



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 MATERIAUX

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

- U4.2 -

Sous-épreuve commune aux deux options

SESSION 2017

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).

Document à rendre avec la copie :

- Annexe 1..... page 6/9
- Annexe 2..... page 7/9

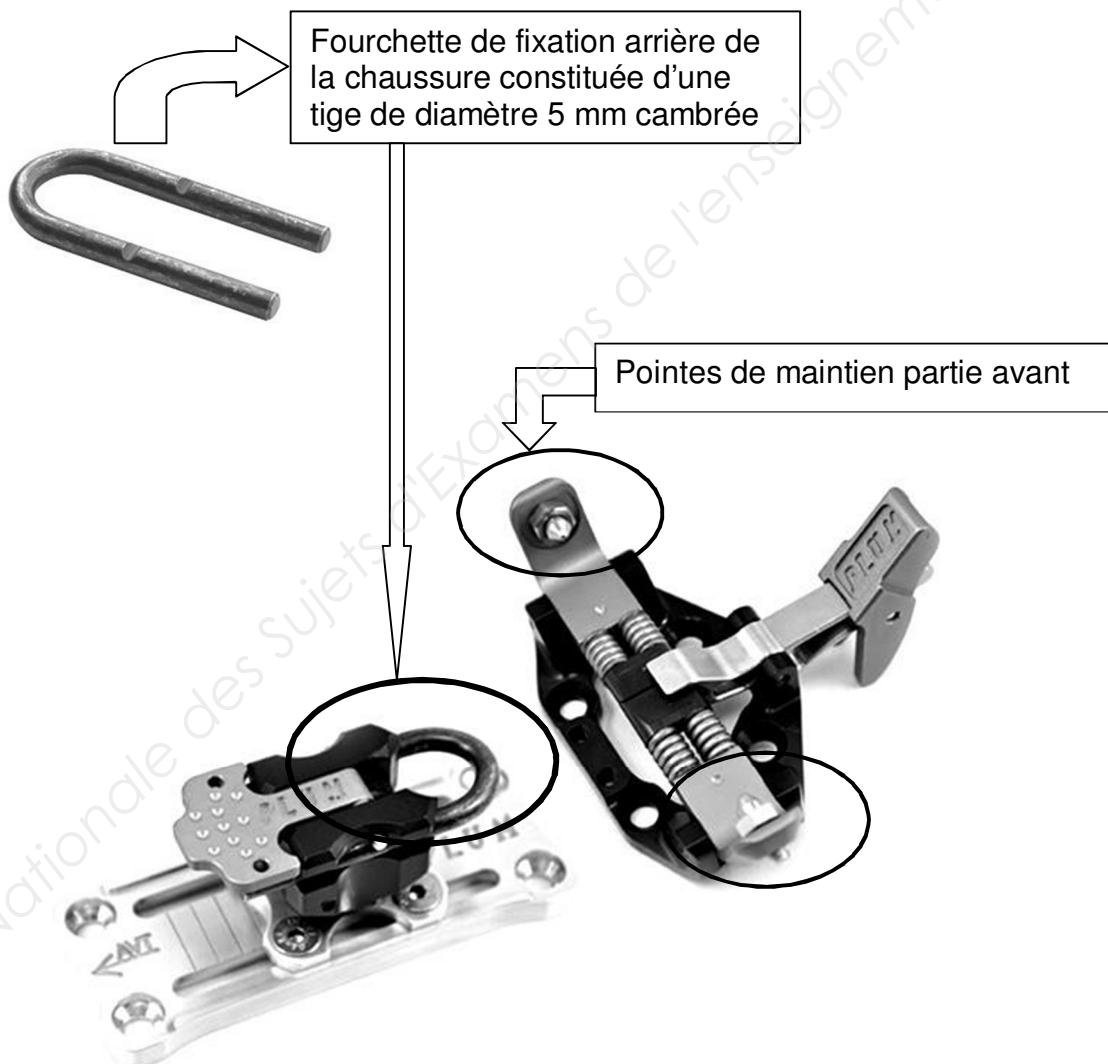
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 9 pages, numérotées de 1/9 à 9/9.

Présentation de l'étude

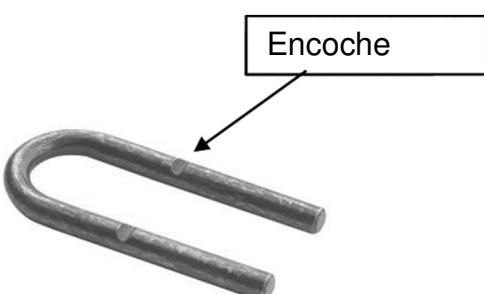
Une société conçoit et réalise des fixations de ski destinées à la pratique du ski-alpinisme en compétition. Cette fixation se compose de deux parties :

- une partie avant sur laquelle sont serties deux **pointes de maintien** de la chaussure permettant la rotation de l'avant de la chaussure en montée ;
- une partie arrière, la talonnière, où est montée la **fourchette arrière** pour le blocage de la chaussure en descente.

L'étude portera sur ces deux pièces les plus sollicitées à l'usure par le frottement de la chaussure à chaque utilisation :



Partie 1 : étude de la fourchette



Extrait du cahier des charges

Matière : 100 Cr 6

Structure : présence de carbures secondaires en globules

Caractéristiques mécaniques finales requises : dureté = 62 ± 1 HRC

Gamme de fabrication simplifiée :

| Phases | Opérations |
|--------|---|
| 10 | Débit par sciage des fils Ø 5mm Longueur 100 mm |
| 20 | Traitement thermique : recuit de globulisation |
| 30 | Cambrage du lopin (mise en forme à froid) |
| 40 | Usinage de l'encoche |
| 50 | Traitements thermiques de trempe et revenu |
| 60 | Traitements de surfaces |

1.1 Désignation matière

- 1.1.1 D'après sa désignation, donner, en toutes lettres, la nature et la composition chimique moyenne de la nuance d'acier utilisée.

1.2 Étude du recuit de globulisation (phase 20)

- 1.2.1 Justifier l'utilité de ce recuit.
1.2.2 Tracer son cycle thermique en précisant les paramètres utiles : temps, température et mode de refroidissement.

1.3 Étude du traitement thermique (phase 50)

- 1.3.1 À partir des deux micrographies de structures après trempe fournies en **annexe 1**, identifier les constituants et justifier leur présence.
1.3.2 Choisir et justifier la température d'austénitisation adéquate.
1.3.3 Tracer sur le diagramme TRC, fourni **en annexe 2**, la loi correspondant à la vitesse critique de trempe martensitique et en donner la définition, ainsi que la dureté visée.
1.3.4 À l'aide des **annexes 2 et 3**, on demande de définir la gamme complète de traitements thermiques permettant de répondre au cahier des charges. Pour cela, dessiner le cycle thermique complet en justifiant les températures choisies, les temps de maintien ainsi que les modes de refroidissement.

1.4 Contrôle des caractéristiques mécaniques finales

- 1.4.1 Justifier le choix de l'essai HRC.
- 1.4.2 En décrire le principe à l'aide d'un schéma sur lequel sera précisée la valeur des charges mises en jeu, la forme et la matière du pénétrateur et la mesure h servant à obtenir la valeur de dureté de cet essai.

(Rappel : dureté Rockwell C = 100 - $h / 0,002$)

1.5 Étude des traitements de surfaces – cf. annexe 4

Les fourchettes doivent subir un traitement de zingage électrolytique de 25 µm suivi d'une passivation.

Les aciers dont la Rm est supérieure à 1100 MPa sont dits fragilisables par l'hydrogène. On donne les paramètres de traitement de défragilisation après dépôt électrolytique :

| Rm en MPa | Traitement de défragilisation |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| ≤ 1100 | non obligatoire |
| $1100 < Rm \leq 1450$ | 8 h à 190-230 °C |
| $1450 < Rm \leq 1800$ | 18 h à 190-230 °C |
| > 1800 | 24 h à 190-230 °C |

- 1.5.1 Justifier que l'acier est concerné par la fragilisation liée à l'hydrogène.
- 1.5.2 Choisir la température et le temps du traitement de défragilisation à appliquer en prenant soin de ne pas altérer les propriétés mécaniques obtenues lors de la trempe et le revenu.
- 1.5.3 Lister l'ensemble des opérations de la gamme de traitements de surfaces en précisant les précautions à prendre.

Fonctionnement du bain de zingage électrolytique :

- densité de courant cathodique : $J = 2 \text{ A} \cdot \text{dm}^{-2}$
- rendement : $\eta = 0,95$
- paramètres donnés : valence du zinc $n = 2$
masse molaire du zinc $M = 65,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
masse volumique du zinc $\rho = 7,1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
 $1 \text{ Faraday} = 96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

- 1.5.4 Calculer le temps d'électrolyse en minutes pour déposer les 25 µm de zinc.

Partie 2 : étude des pointes de maintien

Gamme de fabrication simplifiée :

| Phases | Opérations |
|--------|---|
| 10 | Débit |
| 20 | Usinage (tour 5 axes) |
| 30 | Traitement thermique : trempe superficielle par induction |
| 40 | Traitement de surface |

Matière : 35NiCr6

2.1 Désignation matière

- 2.1.1 Préciser le caractère alphagène, gammagène et carburigène des éléments d'addition ainsi que leur influence sur la trempabilité.

2.2 Étude de la trempe superficielle par induction

- 2.2.1 Donner le but et le principe de ce traitement thermique.

2.3 Étude du traitement de surface

Les traitements de surfaces appliqués sur ces picots sont désignés de la manière suivante :



- 2.3.1 Décoder la désignation de ces traitements.

- 2.3.2 Indiquer le but de ces traitements.

Barème

| Partie 1 | | | | | | |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Questions | 1.1 | 1.2.1 | 1.2.2 | 1.3.1 | 1.3.2 | 1.3.3 |
| Points | 0,5 | 0,5 | 1 | 1,5 | 1 | 1 |

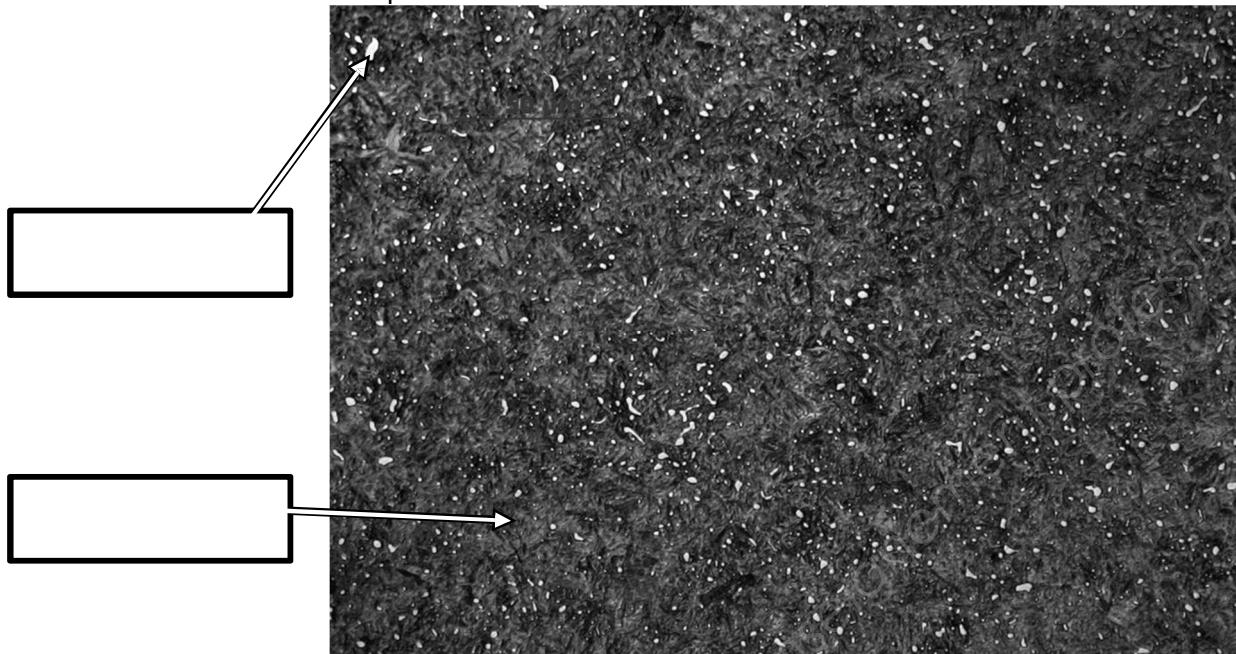
| Partie 1 (suite) | | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Questions | 1.4.1 | 1.4.2 | 1.5.1 | 1.5.2 | 1.5.3 |
| Points | 0,5 | 1,5 | 0,5 | 1 | 3 |

| Partie 2 | | | |
|-----------|-------|-------|-------|
| Questions | 2.1.1 | 2.2.1 | 2.3.1 |
| Points | 1 | 1 | 1 |

Annexe 1 – à rendre avec la copie

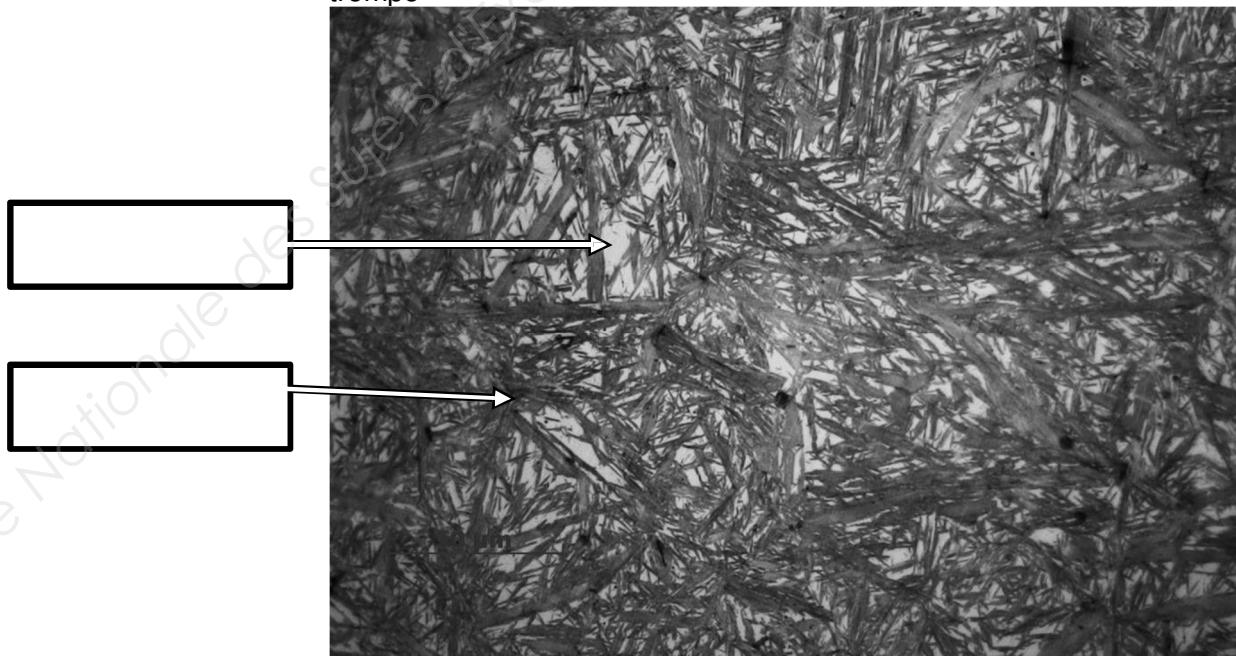
Micrographie du 100Cr6

100Cr6 : austénitisé à 850 °C (domaine austénitique + carbures) puis trempé



Observations :

100Cr6 : austénitisé à 950 °C (domaine austénitique homogène) puis trempé



Observations :

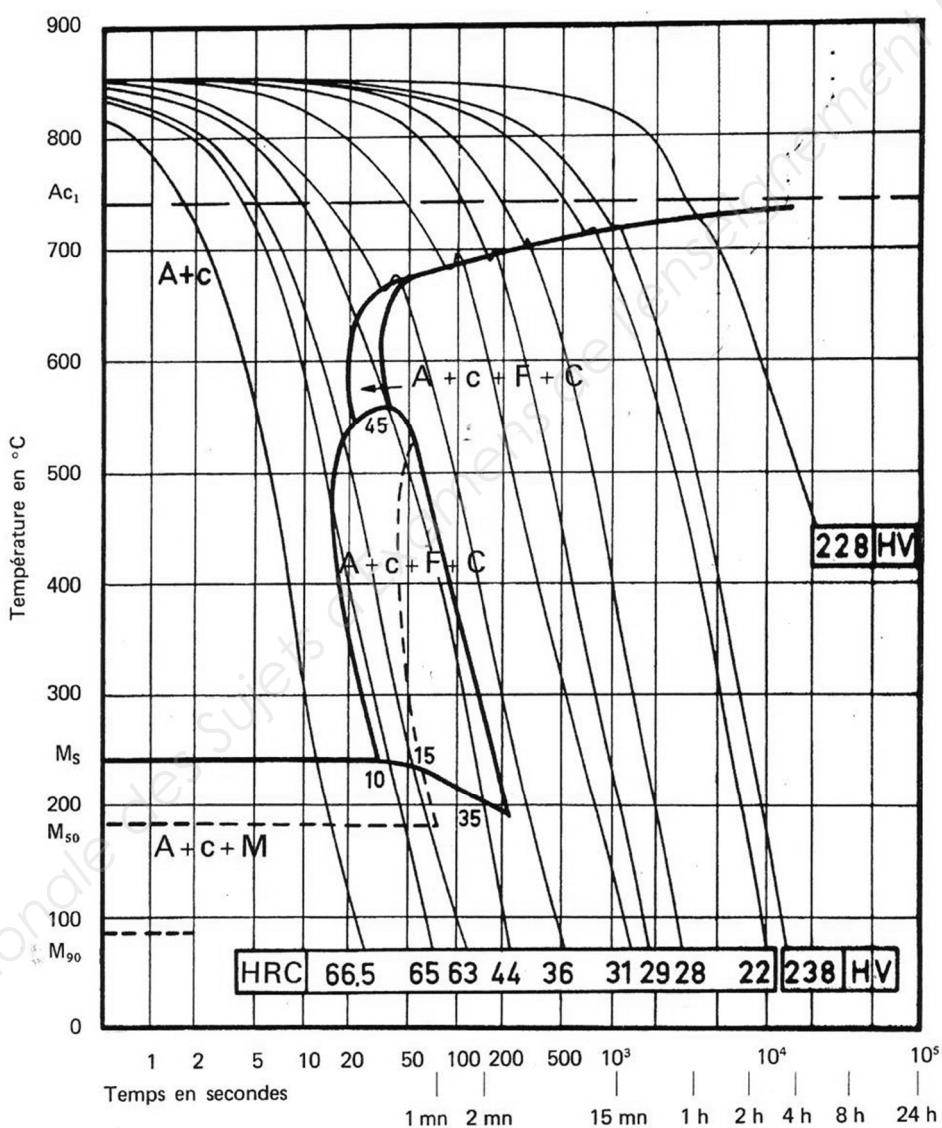
Annexe 2 – à rendre avec la copie

Diagramme TRC du 100Cr6

| 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 |

Austénitisé à 850 °C 30 mn

Grosseur du grain : 7-8



Annexe 3

Extrait de la fiche technique du 100Cr6

| | | | | | | | |
|-----------------------------|--|--------------|--------------------------|---------------------------|--------------|---------------|---------------|
| N° matière | 1.3505 | | | | | | |
| AFNOR | 100 C 6 | | | | | | |
| Composition chimique | C | Mn | Si | Cr | Mo | P | S |
| (Valeurs normalisées en %) | 0,95 (Selon NFA 35-552 d'avril 1983) | 0,20 1,10 | 0,15 0,35 | 1,35 1,60 | max. 0,10 | max. 0,030 | max. 0,025 |
| Propriétés | tremplant à l'huile, bonne trempabilité et résistant à l'usure | | | | | | |
| Formage à chaud | Forgeage | °C | Refroidissement | | | | |
| | 1050-850 | | lent par exemple au four | | | | |
| Traitement thermique | Recuit | °C | Refroidissement | Dureté HB à l'état recuit | | | |
| | 710-750 | | Four | max. 217 | | | |
| | Trempe | °C | Milieu de trempe | Dureté sous pleine trempe | | | |
| | 825-875 | | huile | HRC | | | |
| | Revenu | °C | 100 | 200 | 300 | 400 | |
| | | HRC | 64 | 62 | 57 | 53 | |

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

Annexe 4

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 | | |

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.