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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

- U4.2 -
Sous-épreuve commune aux deux options

SESSION 2019

———

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

———

Matériel autorisé :
L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Documents à rendre avec la copie :

- Annexe I-D……page 9/11
- Annexe II-A……...page 10/11

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 11 pages, numérotées de 1/11 à 11/11.

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

Présentation du système

L'arceau PRIVA PARK® est un dispositif automatique et autonome de réservation d'emplacement de parking. Il permet de palier l'occupation illicite d'emplacements de parking réservés de la part de certains automobilistes. Il est actionné depuis la voiture par l'intermédiaire d'une télécommande.

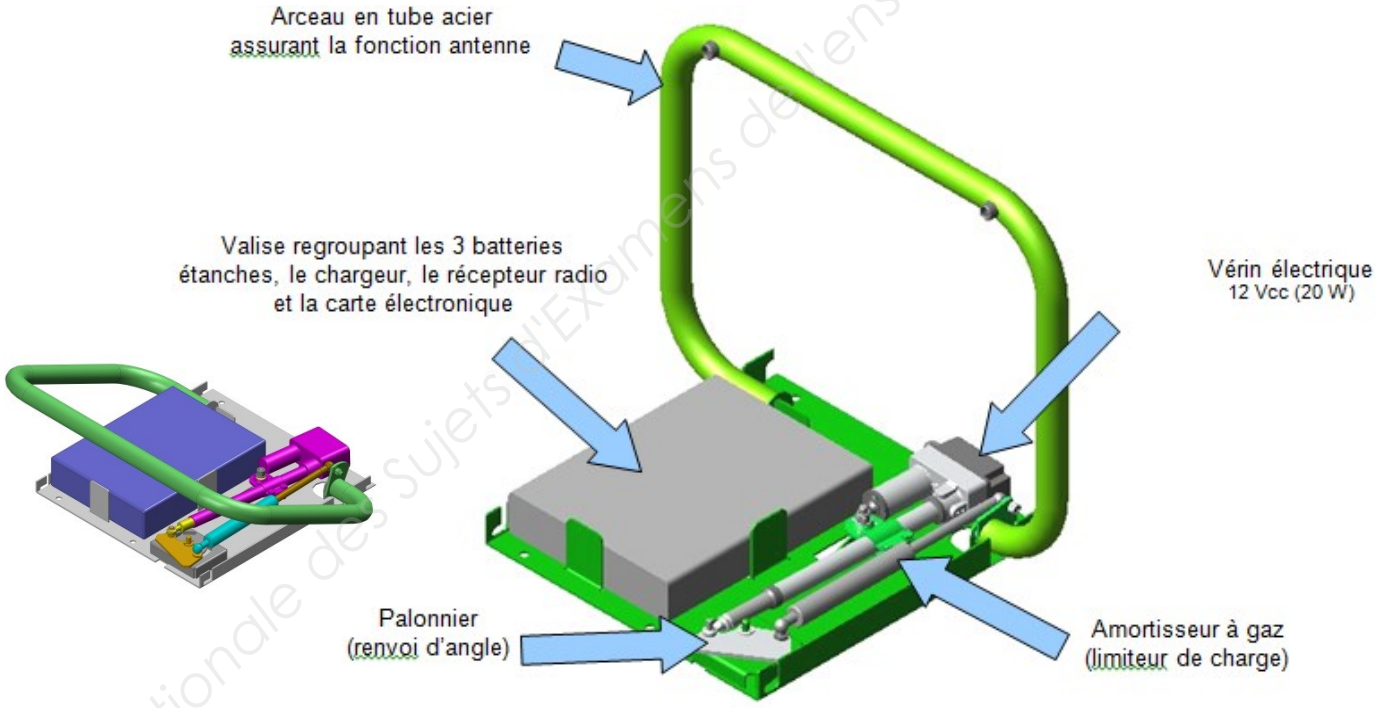






PRIVA PARK® est composé d'un arceau amovible rattaché à une semelle fixée au sol. Le tout est protégé par un capot en acier qui recouvre tous les composants électroniques et mécaniques du système, mais aussi ses points de fixation. Ce capot supporte le poids d'un véhicule lors de fausses manœuvres.

Architecture du système et objet de l'étude



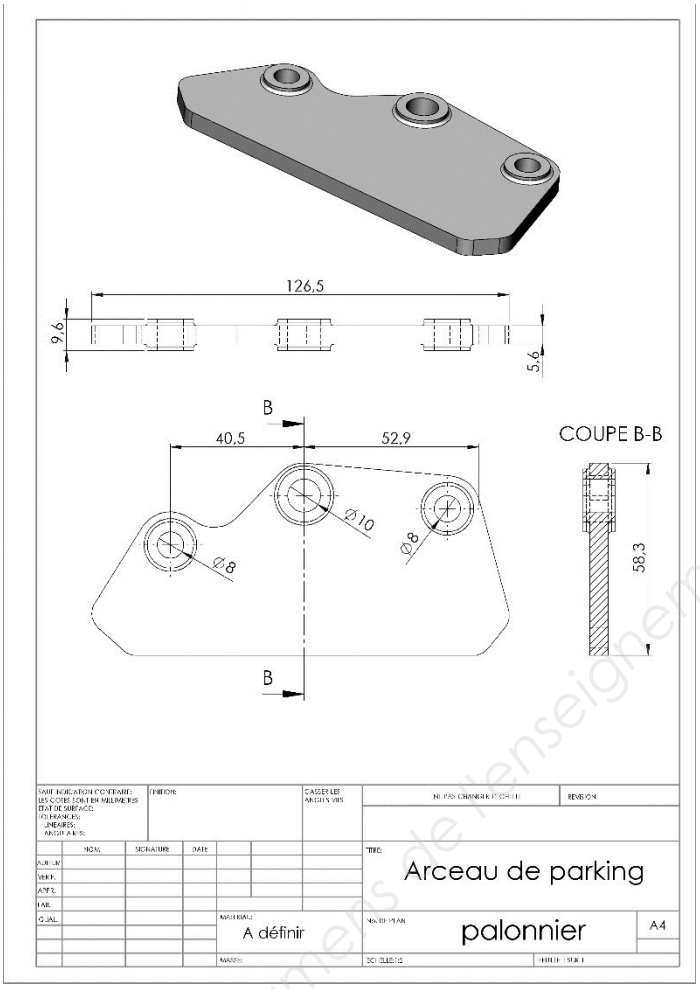
L'étude portera essentiellement sur :

- le choix de l'acier ainsi que le traitement thermique **du palonnier** ;
- la vérification des caractéristiques mécaniques de ce même **palonnier** ;
- le traitement de surface **de l'arceau en tube d'acier galvanisé**.
  Voir cahier des charges (page 3/11)

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

Partie I : étude du traitement thermique du palonnier en PHASE 50

Le palonnier assure l'ouverture/fermeture de l'arceau via l'action du vérin, le contrôle du mouvement étant assuré par l'amortisseur.



CAHIER DES CHARGES	GAMME DE FABRICATION (simplifiée)	
Le cahier des charges défini par l'entreprise est le suivant : **MATIÈRE : acier à déterminer** **Brut :** obtenu par estampage à partir d'un lopin laminé. **Caractéristiques mécaniques requises :** 1 320 MPa ≥ **Rm** ≥ 1 190 MPa **Rp0,2** ≥ 950 MPa **A%** ≥ 13 **KCU** ≥ 70 J.cm^{-2} **Finition :** Protection anticorrosion et coloration noire. **Série :** 10 000 palonniers par an. Renouvelable.	**Phases**	**OPÉRATIONS**
	10	Débit du lopin
	20	Obtention du brut par ***estampage***
	30	Traitement thermique : ***Recuit de régénération***
	40	Usinages d'ébauche et demi-finition
	50	Traitements thermiques : **(à déterminer)**
	60	Usinages de finition
	70	Traitements de surface

Base nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

I.1 Parmi les aciers proposés en **annexes I-A, I-B et I-C pages 6,7 et 8**, choisir celui qui permet de respecter le cahier des charges. Justifier ce choix à partir des **annexes I-A**, **I-B** et **I-C pages 6,7 et 8**.

I.2 Pour la désignation retenue, donner la composition moyenne de cet acier, en nommant (s'il y a lieu) le ou les éléments d'addition en toutes lettres.

I.3 À partir de la fiche technique de l'acier choisi, dessiner le cycle complet du traitement thermique ***(phase 50)***, en faisant apparaître les valeurs des températures, des temps de maintien et les milieux de refroidissement adaptés.

On formule l'hypothèse que l'acier retenu est le **42CrMo4.**

I.4 Tracer sur le diagramme **TRC**, fourni en **annexe I-D page 9** la loi correspondant à la vitesse critique de trempe martensitique en la repérant. Définir cette vitesse. Préciser la durée de retour à la température ambiante ainsi que la dureté visée.

I.5 Indiquer sur **l'annexe I-D** (page 9 à rendre) la micrographie (***1, 2 ou 3***) qui semble correspondre à cette vitesse critique de trempe en repérant les constituants de structure présents.

I.6 Pour les deux micrographies restantes, tracer sur le diagramme **TRC (**en les repérant), les lois de refroidissement vous semblant correspondre aux structures observées.

Partie II : caractéristiques mécaniques du palonnier

L'arceau est destiné à être implanté dans des environnements où les variations de températures peuvent avoir une amplitude importante. Son mode de fonctionnement le soumet également à des chocs répétés.
On souhaite s'assurer que les caractéristiques liées à la résilience de cet acier sont satisfaites.

Pour cela on donne en **annexe II-A page 10** les résultats partiels d'essais de flexion par choc Charpy pratiqués sur 5 éprouvettes en V à des températures différentes.

II.1 Donner le principe et le mode opératoire de l'essai de flexion par choc Charpy.

II.2 Compléter le tableau **en annexe II-A page 10** en associant les énergies relevées lors des essais et les températures probables. Justifier votre réponse.

II.3 Tracer sur le graphe l'allure que pourrait avoir la courbe de l'énergie absorbée lors de ces essais en identifiant et en localisant la zone **ductile**, **fragile** et **mixte**.

II.4 Proposer pour les repères **a** et **b** des macrographies données en **annexe II-A page 10**, une situation sur la courbe par une analyse des déformations des éprouvettes. Justifier votre réponse.

II.5 Calculer **KCV** $^{-30°C}$ et **KCV** $^{30°C}$ en détaillant les calculs et les unités.

Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel

Partie III : étude du traitement de surface de l'arceau

Afin d'être protégé contre la corrosion, l'arceau en tube d'acier est galvanisé à chaud recevant ainsi une couche zinc (400 g/m^2 de protection). L'arceau est aussi bien traité à l'intérieur qu'à l'extérieur.
Il peut être ensuite peint par poudrage électrostatique en vue d'améliorer cette protection et d'apporter une couleur spécifique.

III.1 Expliquer le principe de la galvanisation.

III.2 La température de fusion du zinc étant de 420°C, le choix de l'entreprise est de réaliser ce traitement à 460°C. Quels seraient les risques et les inconvénients avec une température plus élevée ?

III.3 Indiquer ce que signifie une protection de 400 g/m^2.

III.4 Déterminer l'épaisseur de traitement réalisée.
On donne la masse volumique du métal déposé égale à 7,14 kg/dm^3.

III.5 Après galvanisation, l'arceau peut recevoir un poudrage électrostatique.
Expliquer le principe d'application de cette peinture. Accompagner votre réponse par un schéma si nécessaire.

III.6 Expliquer les conditions de polymérisation de la poudre et de la résine.

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

Barème

Partie I (7 points)						
Questions	I.1	I.2	I.3	I.4	I.5	I.6
Points	1,5	1	1,5	1	1	1

Partie II (6 points)					
Questions	II.1	II.2	II.3	II.4	II.5
Points	1	1	1,5	1,5	1

Partie III (7 points)						
Questions	III.1	III.2	III.3	III.4	III.5	III.6
Points	1,5	1	1	1,5	1	1

ANNEXE I - A	FICHE TECHNIQUE : ACIER C48

Composition chimique (Valeurs normalisées en %) Selon NFA 35-552

C	Si	Mn	P	S
0,45-0,51	0,15 - 0,35	0,50 - 0,80	⩽ 0,030	⩽ 0,035[1)]

1) TEW — Cm 45 avec teneur en soufre réglée 0,020-0,035 %

Etat de livraison : demi-produit - barres - fils - étirés.

Caractéristiques mécaniques à l'état de livraison : normalisé (840-870 °C) (valables pour éprouvettes longitudinales)

dimension diamètre d mm	limite élastique E 0,2 % N/mm² mini	résistance à la traction R N/mm²	allongement à la rupture A % mini	résilience KCU J/cm² mini
⩽ 16	375	660-760	17	40
16 < d ⩽ 40	345	640-750	17	40
40 < d ⩽ 100	325	620-740	16	35
100 < d ⩽ 160	305	600-730	16	30
160 < d ⩽ 250	295	580-720	15	30

Formage à chaud et traitement thermique (valeurs de référence)

Forgeage	recuit	normalisation	trempe		revenu
			à l'eau	à l'huile	
°C	°C	°C	°C	°C	°C
1100-850	650-700	840-870	805-835	825-855	550-650

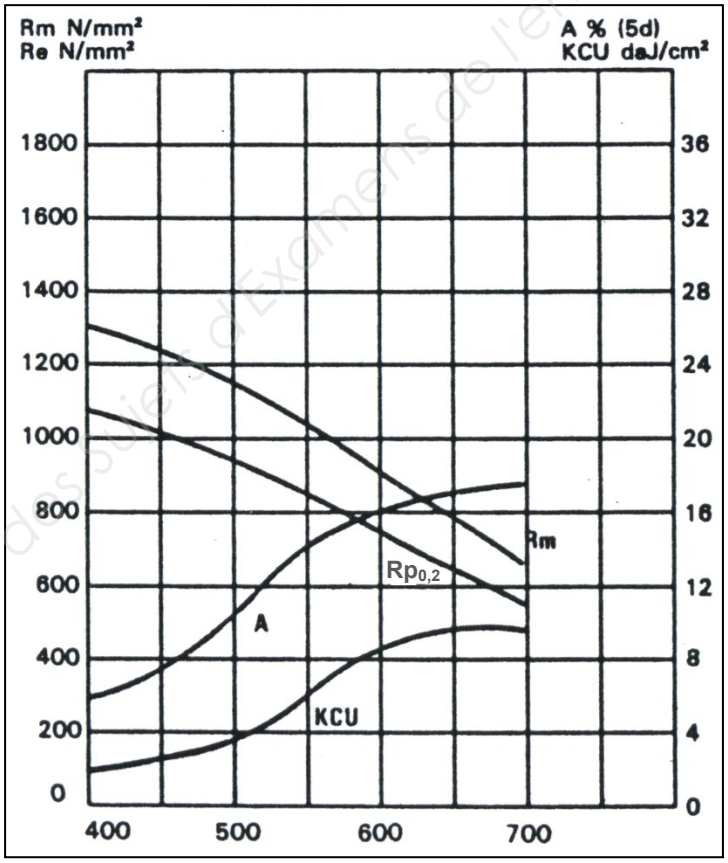


DIAGRAMME DE REVENU ACIER C48

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

ANNEXE I - B	FICHE TECHNIQUE : 30NiCr11

Composition chimique (valeurs normalisées en %) Selon NFA 35-552

C	Si	Mn	Ni	Cr	P	S
0,27-0,34	0,10-0,40	0,35-0,60	2,50-3,00	0,60-0,90	⩽ 0,035	⩽ 0,035

Caractéristiques mécaniques à l'état de livraison

Recuit d'adoucissement HB maxi
229

Formage à chaud et traitement thermique

Forgeage °C	Refroidissement	Recuit de normalisation °C	Refroidissement
1150-850	lent, au four p. ex	830-880	lent

Recuit d'adoucissement °C	Trempe °C	Refroidissement	Dureté sous pleine trempe HRC	Revenu °C
620-650	835-865	huile	58	550-650

Caractéristiques mécaniques réalisables sur barres à l'état traité

Dimension diamètre d mm	Limite élastique à 0,2% N/mm^2 mini	Résistance à la traction N/mm^2	Allongement A % mini	Résilience KCU J/cm^2 mini
d ⩽ 16	750	930-1130	13	70
16 < d ⩽ 40	670	850-1050	13	70
40 < d ⩽ 100	600	780-930	14	70

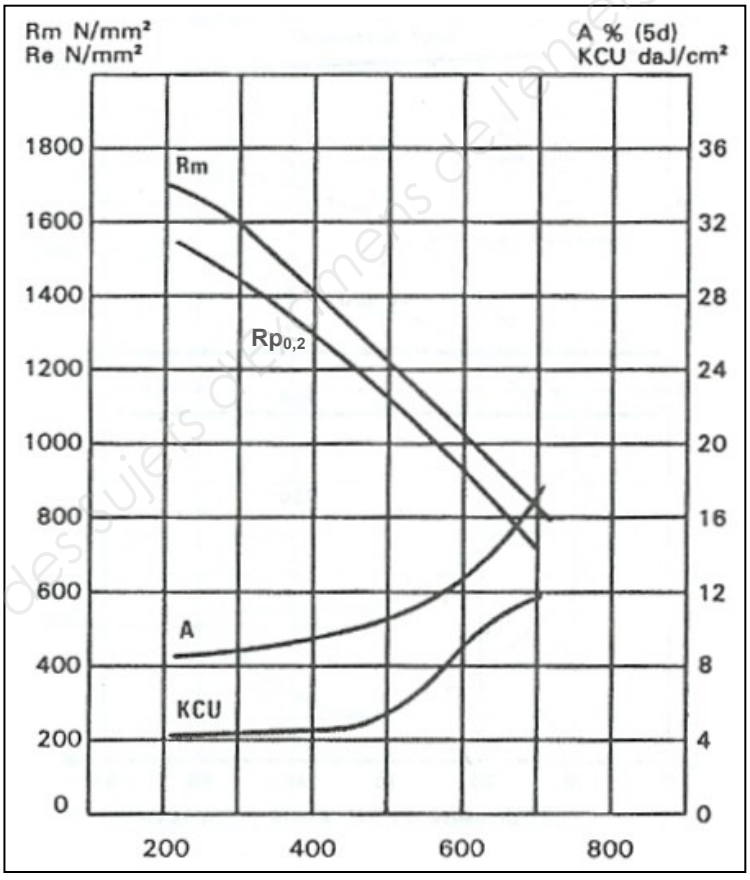


DIAGRAMME DE REVENU ACIER 30NiCr11

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

ANNEXE I - C	FICHE TECHNIQUE : 42CrMo4

Composition chimique (Valeurs normalisées en %) Selon NFA 35-552	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
	0,39-0,45	0,10-0,40	0,60-0,90	⩽ 0,035	⩽ 0,035[1)]	0,90-1,20	0,15-0,25

1) TEW 42CrMoS 4 avec teneur en soufre réglée 0,020-0,35 %

Etat de livraison	demi-produit - barres - fils - étirés

Caractéristiques mécaniques à l'état de livraison	G recuit doux	B traité pour usinabilité améliorée	C traité pour cisaillage à froid
	dureté Brinell HB max.	dureté Brinell HB max.	dureté Brinell HB max.
	217	241	250

Formage à chaud et traitement thermique (valeurs de référence)	forgeage °C	recuit °C	normalisation °C	trempe à l'huile °C	revenu °C
	1050-850	680-720	840-880	835-865	550-650

Caractéristiques mécaniques réalisables sur barres à l'état traité	dimension diamètre d mm	limite élastique (limite 0,2 %) N/mm² mini	résistance à la traction N/mm²	allongement à la rupture A % mini	résilience KCU J/cm² mini
	d ⩽ 16	850	1080-1280	10	50
	16 < d ⩽ 40	770	980-1180	11	50
	40 < d ⩽ 100	700	880-1080	12	50

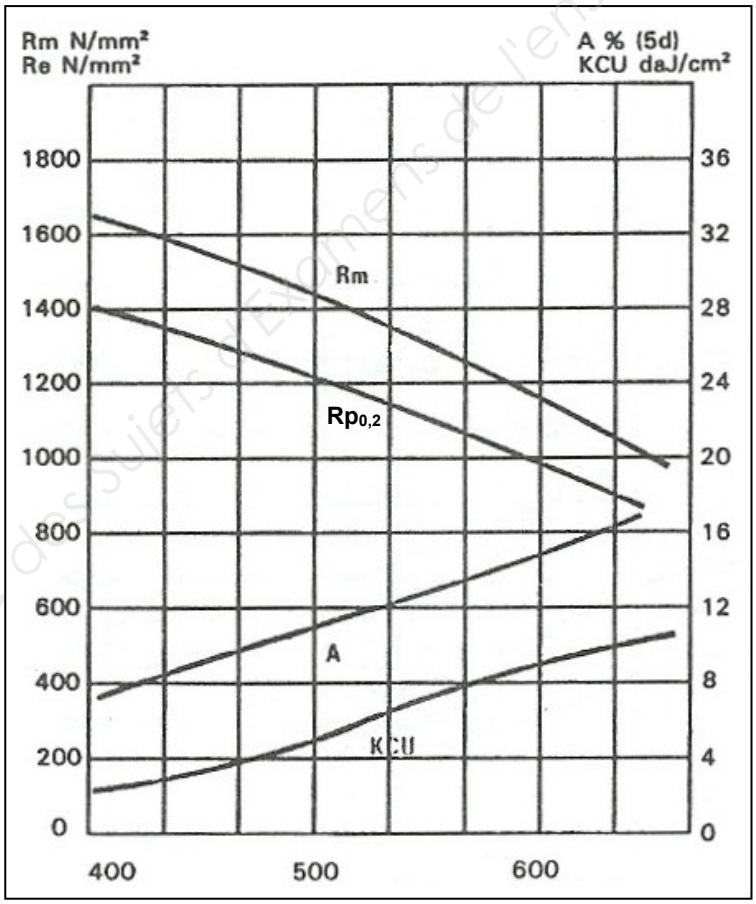
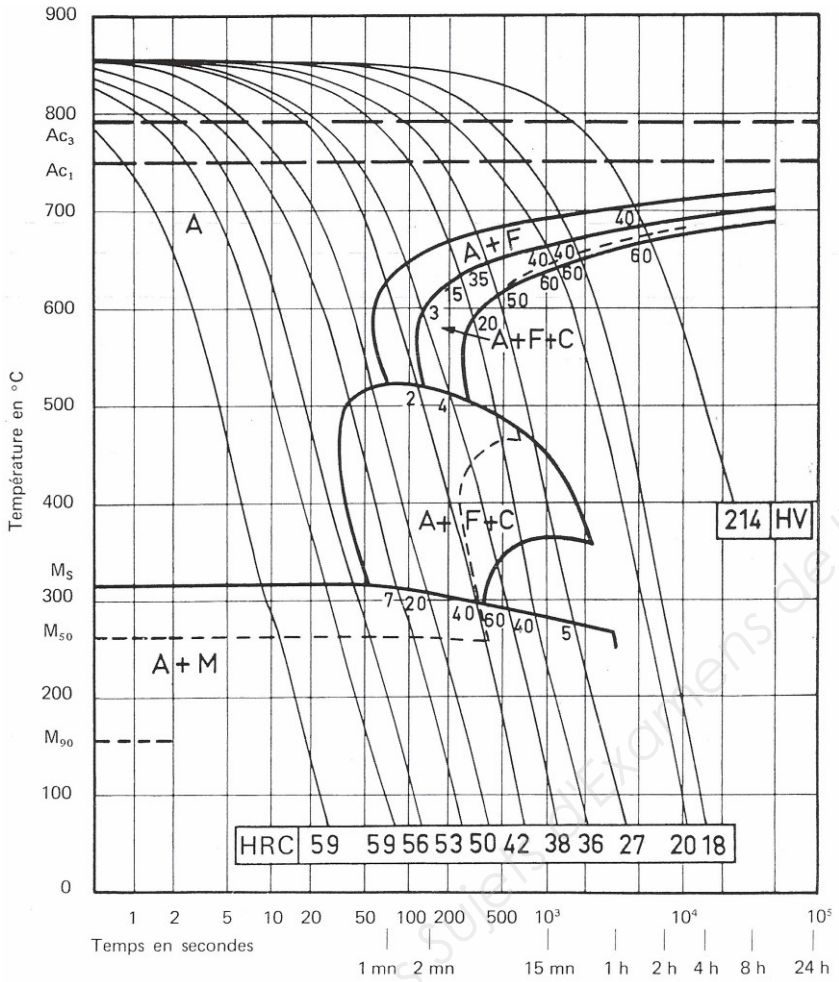


DIAGRAMME DE REVENU ACIER 42CrMo4

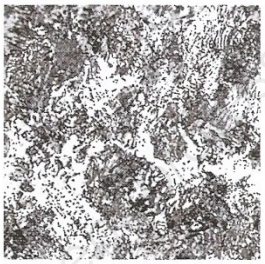
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

ANNEXE I – D Document à rendre	**DIAGRAMME TRC : ACIER 42CrMo4**



Micrographies en refroidissement continu (x 540)

Structure Ferrito-perlitique



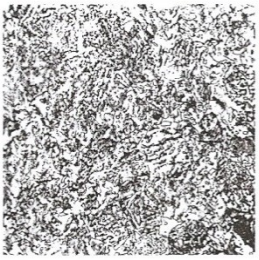
1

Structure Bainito-martensitique



2

Structure martensitique



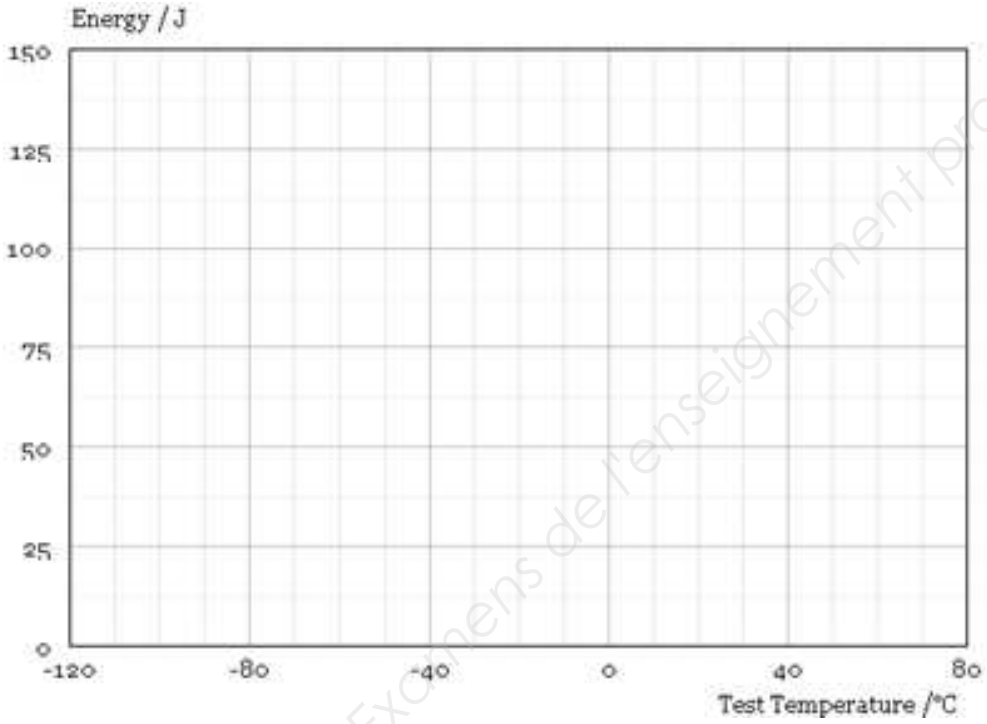
3

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

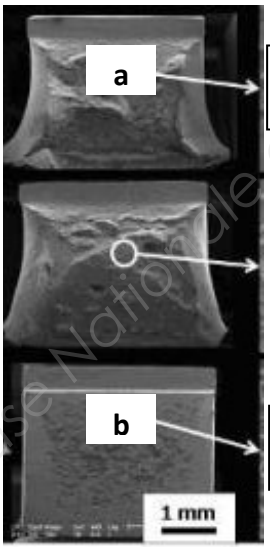
ANNEXE II - A Document à rendre	**RÉSULTATS FLEXION PAR CHOC**

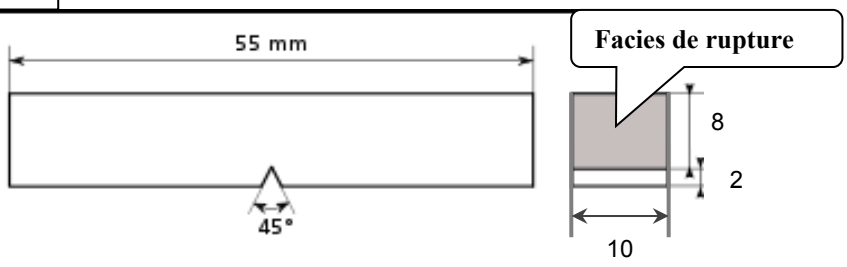
N° Essai	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Temp. en °C	**- 80°C**	**- 30°C**	**0°C**	**30°C**	**80°C**
Énergie en J à compléter					

Résultats résilience KV
125 J
120 J
90 J
40 J
25 J



Macrographies de 3 faciès de rupture





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

ANNEXE II - B	Tableau de correspondance des duretés

Résist. à la traction N/mm²	Dureté Vickers [F≥98 N]	Dureté Brinell[1)]	Dureté Rockwell		
			HRB	HRC	HRA
255	80	76			
270	85	80,7	41		
285	90	85,5	48		
305	95	90,2	52		
320	100	95	56,2		
335	105	99,8			
350	110	105	62,3		
370	115	109			
385	120	114	66,7		
400	125	119			
415	130	124	71,2		
430	135	128			
450	140	133	75		
465	145	138			
480	150	143	78,7		
495	155	147			
510	160	152	81,7		
530	165	156			
545	170	162	85		
560	175	166			
575	180	171	87,1		
595	185	176			
610	190	181	89,5		
625	195	185			
640	200	190	91,5		
660	205	195	92,5		
675	210	199	93,5		
690	215	204	94		
705	220	209	95		
720	225	214	96		
740	230	219	96,7		
755	235	223			
770	240	228	98,1	20,3	60,7
785	245	233		21,3	61,2
800	250	238	99,5	22,2	61,6
820	255	242	(101)	23,1	62
835	260	247		24	62,4
850	265	252	(102)	24,8	62,7
865	270	257		25,6	63,1
880	275	261	(104)	26,4	63,5
900	280	268		27,1	63,8
915	285	271	(105)	27,8	64,2
930	290	276		28,5	64,5
950	295	280		29,2	64,8
965	300	285		29,8	65,2
995	310	295		31	65,8
1030	320	304		32,2	66,4
1060	330	314		33,3	67
1095	340	323		34,3	67,6
1125	350	333		35,5	68,1
1155	360	342		36,6	68,7
1190	370	352		37,7	69,2

Résist. à la traction N/mm²	Dureté Vickers [F≥98 N]	Dureté Brinell[1)]	Dureté Rockwell		
			HRB	HRC	HRA
1220	380	361		38,8	69,8
1255	390	371		39,8	70,3
1290	400	380		40,8	70,8
1320	410	390		41,8	71,4
1350	420	399		42,7	71,8
1385	430	409		43,6	72,3
1420	440	418		44,5	72,8
1455	450	428		45,3	73,3
1485	460	437		46,1	73,6
1520	470	447		46,9	74,1
1555	480	(465)		47,7	74,5
1595	490	(466)		48,4	74,9
1630	500	(475)		49,1	75,3
1665	510	(485)		49,8	75,7
1700	520	(494)		50,5	76,1
1740	530	(504)		51,1	76,4
1775	540	(513)		51,7	76,7
1810	550	(523)		52,3	77
1845	560	(532)		53	77,4
1880	570	(542)		53,6	77,8
1920	580	(551)		54,1	78
1955	590	(561)		54,7	78,4
1995	600	(570)		55,2	78,6
2030	610	(580)		55,7	78,9
2070	620	(589)		56,3	79,2
2105	630	(599)		56,8	79,5
2145	640	(608)		57,3	79,8
2180	650	(618)		57,8	80
	660			58,3	80,3
	670			58,8	80,6
	680			59,2	80,8
	690			58,7	81,1
	700			60,1	81,3
	720			61	81,8
	740			61,8	82,2
	760			62,5	82,6
	780			63,3	83
	800			64	83,4
	820			64,7	83,8
	840			65,3	84,1
	860			65,9	84,4
	880			66,4	84,7
	900			67	85
	920			67,5	85,3
	940			68	85,6

Les chriffes entre parenthèses représentent des valeurs de dureté qui se situent en dehors de la gamme de définition du procédé d'essai de dureté normalisé, mais qui sont souvent utilisées comme valeurs approximatives dans la pratique. De plus, les valeurs de dureté Brinell entre parenthèses sont valables uniquement lorsque l'essai a été effectué avec une bille en métal dur.

[1)] Calculé de: HB = 0,95 · HV

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

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.