



Ce document a été mis en ligne par l'organisme [FormaV®](#)

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :

www.formav.co/explorer

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.

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 1/8

**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 :

- $61 < \text{HRC} < 64$,
- 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 .

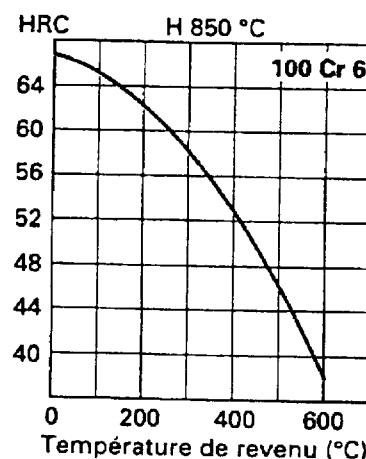
II.2.1- Cette vitesse est-elle suffisante pour n'avoir qu'une transformation martensitique ? Justifier votre réponse.

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_s $^\circ\text{C}$	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 N₂+H₂. 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 ?

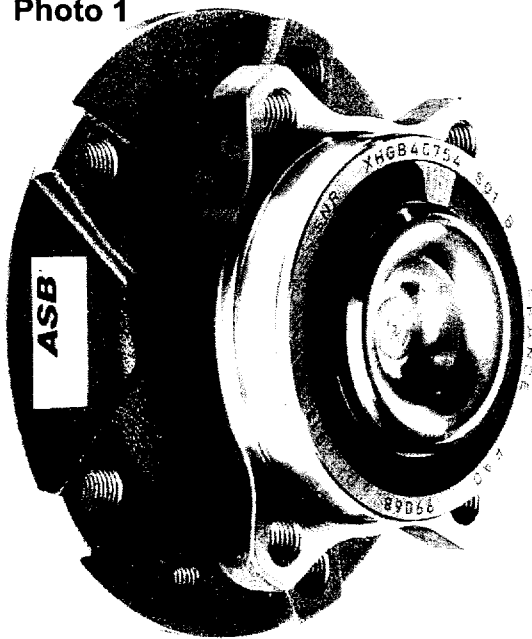
Barème sur 20 points :

	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

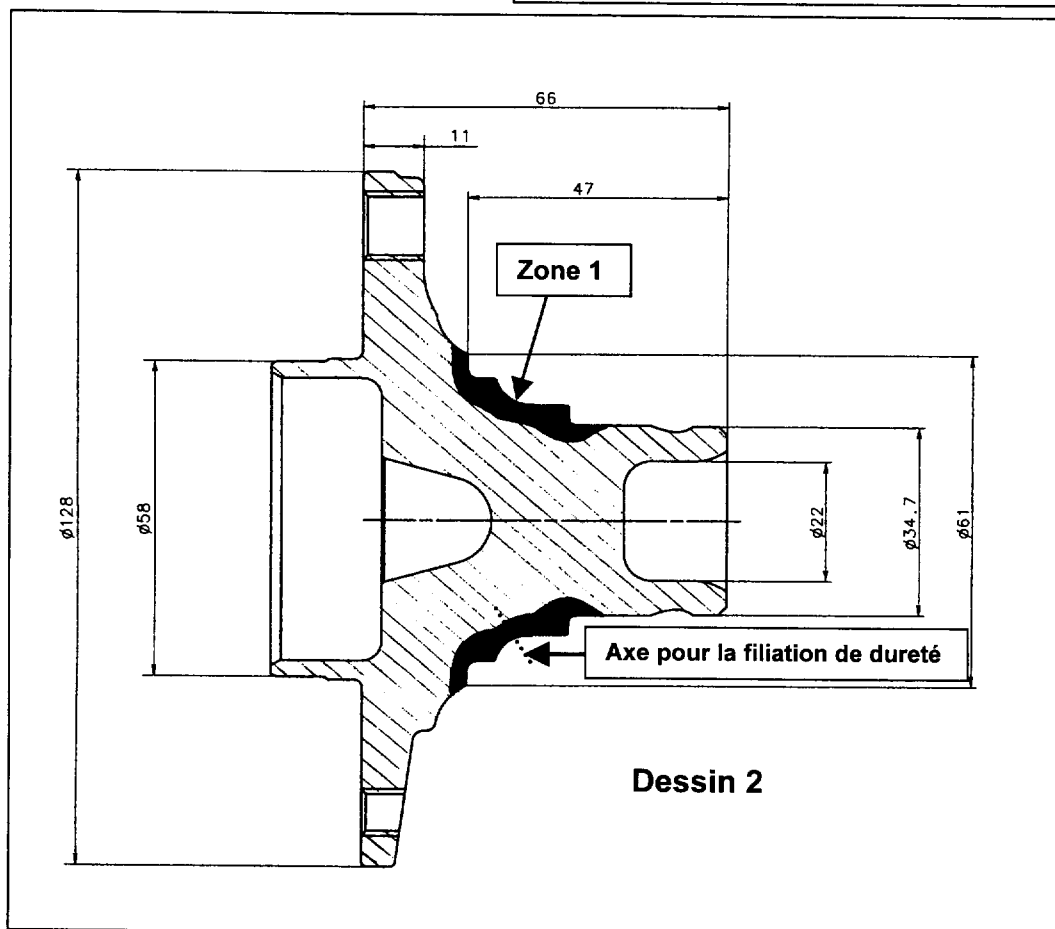
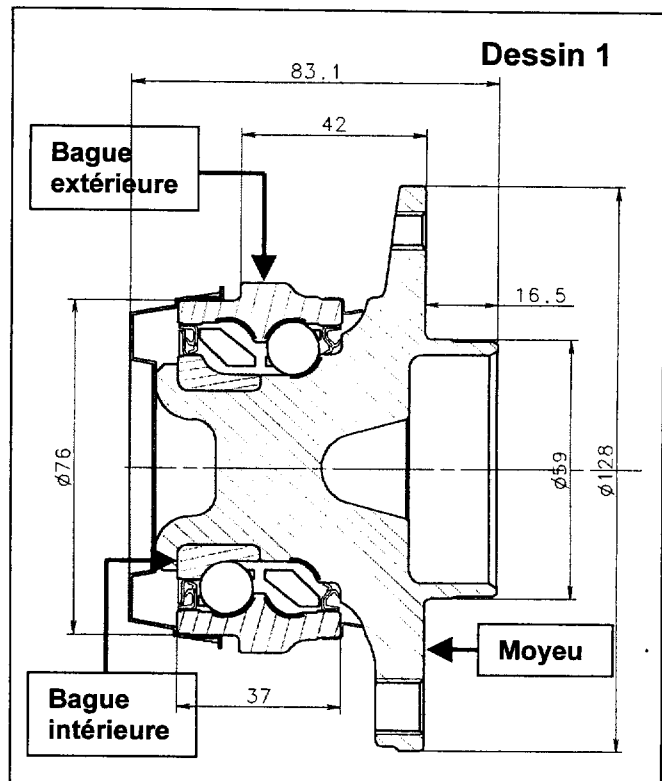
BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Sciences et Techniques Industrielles	Session 2009
Code : TMSTI A	Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A Option A : Traitements Thermiques		Page 4/8

Annexe 1

Photo 1



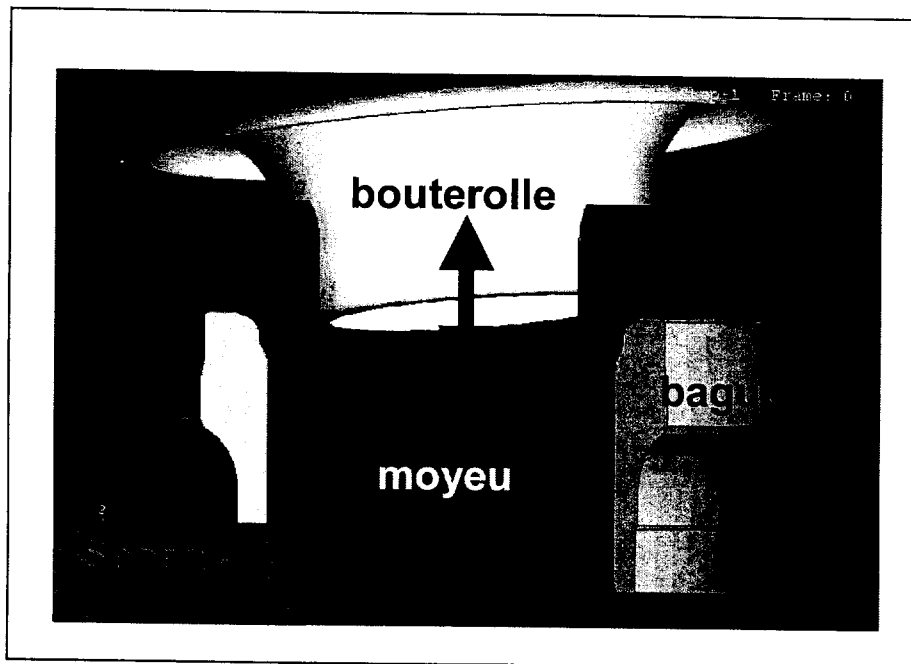
Dessin 1



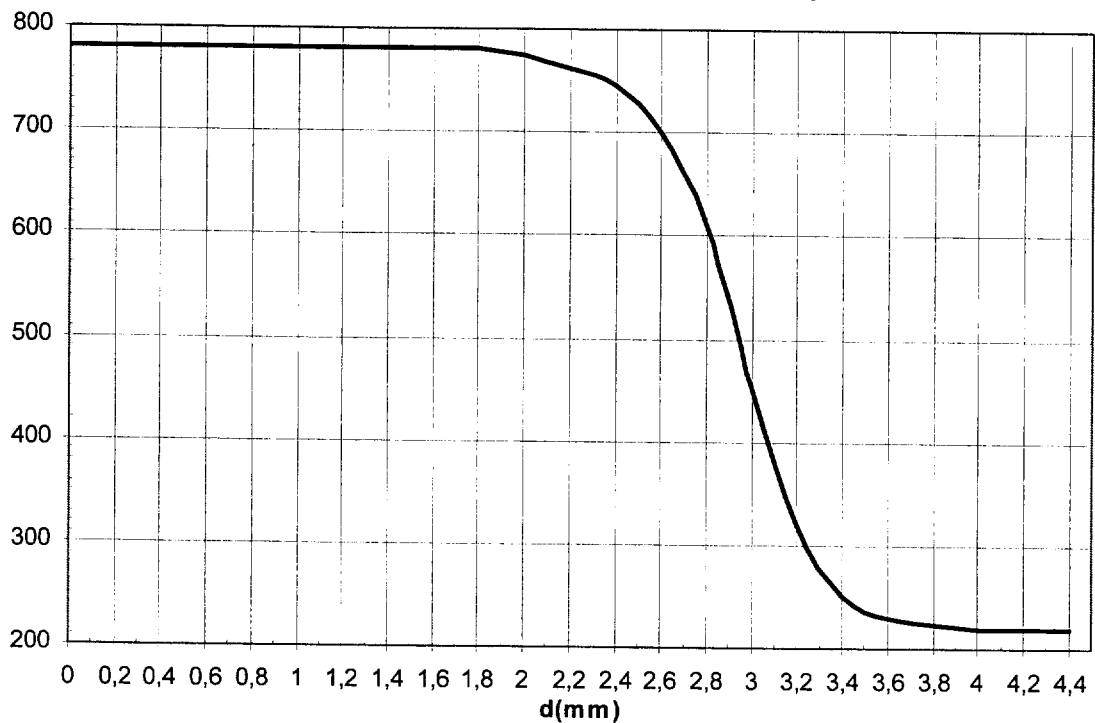
Dessin 2

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 5/8

Annexe 2



HV0,3 Filiation sur la zone 1 du moyeu C70 après trempe superficielle



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									1155	360	342					36,6	68,7	52,8	78,6		39,1
270	85	80,7	41								1190	370	352					37,7	69,2	53,6	79,2	57,4	40,4
285	90	85,5	48	82,6							1220	380	361					38,8	69,8	54,4	79,8	58,4	41,7
305	95	90,2	52								1255	390	371					39,8	70,3	55,3	80,3	59,3	42,9
320	100	95	56,2	87							1290	400	380					40,8	70,8	56	80,8	60,2	44,1
335	105	99,8									1320	410	390					41,8	71,4	56,8	81,4	61,1	45,3
350	110	105	62,3	90,5							1350	420	399					42,7	71,8	57,5	81,8	61,9	46,4
370	115	109									1385	430	409					43,6	72,3	58,2	82,3	62,7	47,4
385	120	114	66,7	93,6							1420	440	418					44,5	72,8	58,8	82,3	63,5	48,4
400	125	119									1455	450	428					45,3	73,3	59,4	83,2	64,3	49,4
415	130	124	71,2	96,4							1485	460	437					46,1	73,6	60,1	83,6	64,9	50,4
430	135	128									1520	470	447					46,9	74,1	60,7	83,9	65,7	51,3
450	140	133	75	99							1555	480	456					47,7	74,5	61,3	84,3	66,4	52,2
465	145	138									1595	490	466					48,4	74,9	61,6	84,7	67,1	53,1
480	150	143	78,7	(101,4)							1630	500	475					49,1	75,3	62,2	85	67,7	53,9
495	155	147									1665	510	485					49,8	75,7	62,9	85,4	68,3	54,7
510	160	152	81,7	(103,6)							1700	520	494					50,5	76,1	63,5	85,7	69	55,6
530	165	156									1740	530	504					51,1	76,4	63,9	86	69,5	56,2
545	170	162	85	(105,5)							1775	540	513					51,7	76,7	64,4	86,3	70	57
560	175	166									1810	550	523					52,3	77	64,8	86,6	70,5	57,8
575	180	171	87,1	(107,2)							1845	560	532					53	77,4	65,4	86,9	71,2	58,6
595	185	176									1880	570	542					53,6	77,8	65,8	87,2	71,7	59,3
610	190	181	89,5	(108,7)							1920	580	551					54,1	78	66,2	87,5	72,1	59,9
625	195	185									1955	590	561					54,7	78,4	66,7	87,8	72,7	60,5
640	200	190	91,5	(110,1)							1995	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)							2220	660						58,3	80,3	69,4	89,5	75,9	64,7
755	235	223									2260	670						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	2300	680						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	2340	690						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	2380	700						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	2420	720						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	2460	740						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	2500	760						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	2540	780						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	2580	800						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	2620	820						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	2660	840						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	2700	860						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	2740	880						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	2780	900						67	85	76,1	92,9	83,6	74,2
995	310	295			31	65,8	48,4	75,6	51,3	32,5	2820	920						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	2860	940						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 Option A : Traitements Thermiques	Page 7/8

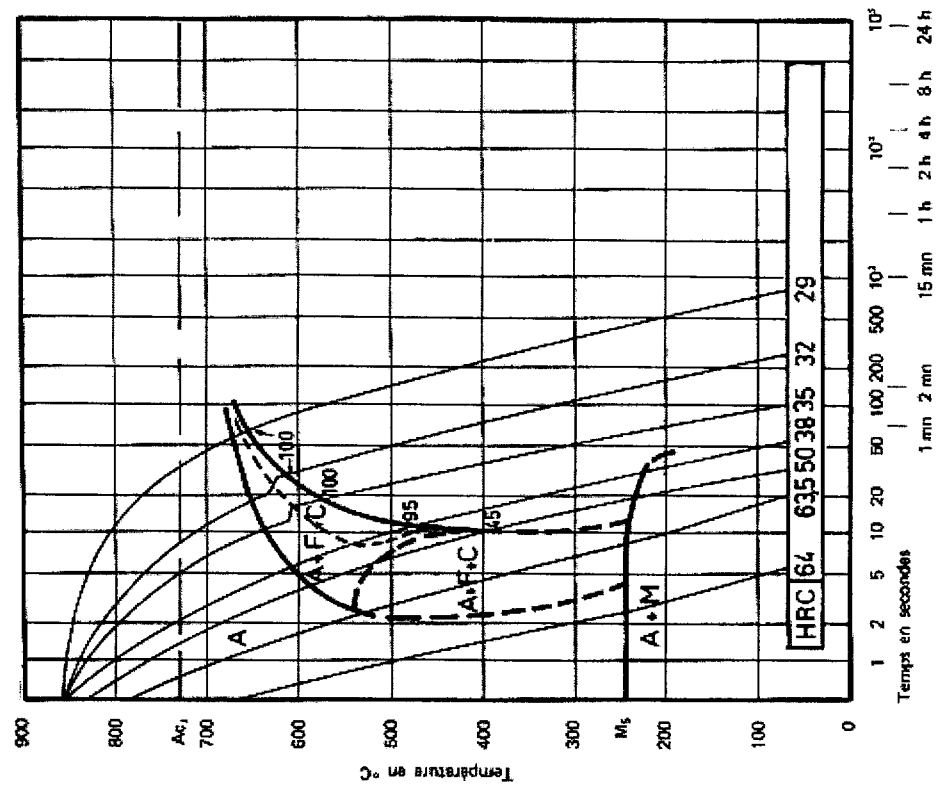
Annexe 4

C 70

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

Grossueur du grain : 9-10

Austénitisé à 850 °C 30 mn

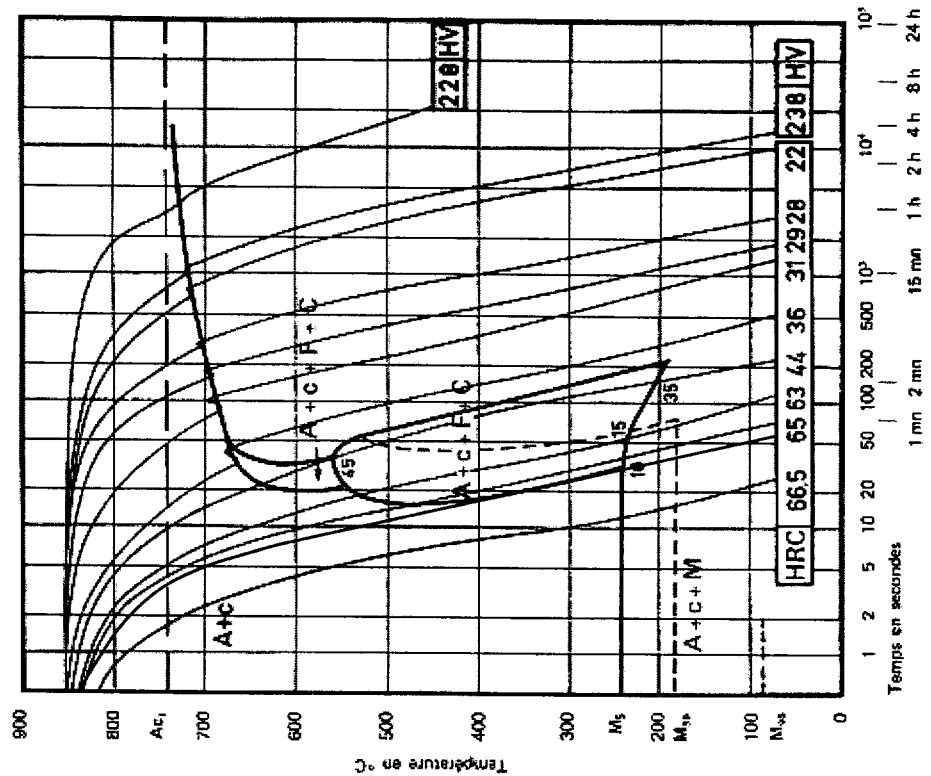


100 Cr-6 (nuance 2133)

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 : 7-8

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

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.