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.

CRDP Aquitaine

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 : $200 < HBW\ 2,5/187,5 < 240$,
- taille de grain : $G > 5$,
- dans la zone 1 (voir annexe 1 dessin 2) :
  - en surface : $720 < HV1 < 800$
  - profondeur conventionnelle de trempe après chauffage superficiel: 3,2±0,2mm

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.

CRDP Aquitaine

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.

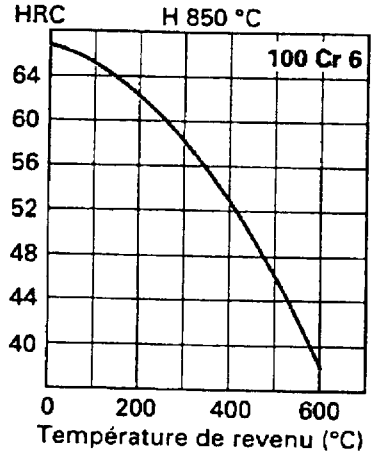
II.2.2- Le traitement de trempe est réalisé dans un four à tapis avec bac de trempe. Réaliser un schéma sommaire commenté d'un tel four.

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_s °C	Proportion d'austénite non transformée en martensite (austénite résiduelle) à 20 °C %	Proportion d'austénite non transformée en martensite (austénite résiduelle) à −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.

CRDP Aquitaine

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_2+H_2. 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 ?

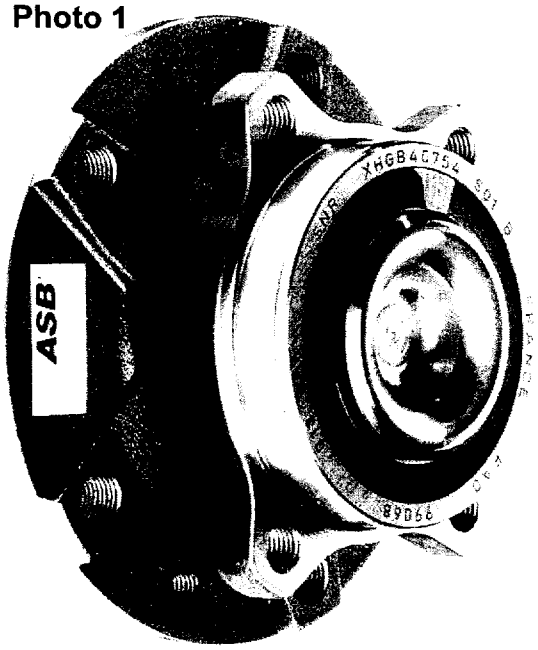
Barème sur 20 points :

	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

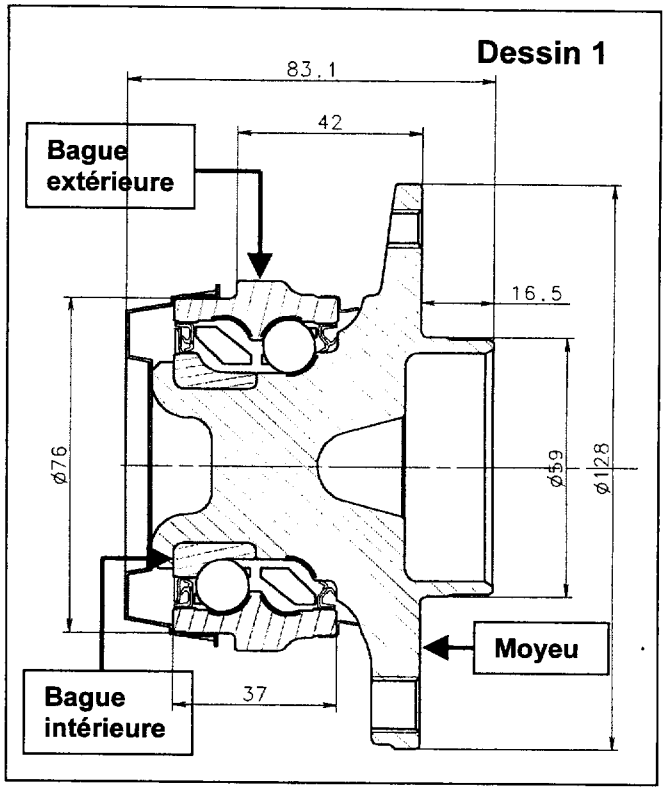
CRDP Aquitaine

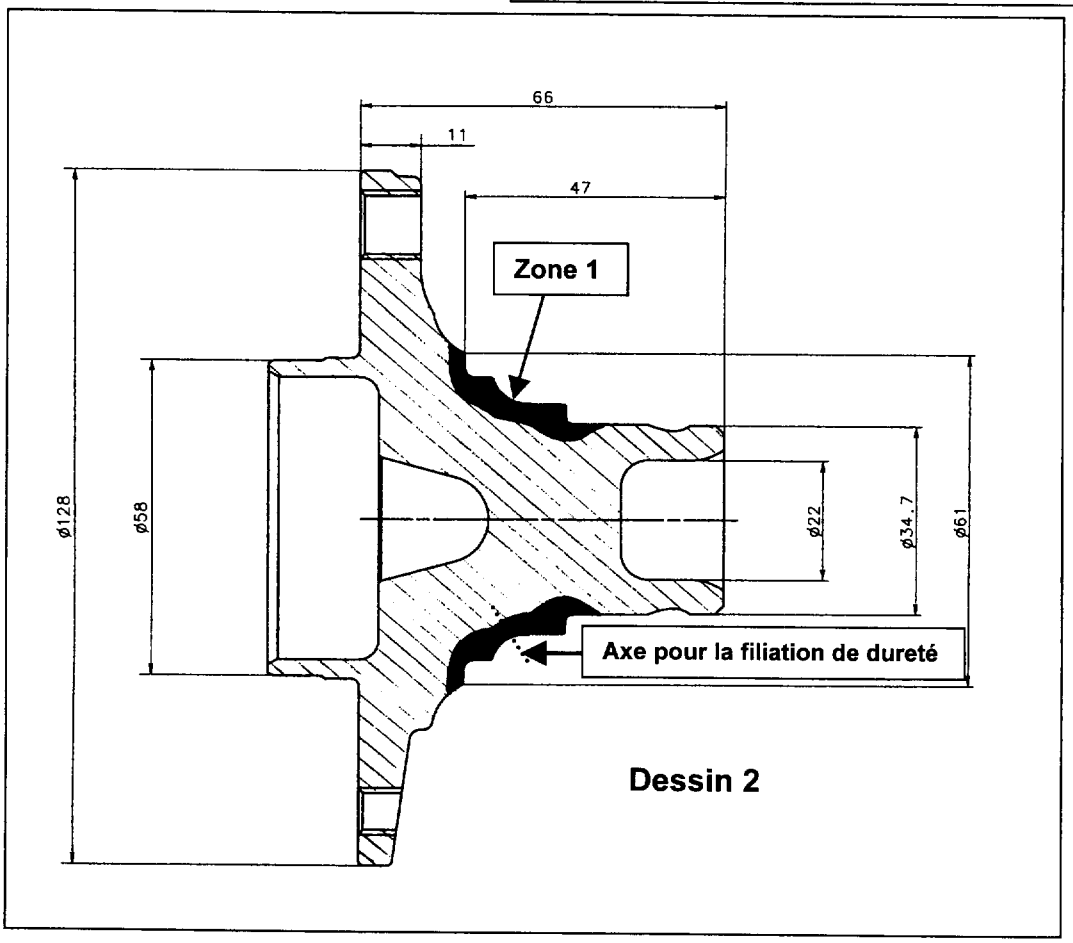
Annexe 1

Photo 1



Dessin 1

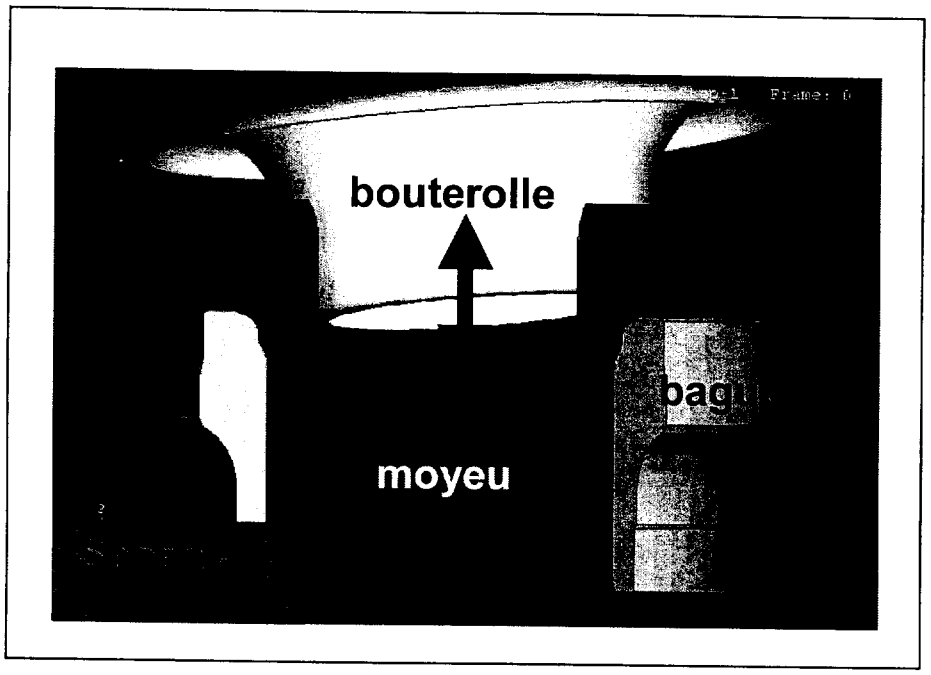


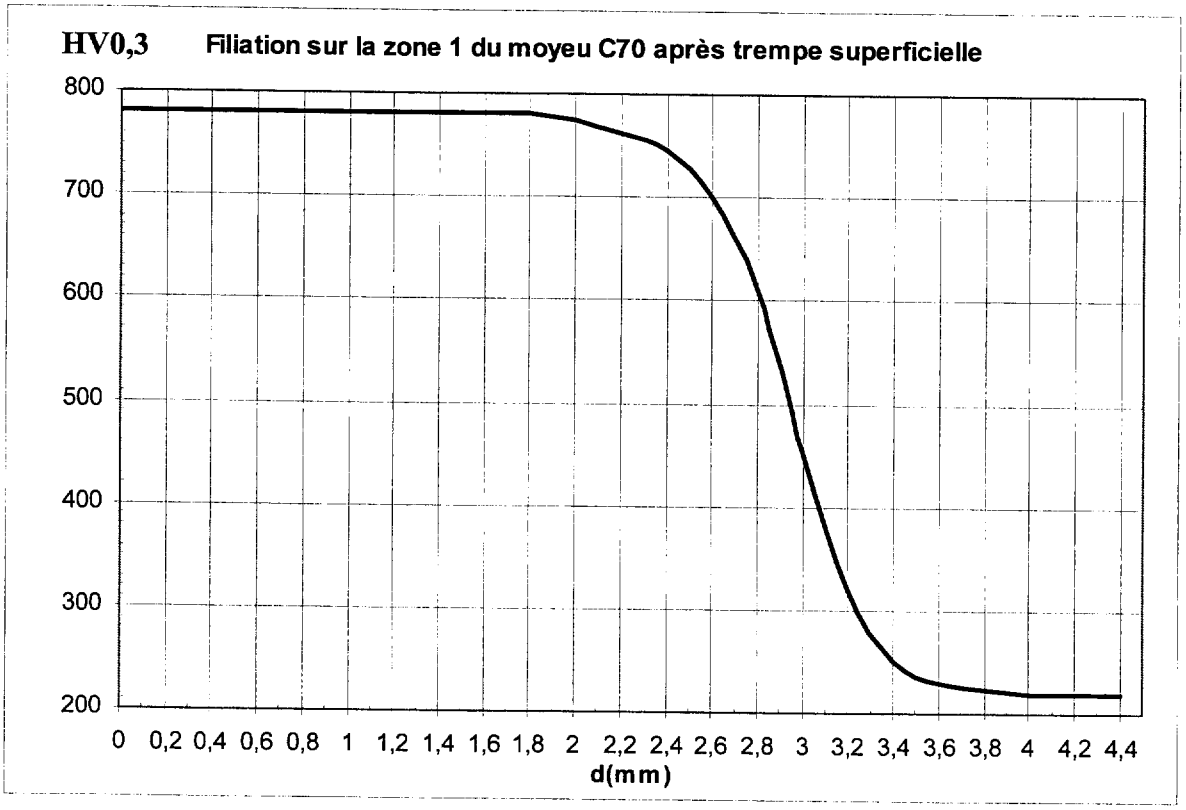


Dessin 2

CRDP Aquitaine

Annexe 2





CRDP Aquitaine

Annexe 3

Rm MPa	HV10	HB	Dureté Rockwell							
			HRB	HRF	HRC	HRA	HRD	HR 15N	HR 30N	HR 45N
255	80	76								
270	85	80,7	41							
285	90	85,5	48	82,6						
305	95	90,2	52							
320	100	95	56,2	87						
335	105	99,8								
350	110	105	62,3	90,5						
370	115	109								
385	120	114	66,7	93,6						
400	125	119								
415	130	124	71,2	96,4						
430	135	128								
450	140	133	75	99						
465	145	138								
480	150	143	78,7	(101,4)						
495	155	147								
510	160	152	81,7	(103,6)						
530	165	156								
545	170	162	85	(105,5)						
560	175	166								
575	180	171	87,1	(107,2)						
595	185	176								
610	190	181	89,5	(108,7)						
625	195	185								
640	200	190	91,5	(110,1)						
660	205	195	92,5							
675	210	199	93,5	(111,3)						
690	215	204	94							
705	220	209	95	(112,4)						
720	225	214	96							
740	230	219	96,7	(113,4)						
755	235	223								
770	240	228	98,1	(114,3)	20,3	60,7	40,3	69,6	41,7	19,9
785	245	233			21,3	61,2	41,1	70,1	42,5	21,1
800	250	238	99,5	(115,1)	22,2	61,6	41,7	70,6	43,4	22,2
820	255	242			23,1	62	42,2	71,1	44,2	23,2
835	260	247	(101)		24	62,4	43,1	71,6	45	24,3
850	265	252			24,8	62,7	43,7	72,1	45,7	25,2
865	270	257	(102)		25,6	63,1	44,3	72	46,4	26,2
880	275	261			26,4	63,5	44,9	73	47,2	27,1
900	280	266	(104)		27,1	63,8	45,3	73,4	47,8	27,9
915	285	271			27,8	64,2	46	73,8	48,4	28,7
930	290	276	(105)		28,5	64,5	46,5	74,2	49	29,5
950	295	280			29,2	64,8	47,1	74,6	49,7	30,4
965	300	285			29,8	65,2	47,5	74,9	50,2	31,1
995	310	295			31	65,8	48,4	75,6	51,3	32,5
1030	320	304			32,2	66,4	49,4	76,2	52,3	33,9
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
1155	360	342			36,6	68,7	52,8	78,6		39,1
1190	370	352			37,7	69,2	53,6	79,2	57,4	40,4
1220	380	361			38,8	69,8	54,4	79,8	58,4	41,7
1255	390	371			39,8	70,3	55,3	80,3	59,3	42,9
1290	400	380			40,8	70,8	56	80,8	60,2	44,1
1320	410	390			41,8	71,4	56,8	81,4	61,1	45,3
1350	420	399			42,7	71,8	57,5	81,8	61,9	46,4
1385	430	409			43,6	72,3	58,2	82,3	62,7	47,4
1420	440	418			44,5	72,8	58,8	823	63,5	48,4
1455	450	428			45,3	73,3	59,4	83,2	64,3	49,4
1485	460	437			46,1	73,6	60,1	83,6	64,9	50,4
1520	470	447			46,9	74,1	60,7	83,9	65,7	51,3
1555	480	456			47,7	74,5	61,3	84,3	66,4	52,2
1595	490	466			48,4	74,9	61,6	84,7	67,1	53,1
1630	500	475			49,1	75,3	62,2	85	67,7	53,9
1665	510	485			49,8	75,7	62,9	85,4	68,3	54,7
1700	520	494			50,5	76,1	63,5	85,7	69	55,6
1740	530	504			51,1	76,4	63,9	86	69,5	56,2
1775	540	513			51,7	76,7	64,4	86,3	70	57
1810	550	523			52,3	77	64,8	86,6	70,5	57,8
1845	560	532			53	77,4	65,4	86,9	71,2	58,6
1880	570	542			53,6	77,8	65,8	87,2	71,7	59,3
1920	580	551			54,1	78	66,2	87,5	72,1	59,9
1955	590	561			54,7	78,4	66,7	87,8	72,7	60,5
1995	600	570			55,2	78,6	67	88	73,2	61,2
2030	610	580			55,7	78,9	67,5	88,2	73,7	61,7
2070	620	589			56,3	79,2	67,9	88,5	74,2	62,4
2105	630	599			56,8	79,5	68,3	88,8	74,6	63
2145	640	608			57,3	79,8	68,7	89	75,1	63,5
2180	650	618			57,8	80	69	89,2	75,5	64,1
	660				58,3	80,3	69,4	89,5	75,9	64,7
	670				58,8	80,6	69,8	89,7	76,4	65,3
	680				59,2	80,8	70,1	89,8	76,8	65,7
	690				59,7	81,1	70,5	90,1	77,2	66,2
	700				60,1	81,3	70,8	90,3	77,6	66,7
	720				61	81,8	71,5	90,7	78,4	67,7
	740				61,8	82,2	72,1	91	79,1	68,6
	760				62,5	82,6	72,6	91,2	79,7	69,4
	780				63,3	83	73,3	91,5	80,4	70,2
	800				64	83,4	73,8	91,8	81,1	71
	820				64,7	83,8	74,3	92,1	81,7	71,8
	840				65,3	84,1	74,8	92,3	82,2	72,2
	860				65,9	84,4	75,3	92,5	82,7	73,1
	880				66,4	84,7	75,7	92,7	83,1	73,6
	900				67	85	76,1	92,9	83,6	74,2
	920				67,5	85,3	76,5	93	84	74,8
	940				68	85,6	76,9	93,2	84,4	75,4

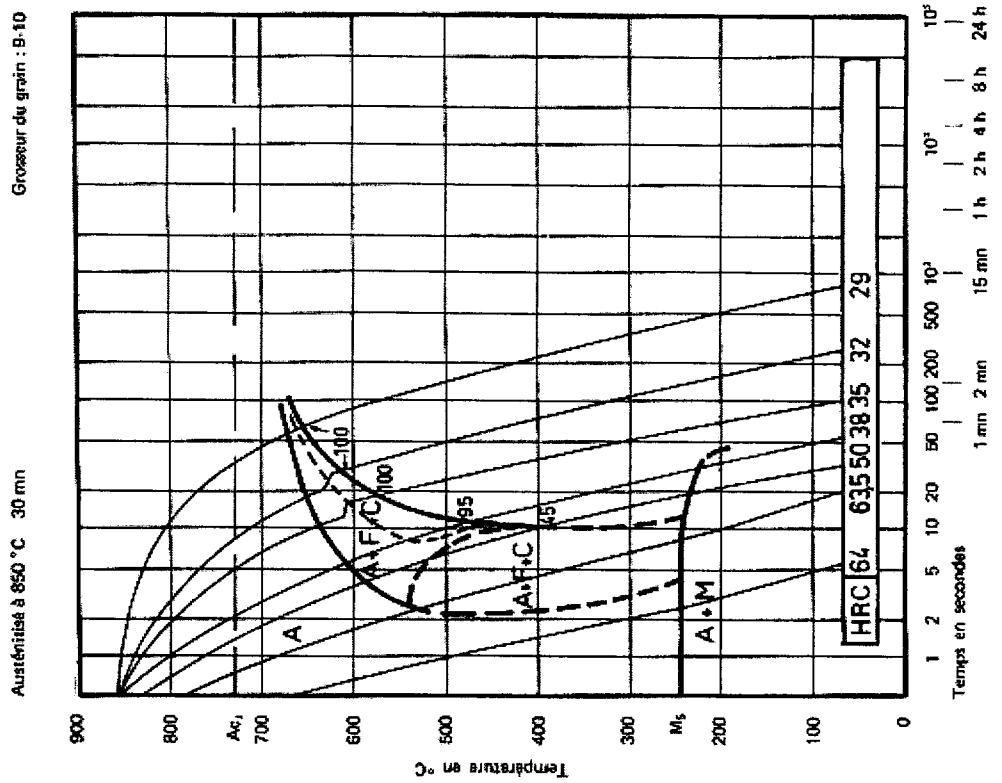
Tableau 6. Conversion dureté-dureté ou duretérésistance à la traction pour les aciers non alliés ou faiblement alliés et la fonte (Annexe A de NFISO 18265).

CRDP Aquitaine

Annexe 4

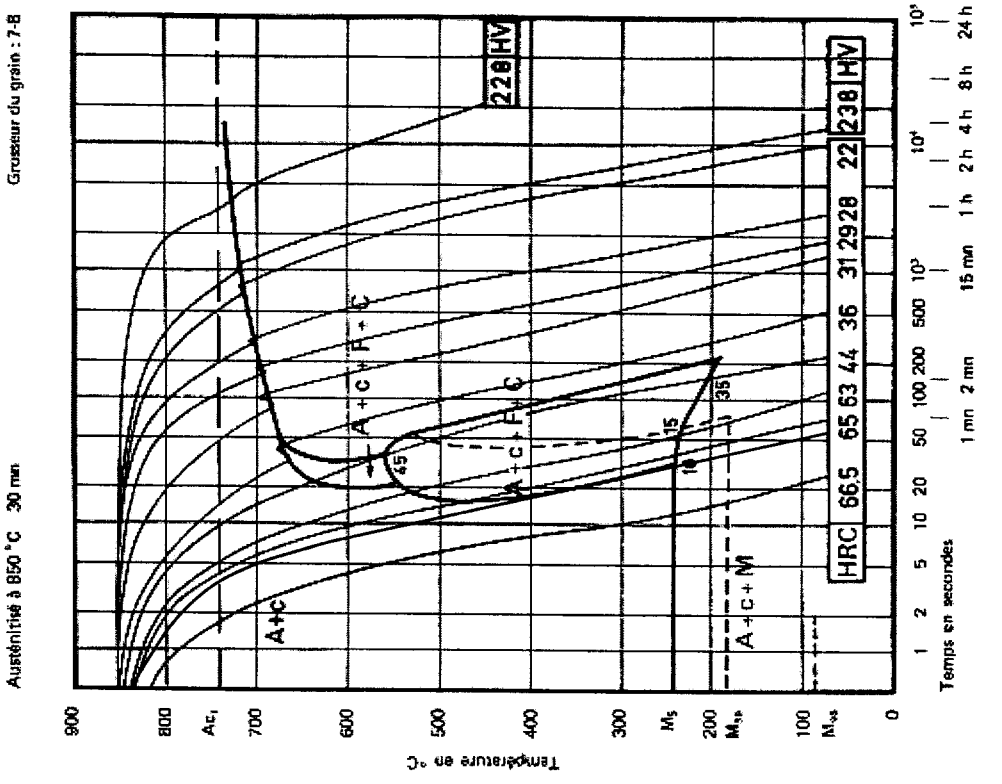
C 70

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



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



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

CRDP Aquitaine

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.