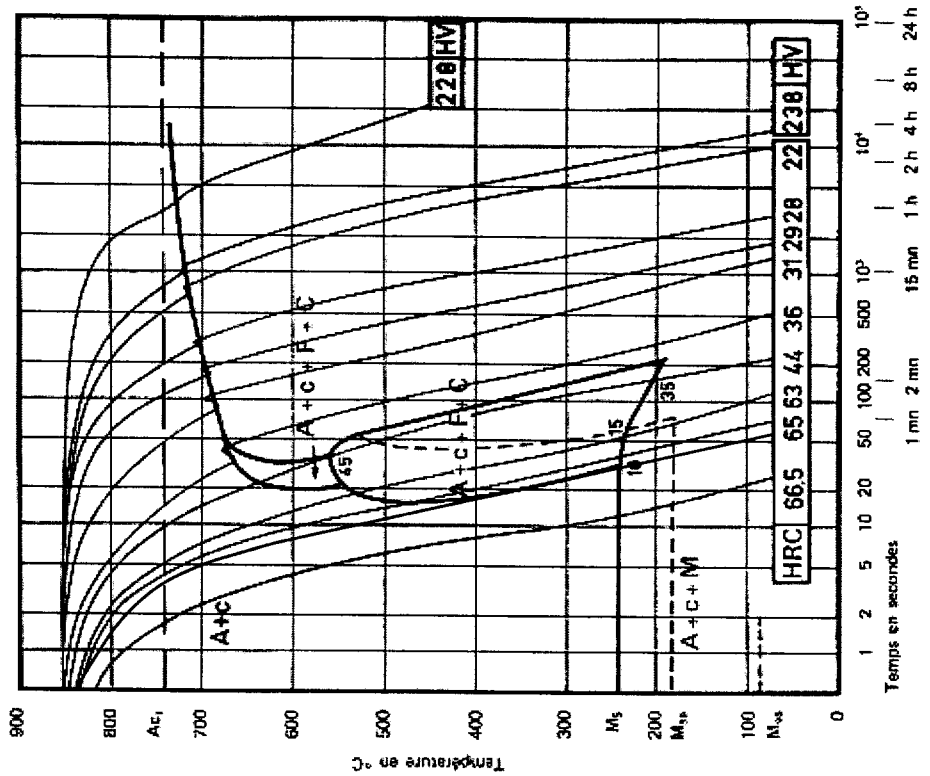


**100 Cr-6 (nuance 2133)**

C %	Mn %	Si %	S %	P %	Ni %	Cr %	Mo %	Cu %	V %	Ti %
1,00	0,30	0,27	0,030	0,013	0,21	1,71	0,04	0,14	0,010	0,02

Grossueur du grain : 7-B

Austénitisé à 850 °C 30 mn



BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2009
Code : TMSTI A	Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A Option A : Traitements Thermiques		Page 8/8