



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Réseau Canopé
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

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

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
TRAITEMENTS DES MATERIAUX

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

- U4.2 -

Sous-épreuve commune aux deux options

SESSION 2016

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

Matériel autorisé :

— Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n° 99-186, 16/11/1999).

Documents à rendre avec la copie :

— Annexe 1.....page 6/9
— Annexe 4.....page 8/9

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 9 pages, numérotées de 1/9 à 9/9.

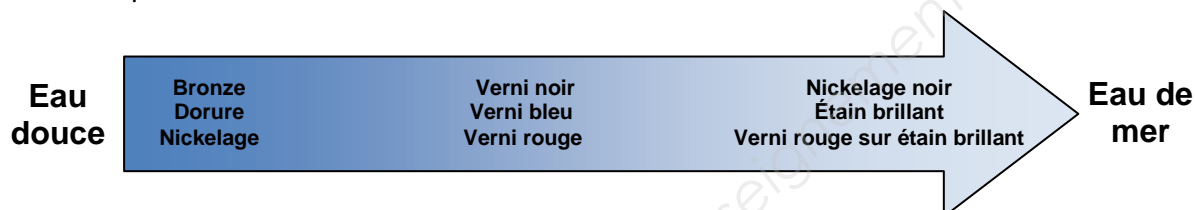
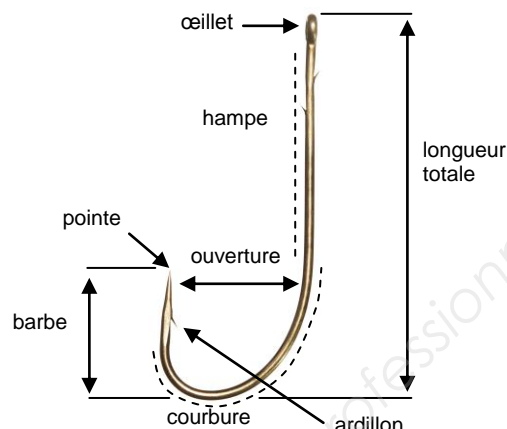
| | |
|--------------------------------------------------------------------|----------------|
| BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles | Session 2016 |
| Sous-épreuve commune aux deux options – U4.2 | Code : TMSTIAB |
| | Page 1/9 |

Présentation de l'étude

La pièce étudiée est issue d'une entreprise produisant plus d'un million d'hameçons par jour, spécialisée dans la fabrication d'hameçons simples, doubles, triples et de leurres dans plusieurs milliers de références.

Nous n'étudierons qu'une seule référence. Il s'agit d'un hameçon universel à œillet nickelé pour la pêche au gros en eau douce de taille 0.

Les hameçons sont mis en forme, traités thermiquement, préparés puis reçoivent différents traitements de surface en fonction du milieu de pêche et des performances recherchées.



La gamme de fabrication simplifiée est donnée ci-dessous :

| Phases | Opérations |
|--------|-------------------------------------------------------------|
| 10 | Réception des bobines (diamètre de fil 3,98 mm) |
| 20 | Mise en forme à froid de l'hameçon et découpe (environ 5 s) |
| 30 | Traitements thermiques de trempe et revenu |
| 40 | Traitement de surface |

| Détails de la phase 20 (l'œillet est dessiné vue de côté pour une meilleure visibilité) : | Caractéristiques de l'hameçon universel de taille 0 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Découpe du fil | Ouverture : 33,37 mm |
| Création de l'œillet | Diamètre : 3,98 mm |
| Écrasement de la pointe | Longueur totale : 85,73 mm |
| Découpe de la pointe | Barbe : 37,72 mm |
| Mise en forme de l'ardillon | Poids : 14,39 g |
| Cambrage de l'hameçon | |

Partie I : Réception du demi-produit (phase 10)

Les bobines, servant à la réalisation des hameçons, sont issues d'un acier tréfilé à froid et ayant subi un traitement thermique avant livraison.

Le cahier des charges client (réception en phase 10) est le suivant :

Structure : globulaire

R_m < 640 MPa

$R_{p0,2}$ < 450 MPa

A% > 15 %

Particularité : absence de calamine

I.1 Décrire le principe du tréfilage à froid.

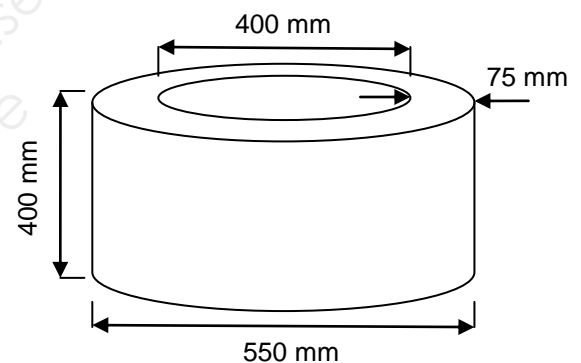
I.2 D'après la composition chimique moyenne des bobines données ci-dessous, indiquer parmi les aciers : C75, 90MnV4 ou X8CrMoTi17 celui se rapprochant le plus de cette désignation. Décoder alors sa désignation normalisée.

| Composition chimique moyenne des bobines | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|
| | C | Si | Mn | P | S | Cr | Cu | Mo | Ni | V | Ti |
| Lot | 0,76 | 0,25 | 0,62 | 0,02 | 0,02 | 0,12 | 0,08 | <0,01 | 0,04 | <0,01 | <0,01 |

I.3 Les bobines de fil, enroulées selon les dimensions ci-contre, ont subi un traitement thermique avant livraison dans le but de respecter la structure globulaire.

I.3.1 Indiquer le nom de ce traitement et justifier son utilité par rapport au processus de fabrication des hameçons.

I.3.2 Tracer son cycle thermique en précisant les paramètres utiles : temps (3 heures pour 25 mm d'épaisseur), température et mode de refroidissement. On donne : $A_{c1} = 715$ °C et $A_{c3} = 770$ °C.



masse totale : environ 250 kg

I.4 À partir de chaque lot de bobine, on extrait un fil qui fait l'objet d'un essai de traction pour la validation de réception matière. Le résultat d'un essai est fourni en annexe 1.

I.4.1 Déterminer R_m , $R_{p0,2}$ et A%.

La norme précise que pour certains types d'éprouvettes à utiliser, comme dans le cas de fils de diamètres inférieurs à 4 mm, la longueur initiale L_0 entre repères doit être égale à 100 mm \pm 1.

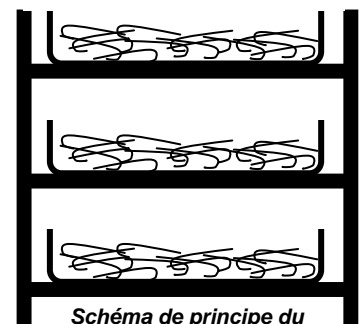
I.4.2 Le lot est-il conforme aux exigences du cahier des charges ? Justifier votre réponse.

Partie II : Étude des traitements thermiques de trempe et revenu (phase 30)

Le nouveau cahier des charges après la phase 30 est le suivant :

Dureté : comprise entre 590 HV1 et 620 HV1

Le four d'austénitisation est équipé d'un système à atmosphère contrôlée. Les hameçons, disposés en vrac, sont traités dans des paniers en acier réfractaire.



II.1 À l'aide des points de transformation fournis à la question I.3.2, déterminer la température et le temps minimum d'austénitisation d'un hameçon. Justifier votre réponse.

II.2 À l'aide des annexes 2 et 3, indiquer le mode de refroidissement permettant l'obtention de 100 % de constituants de trempe. Justifier votre choix.

II.3 À l'aide des annexes 4 et 5, déterminer la température de revenu permettant de respecter le cahier des charges.

II.4 Schématiser le cycle récapitulatif complet (trempe et revenu) du traitement subi par la charge complète d'hameçons. Indiquer les températures choisies, les temps de traitements et les modes de refroidissement.

Nota : on considère que le positionnement des pièces dans les paniers de traitement ne modifie en rien leur refroidissement lors de la trempe. En revanche, la montée en température de la charge complète nécessite un minimum de 30 minutes dans les fours. À cette valeur on rajoutera les temps respectifs de maintien à température.

Après traitement, on réalise des contrôles de dureté sur 3 hameçons prélevés de manière aléatoire, 1 par panier. Les duretés sont réalisées sur la surface cylindrique de la hampe. Les valeurs des diagonales relevées sont les suivantes :

| | Diagonale moyenne en mm |
|-----------|-------------------------|
| Hameçon 1 | 0,056 |
| Hameçon 2 | 0,057 |
| Hameçon 3 | 0,056 |

II.5 Sachant $HV = \frac{0,189 \times F}{d^2}$ qu'avec F la charge d'essai en Newton et d en millimètre.

Calculer les duretés Vickers correspondantes sachant que 1 kgf = 9,81 N.

II.6 Compte tenu de la norme ISO 6507-1 : 2005 traitant des facteurs de correction de dureté sur surfaces courbes, les valeurs calculées précédemment se trouvent surestimées. On doit alors appliquer un facteur de correction de 0,99175.

- Calculer les duretés réelles.
- Peut-on accepter ce lot de pièces à partir des résultats ci-dessus ?
- Sinon, proposer une action corrective au niveau de la gamme de traitement thermique.

Les hameçons triples (voir photo en question III.5) sont soudés avant traitement thermique.

II.7 Quelles différences présentent les techniques de soudage et de brasage ? Pourquoi ne peut-on pas braser simplement ces hameçons ? Justifier votre raisonnement par rapport à la gamme de fabrication.

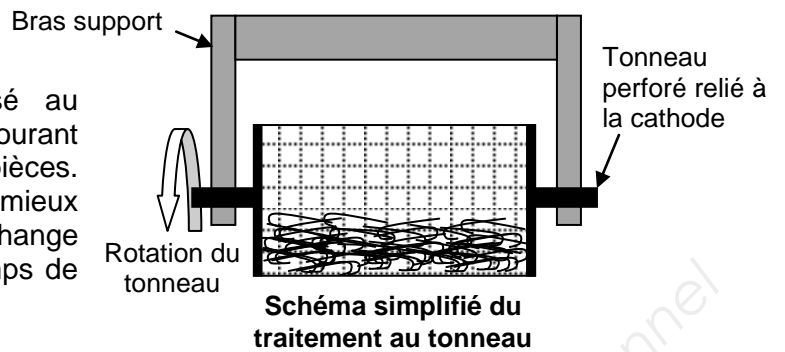
Partie III : Étude du traitement de surface (phase 40)

Après traitement thermique les hameçons sont préparés à un revêtement de surface (phase 40). Le cahier des charges exige une épaisseur de 4 µm de nickel électrolytique.

III.1 Donner la désignation normalisée complète pour ce type de traitement.

III.2 A l'aide d'un schéma annoté, expliquer brièvement le principe d'un dépôt par voie électrolytique.

Le traitement électrolytique sera réalisé au tonneau, c'est-à-dire que le passage du courant s'effectue par simple contact entre les pièces. Cette technique permet, entre autres, de mieux contrôler la répartition du dépôt. Cela ne change rien dans les méthodes de calculs de temps de traitement.



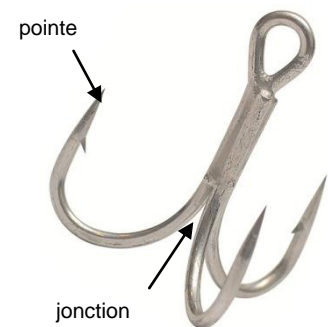
III.3 Déterminer le temps de traitement minimum nécessaire à l'obtention des 4 μm de nickel.

On donne :

- ✓ masse volumique du nickel : $8,9 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
- ✓ masse molaire du nickel : $58,7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- ✓ valence : 2
- ✓ densité de courant cathodique : $0,5 \text{ A} \cdot \text{dm}^{-2}$
- ✓ rendement cathodique : 99,5 %
- ✓ 1 Faraday = $96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

III.4 Dans le cas où l'on ne prendrait pas en compte son pourcentage de carbone, l'acier est-il fragilisable par le traitement de surface envisagé ? Justifier votre réponse.

III.5 Sachant que le dépôt par voie électrolytique présente des problèmes de répartition au niveau des pointes et de la jonction (voir photo ci-contre), pour les produits haut de gamme la solution serait un dépôt par voie chimique. Justifier l'intérêt de ce choix.



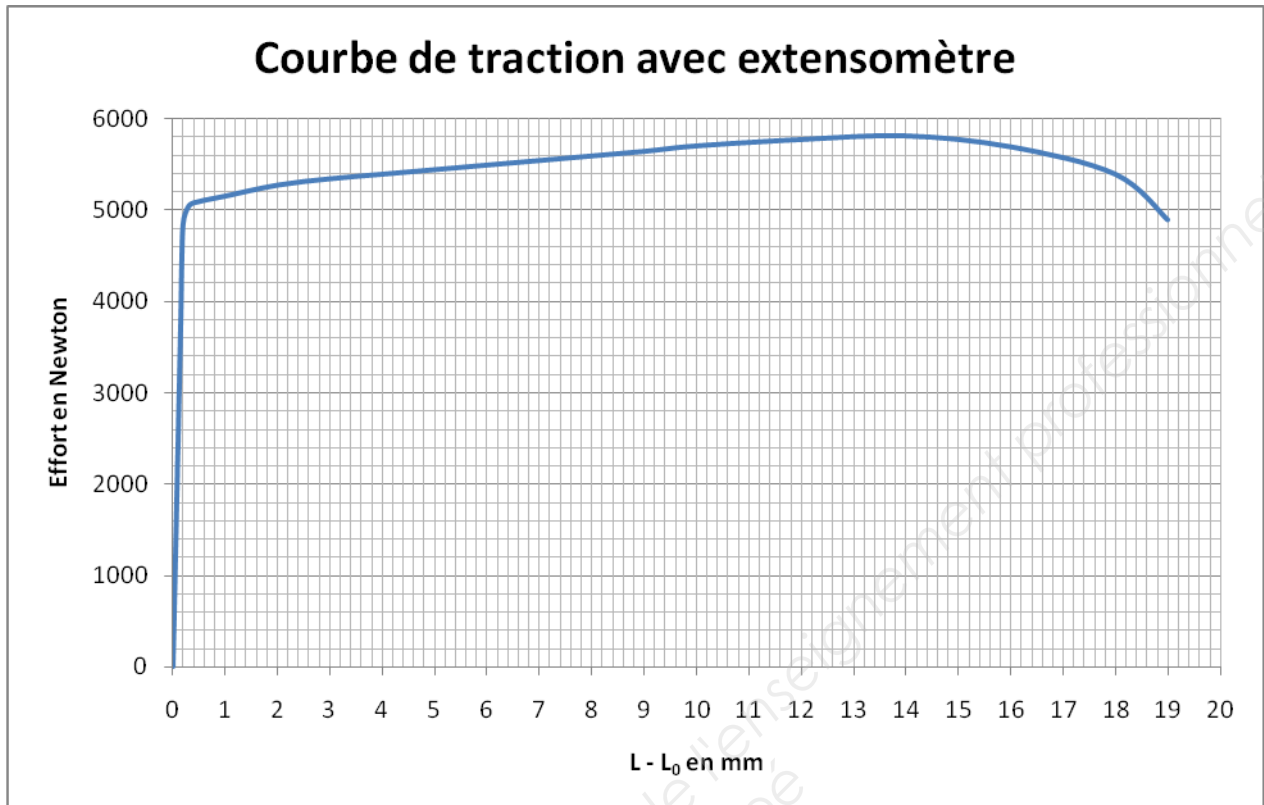
Barème

| Partie I (6 points) | | | | | | |
|---------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| Questions | I.1 | I.2 | I.3.1 | I.3.2 | I.4.1 | I.4.2 |
| Points | 0,5 | 1 | 0,5 | 1 | 2,5 | 0,5 |

| Partie II (7,5 points) | | | | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Questions | II.1 | II.2 | II.3 | II.4 | II.5 | II.6 | II.7 |
| Points | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 0,5 | 1,5 | 1 |

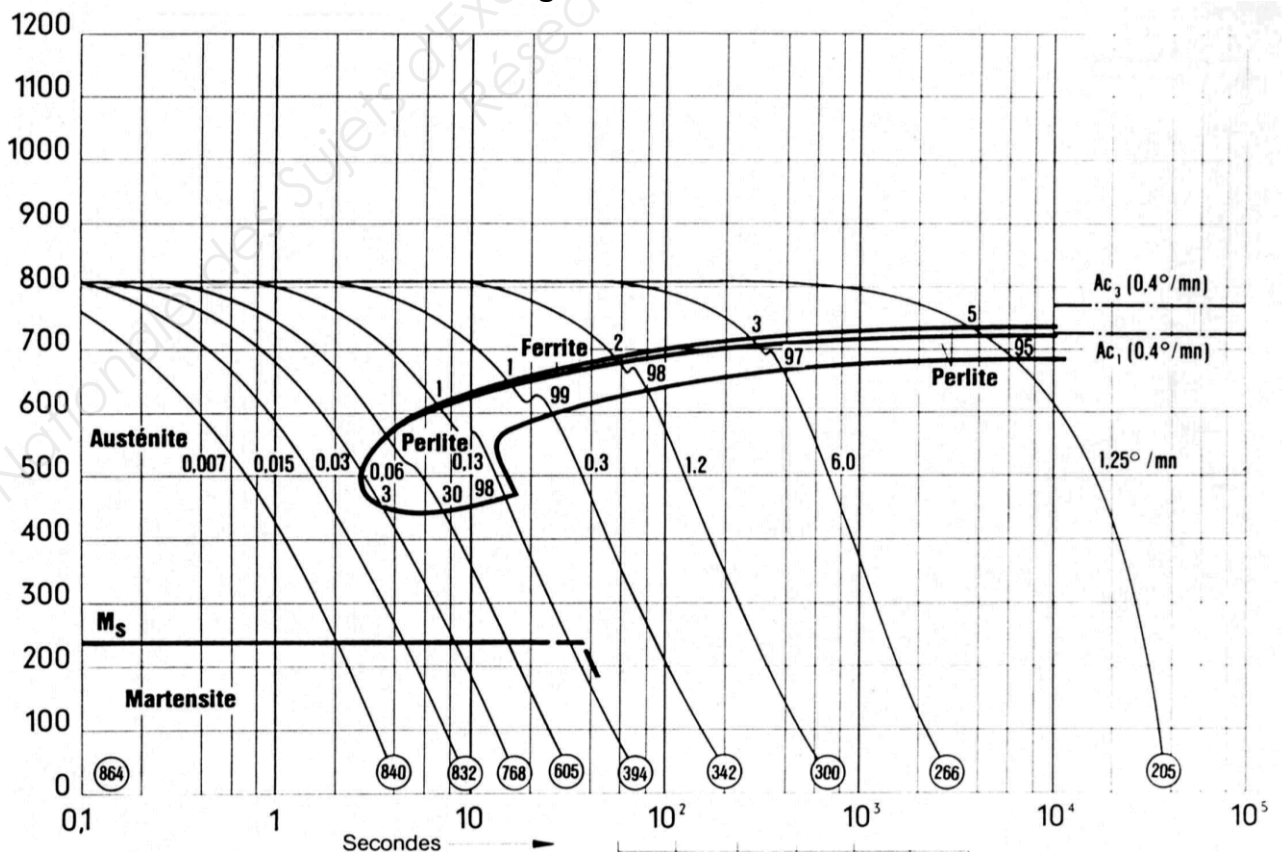
| Partie III (6,5 points) | | | | | |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Questions | III.1 | III.2 | III.3 | III.4 | III.5 |
| Points | 1 | 1,5 | 2 | 1,5 | 0,5 |

Annexe 1 – à rendre avec la copie



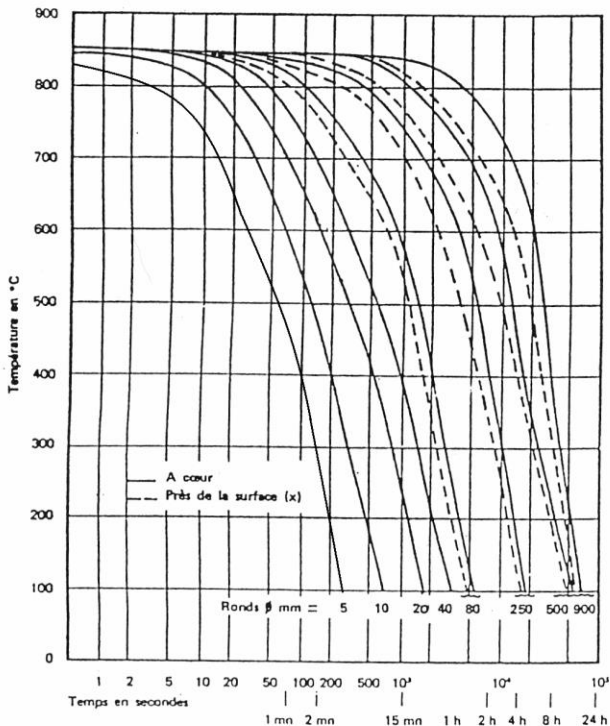
Traction sur fil avec $L_0 = 100$ mm et $d_0 = 3,98$ mm (d_0 : diamètre du fil)

Annexe 2 – Diagramme TRC de l'acier étudié

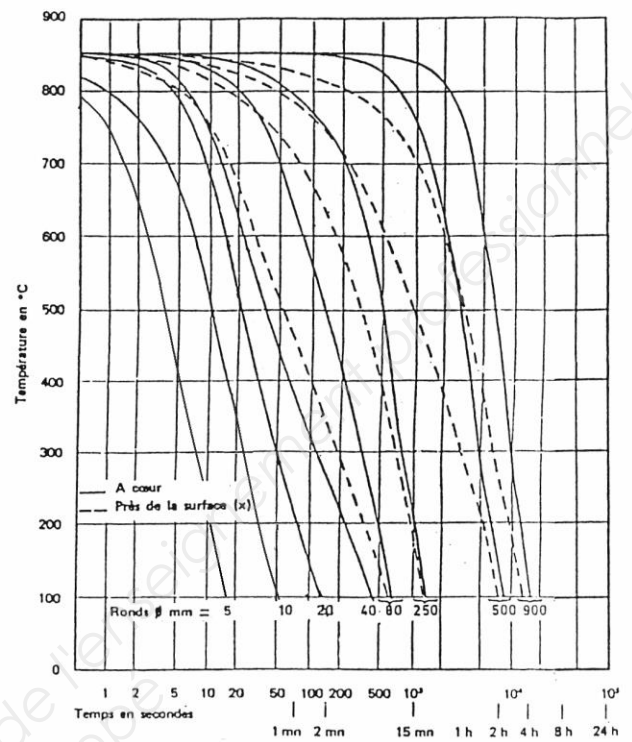


Annexe 3 – Lois de refroidissement de différents fluides

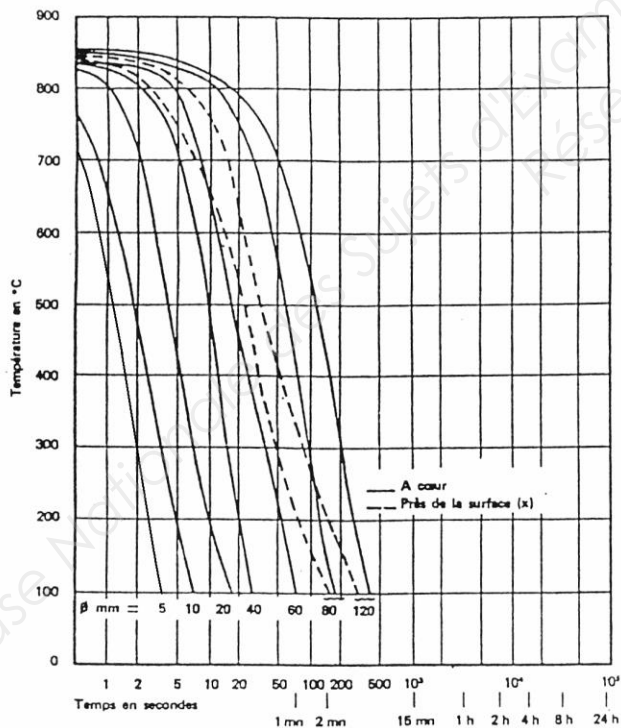
Mode de refroidissement : **AIR**



Mode de refroidissement : **HUILE**



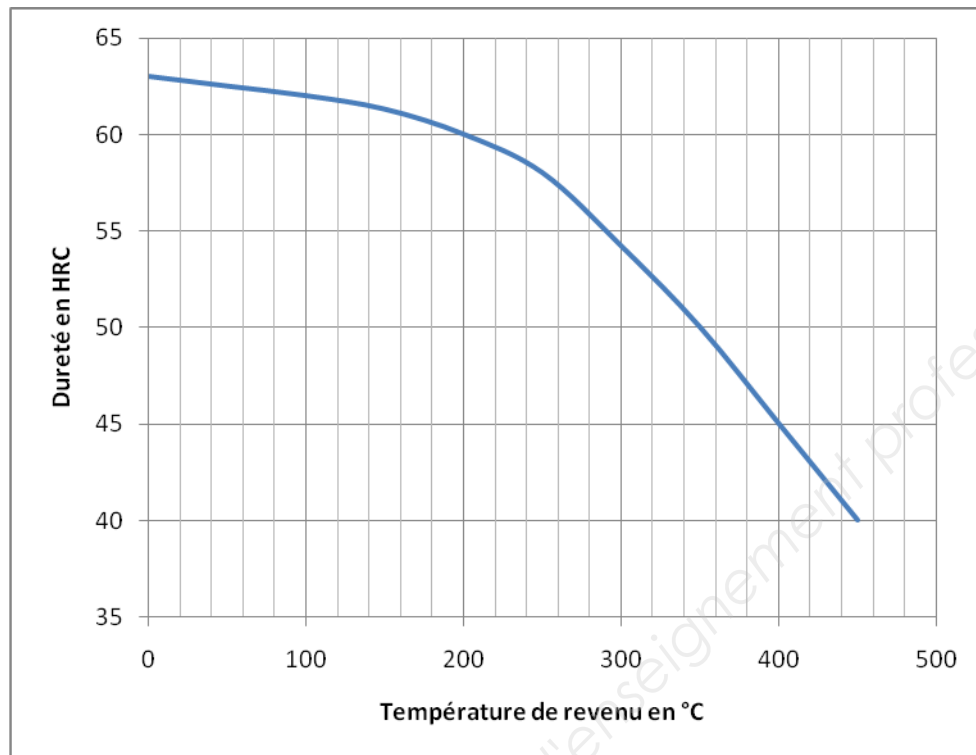
Mode de refroidissement : **EAU**



Evolution de la température
en fonction du temps
pour un type de refroidissement.

- (x) \varnothing 80 mm : à 10 mm de la surface
 \varnothing 250 et 500 mm : à 20 mm de la surface
 \varnothing 900 mm : à R/3 (150 mm) de la surface

Annexe 4 – à rendre avec la copie



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

Annexe 5 – 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 | | 270 | 280 | 266 | | | 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 | | | |

Non valable dans ce domaine

Non valable dans ce domaine