

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

- U4.2 -

Sous-épreuve commune aux deux options

SESSION 2024

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

Matériel autorisé :

- L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
- L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue », est autorisé.

Documents à rendre avec la copie :

- Annexe 2cpage 10/12
- Annexe 3page 11/12
- Annexe 4page 12/12

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 12 pages, numérotées de 1/12 à 12/12.

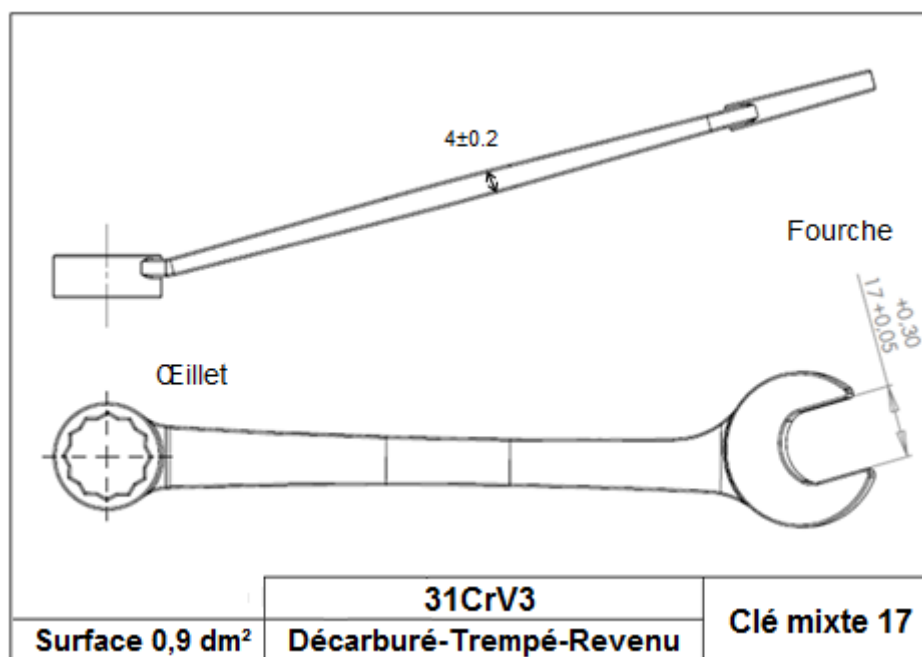
BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2024
Sous-épreuve commune aux deux options – U4.2	Code : 24TM42AB	Page 1/12

Présentation de l'étude

Une société française spécialisée dans la fabrication d'outillage à main professionnel continue d'investir pour innover et conserver une production compétitive de haute qualité dans le respect des impacts environnementaux.

L'étude porte sur une nouvelle gamme de clé mixte avec une fourche plus fine. Cette réduction permet un gain de matière et un poids réduit pour l'utilisateur.
La modification des cotes peut impliquer une fragilisation lors de l'utilisation et des risques de fissure voire de rupture.

De ce fait, l'entreprise envisage de modifier son cahier des charges et donc les caractéristiques mécaniques requises afin de diminuer le phénomène de fragilité.
Pour cela, elle prévoit de choisir une autre nuance de matériau.



Cahier des charges :

Traitement thermique : trempe et revenu

Caractéristiques mécaniques finales attendues : 47 à 51 HRC à cœur après trempe et revenu (en-dehors de la zone décarburée)

Profondeur de décarburation : < 0,25 mm

Résilience : KCU > 30 J/cm²

Traitement de surface : Cr 0,5 (I) + Ni 10 (I) / Acier. On utilise un **chrome décoratif trivalent**.

Gamme de fabrication :

Phases	Opérations
10	Approvisionnement matière : plat
20	Découpe crampon
30	Forgeage à chaud
40	Recuit à définir
50	Ébavurage
60	Poinçonnage de l'œillet
70	Brochage ouverture en U
80	Brochage de l'œillet
90	Cambrage côté œillet
100	Meulage épaisseur ouverture U
120	Marquage des 2 côtés
130	Trempe + revenu
140	Tribofinition
150	Revêtement Nickel Chrome

Barème :

Partie 1 (3 points)			
Questions	1.1	1.2.1	1.2.2
Points	0,5	1	1,5

Partie 2 (5 points)				
Questions	2.1	2.2	2.3	2.4
Points	1	1,5	1	1,5

Partie 3 (5 points)					
Questions	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
Points	1	1	1	1	1

Partie 4 (7 points)					
Questions	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
Points	1	1	2	2	1

Partie 1 : Choix de la nouvelle nuance

1.1. Dans un premier temps, le choix de l'entreprise se porte sur l'acier 25CrMo4 (*annexe 2b : choix 1 page 9*).

Expliquer en quoi cette nuance ne peut pas répondre au cahier des charges après trempe + revenu.

1.2. Le deuxième choix se porte sur le 34CrMo 4 (*annexe 2c : choix 2 page 10*).

1.2.1 **Montrer** que le cahier des charges peut être atteint, et **donner** la température de revenu permettant d'obtenir les caractéristiques du cahier des charges.

Justifier à l'aide de tracés sur l'annexe 2c page 10 à rendre avec la copie.

1.2.2 **Décoder** la désignation normalisée de l'acier : le nom des éléments chimiques sera précisé en toutes lettres ainsi que la nature de cet acier.

Préciser le caractère alphasène, gammagène et carburigènes des éléments d'addition. **Donner** leur rôle.

Partie 2 : Les traitements thermiques.

Après la découpe, on procède à un forgeage à chaud qui engendre des problèmes de grossissement de grain. Un recuit est donc nécessaire.

2.1. **Préciser** quel recuit est à prévoir à la phase 40 après le forgeage à chaud et avant les usinages suivants. **Indiquer** la température, le temps de traitement et le mode de refroidissement.

Après la mise en forme de la clé, la phase 130 permet de donner les caractéristiques mécaniques indispensables à la bonne utilisation de l'outil.

Il est donc important de connaître les paramètres techniques des traitements thermiques pour répondre aux exigences à cœur du cahier des charges, qui conditionnent le résultat à atteindre.

2.2. **Tracer** le cycle thermique trempe + revenu et **préciser** les temps, les températures et les modes de refroidissement (*annexe 2a page 8*).

2.3. **Nommer** les constituants théoriques obtenus après trempe d'après un tracé sur la courbe TRC (*annexe 2a page 8*), et après le cycle thermique entier (trempe + revenu).

Justifier vos résultats.

2.4. **Estimer** la dureté après trempe à l'huile. **Justifier**.

Définir la VCT. Vitesse critique de trempe martensitique.

Donner l'évolution de la trempabilité suivant la VCT.

Durant les traitements thermiques, une pièce témoin est placée dans la charge. Elle permet aux techniciens laboratoires de valider ou non la phase 130.

Deux vérifications sont réalisées :

- La dureté finale à cœur des clés en HV30
- La mesure de la profondeur de décarburation

Essai de dureté

Les résultats obtenus par le technicien à cœur sont de 491HV30.

3.1. **Décoder** cette désignation et **indiquer** si le résultat est conforme au cahier des charges. **Justifier**.

Profondeur de décarburation :

Pour déterminer la profondeur de décarburation le technicien effectue une filiation de micro-dureté (*annexe 3 page 11*).

3.2. **Déterminer** la profondeur de décarburation à l'aide de l'annexe 3 page 11 **à rendre avec la copie**.

3.3. **Préciser** si les pièces sont conformes au cahier des charges vis-à-vis de la profondeur de décarburation. **Justifier**.

- Vérification des caractéristiques de Resistance et Résilience

Lors du traitement thermique de trempe et revenu, il est introduit des éprouvettes de contrôle dans le four avec la charge de pièces à produire. Ces éprouvettes permettent de vérifier la résistance et la résilience. Ces éprouvettes sont testées pour valider la Rm et KCU issues des données du cahier des charges.

3.4. **Définir** la Rm. **Déterminer** les valeurs limites mini et maxi de la Rm d'après le cahier des charges. **Justifier** (*annexe 1 page 7*).

On mesure sur la machine de résilience une énergie absorbée de rupture $W=18J$ sur l'éprouvette concernée.

3.5. **Déterminer** KCU. **Préciser** si KCU est conforme au cahier des charges.

Partie 4 : Traitement de surface

- 4.1. **Expliquer** le rôle de la tribofinition (polissage avec des abrasifs doux) dans cette gamme.
- 4.2. **Décoder** à partir du cahier des charges la désignation du traitement à appliquer.
- 4.3. À partir des données du dessin de définition et des données ci-dessous :

	Masse volumique ρ (g.cm ⁻³)	Masse molaire M (g.mol ⁻¹)	Valence n	Densité de courant ddc (A.dm ⁻²)	Rendement cathodique Rc (%)
Cr	7,2	52	3	10	15
Ni	8,9	58,7	2	5	95

- **Déterminer** les intensités appliquées pour le nickelage et le chromage
- **Calculer** les durées de traitements de nickelage et de chromage réalisés sur les clefs mixtes.

- 4.4. **Justifier** la fragilisation de cet acier lors de ce traitement de surface.

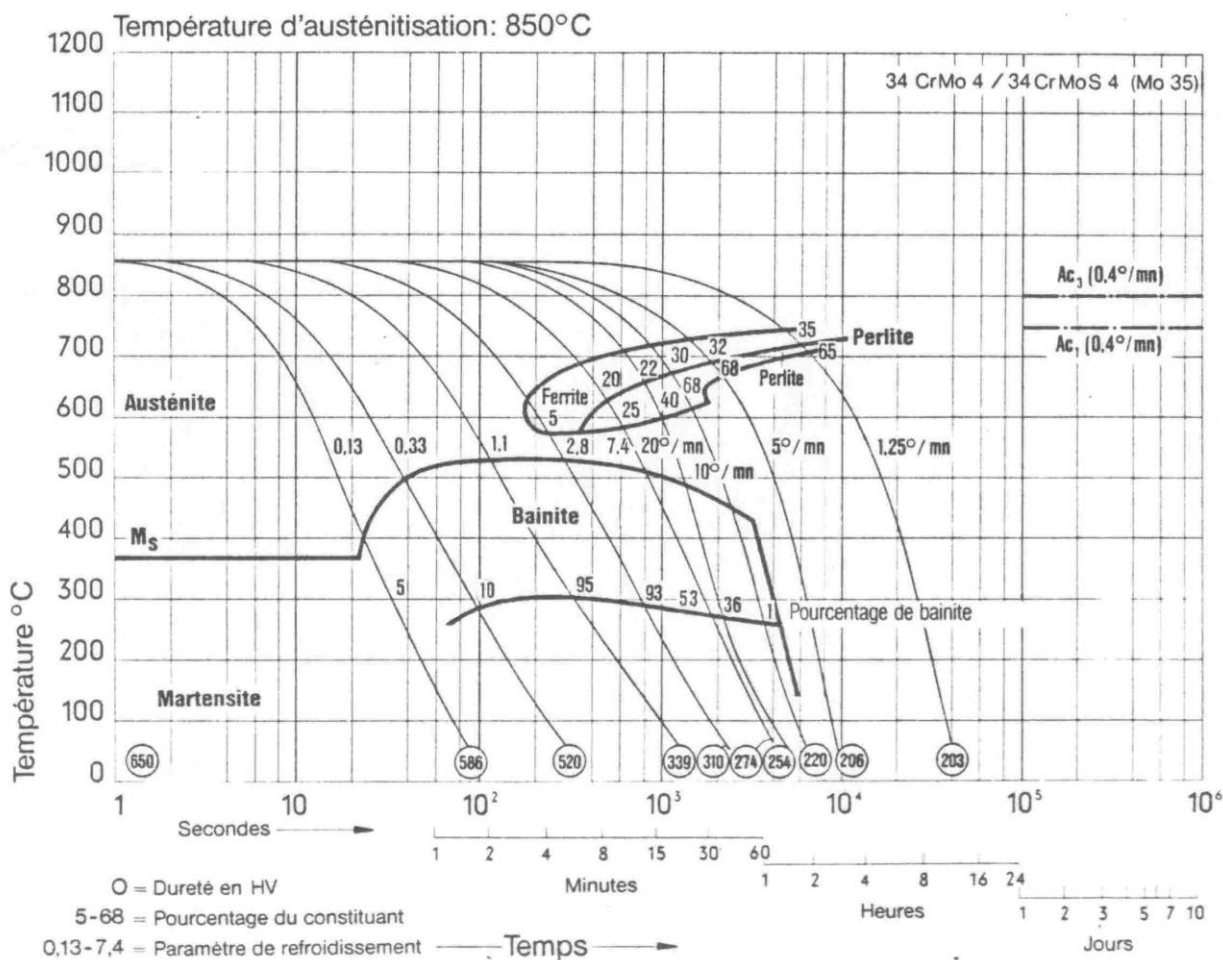
Rédiger une gamme de traitement de surface en complétant l'annexe 4 page 12 **à rendre avec la copie**. Dans la colonne observations **repérer** les phases impliquées dans la fragilisation de l'acier et **mettre en place** le traitement de défragilisation.

- 4.5. **Préciser** le moyen pour contrôler les épaisseurs de Nickel et Chrome. **Citer** un moyen destructif et un moyen non destructif de contrôle.

Annexe 1 :
Tableau de correspondance des propriétés mécaniques

HV30	HBS HBW	HRB	HRC	Rm MPa	HV30	HBS HBW	HRB	HRC	Rm MPa	HV30	HRC	Rm MPa
80	76	36	Non valable dans ce domaine	270	280	266	Non valable dans ce domaine	27	890	660	58.5	2175
85	81	42		310	285	271		28	910	670	59	2210
90	85	47		320	290	276		28.5	930	680	59.2	2220
95	90	52		340	295	280		29	940	690	59.7	2250
100	95	56		350	300	285		30	960	700	60	2270
105	100	60		370	310	295		31	990	720	61	2350
110	105	62		380	320	304		32	1020	740	62	2425
115	109	65		390	330	314		33	1060	760	62.5	2470
120	114	67		410	340	323		34	1090	780	63	2525
125	119	69		420	350	333		35.5	1120	800	64	2600
130	124	71		440	360	342		36.5	1160	820	64.5	2645
135	128	73		450	370	352		38	1190			
140	133	75		470	380	361		39	1220			
145	138	77		480	390	371		40	1260			
150	143	79		500	400	380		41	1290			
155	147	80		510	410	390		42	1330			
160	152	82		530	420	399		43	1360			
165	156	83		540	430	409		43.5	1400			
170	162	85		550	440	418		44.5	1430			
175	166	86		570	450	428		45	1470			
180	171	87		580	460	437		46	1500			
185	176	88		600	470	447		47	1540			
190	181	90		610	480	456		48	1570			
195	185	91		630	490	466		48.5	1610			
200	190	92		650	500	475		49	1650			
205	195	93		660	510	485		50	1680			
210	199	94		680	520	494		50.5	1720			
215	204	95		690	530	504		51	1760			
220	209	96		710	540	513		52	1790			
225	214	97		720	550	523		52.5	1830			
230	219	98		740	560	532		53	1870			
235	223	99		750	570	542		53.5	1910			
240	228	100	20	770	580	551		54	1940			
245	233		21	780	590	561		54.5	1980			
250	238		22	800	600	570		55	2020			
255	242		23	820	610	580		56	2060			
260	247		24	830	620	589		56.5	2100			
265	252		25	850	630	599		57	2140			
270	257		26	860	640	608		57.5	2180			
275	261		26.5	880	650	618		58	2220			

Annexe 2a : courbe TRC Acier 34CrMo4



PARAMETRE DE REFROIDISSEMENT

Paramètre de refroidissement λ Vitesse de refroidissement V	Diamètre en mm Refroidissement à l'eau (1)	Diamètre en mm Refroidissement à l'huile (1)	Diamètre en mm Refroidissement à l'air
0,02	20		
0,03	25	15	
0,07	35	20	
0,10	45	23	
0,15	53	30	
0,20	60	35	
0,30	70	45	
0,50	90	60	
0,70	105	70	
1,00	125	90	10
2,00	170	130	20
3,00	210	170	30
5,00	275	220	45
7,00	330	260	55
20° C/mn	390	300	70
10° C/mn	600	470	120
5° C/mn	850	700	210
2,5° C/mn	> 1000	> 1000	400
1,25° C/mn			650
0,4° C/mn			> 1000

(1) Pièces agitées modérément

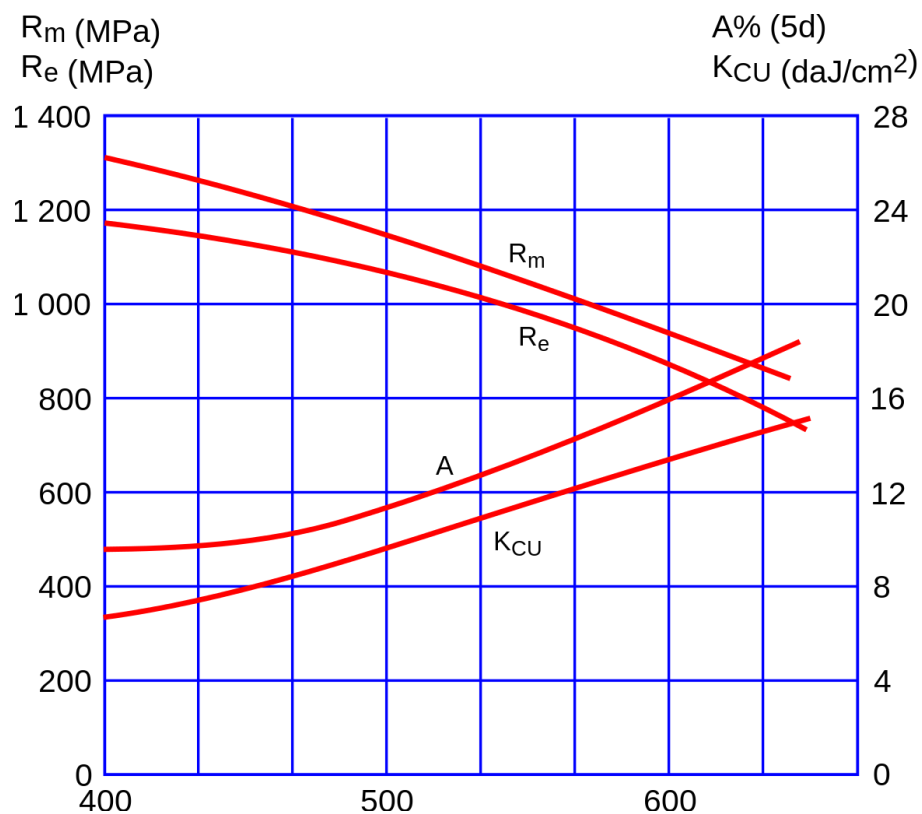
(source atlas IRSID)

Annexe 2b :

Choix 1 25 CrMo4

$AC_1 = 750^\circ\text{C}$

$AC_3 = 820^\circ\text{C}$



(source : Cdang, from provider data collected by C. Barlier, L. Girardin)

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

Annexe 2c : à rendre avec la copie

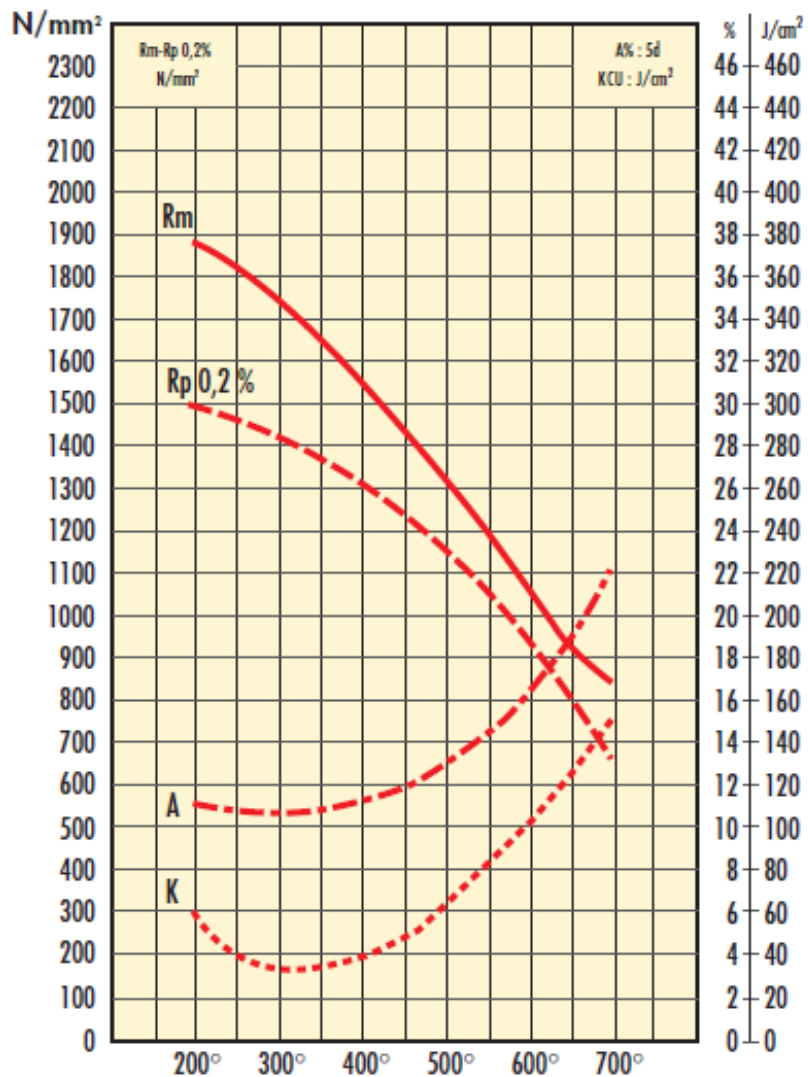
Choix 2 34CrMo4

Extrait de la fiche technique de l'acier **34CrMo4**

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

$AC_1 = 750^{\circ}C$

$AC_3 = 810^{\circ}C$



(Source : Aubert & Duval)

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

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

[illegible]

(en majuscules)

[illegible][illegible]

--	--	--



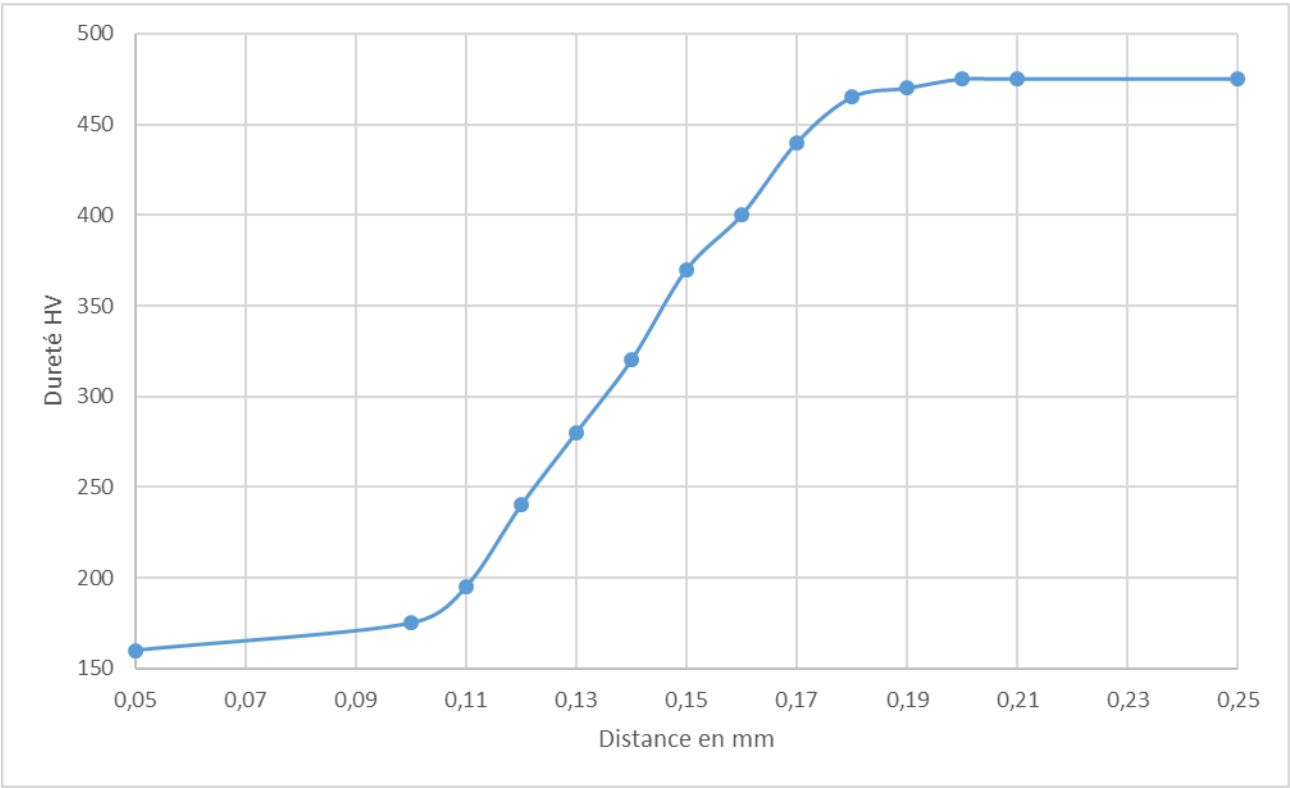
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

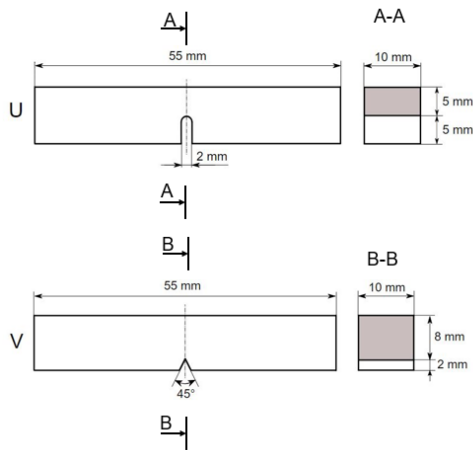
--	--	--	--

Annexe 3 : à rendre avec la copie

Filiation de micro dureté
 $HV = f(\text{distance de la surface})$



Éprouvettes Charpy



(en majuscules)

[illegible]

RENOM:
(en majuscules)

[illegible][illegible]

--	--	--



(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

		/			/				
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--

Annexe 4 : à rendre avec la copie

Gamme de traitement de surface.

N°des phases	Opérations	Tension ou Intensité	Température	Durée	Observations
10					
20					
30					
40					
50					
60					
70					
80					
90					
100					
110					

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

[illegible]

(en majuscules)

[illegible][illegible]

--	--	--



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

--	--	--	--