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

**REMPLACEMENT 2024**
Métropole - Réunion - Mayotte

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR AGRICOLE**
**TRAITEMENT DE DONNÉES**

**Toutes options**

*Durée : 180 minutes*

---

Matériel autorisé : **Calculatrice**

---

Le sujet comporte 10 pages

---

**Des extraits des tables de la loi normale, de Student et du Khi2 sont fournis en fin de sujet.**

---

# SUJET

Depuis plusieurs années, suite au dérèglement climatique, les températures augmentent, ce qui provoque chez les animaux des situations de stress thermique.

Afin d'évaluer ce stress thermique, un Index Température Humidité noté ITH est calculé à partir de la température ambiante et de l'humidité de l'air.

Plusieurs études ont été menées afin d'étudier l'impact de ce stress notamment sur la baisse de la consommation alimentaire, la réduction des productions et la diminution de la fertilité chez les animaux reproducteurs.

## EXERCICE 1 (6 points)

**Dans cet exercice, les résultats seront arrondis, si nécessaire, à $10^{-3}$ près.**

Dans les troupeaux de vaches laitières, on considère que les vaches subissent un stress thermique lorsque l'ITH est supérieur à 68 ce qui provoque une baisse de la production laitière journalière.

Afin de modéliser cette baisse, une expérimentation a été réalisée sur plusieurs troupeaux de vaches laitières.

La variable statistique $X$ désigne l'Index Température Humidité (ITH).

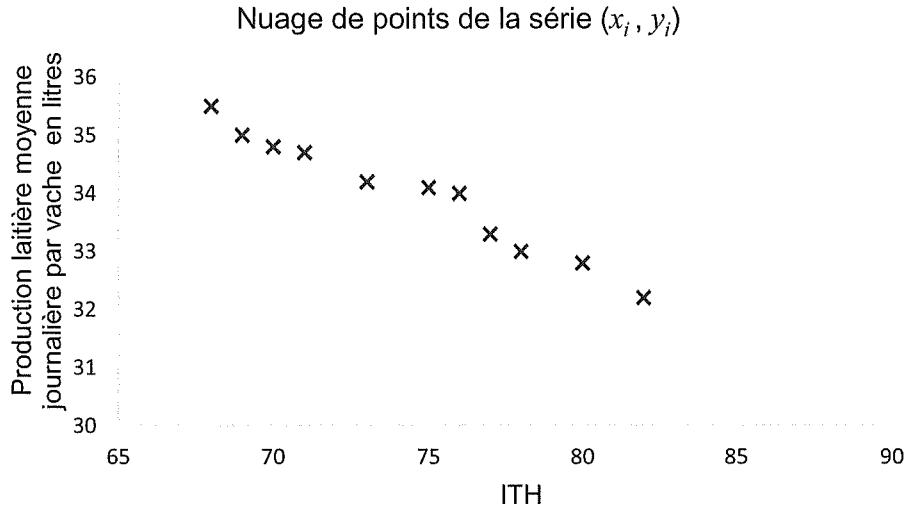
La variable statistique $Y$ désigne la production laitière moyenne journalière par vache, exprimée en litres.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

| ITH $x_i$ | 68 | 69 | 70 | 71 | 73 | 75 | 76 | 77 | 78 | 80 | 82 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Production laitière moyenne journalière par vache $y_i$ | 35,5 | 35 | 34,8 | 34,7 | 34,2 | 34,1 | 34 | 33,3 | 33 | 32,8 | 32,2 |

Source : BERNABUCCI et al, 2010

Le nuage de points de la série $(x_i, y_i)$ est représenté dans le repère ci-dessous :

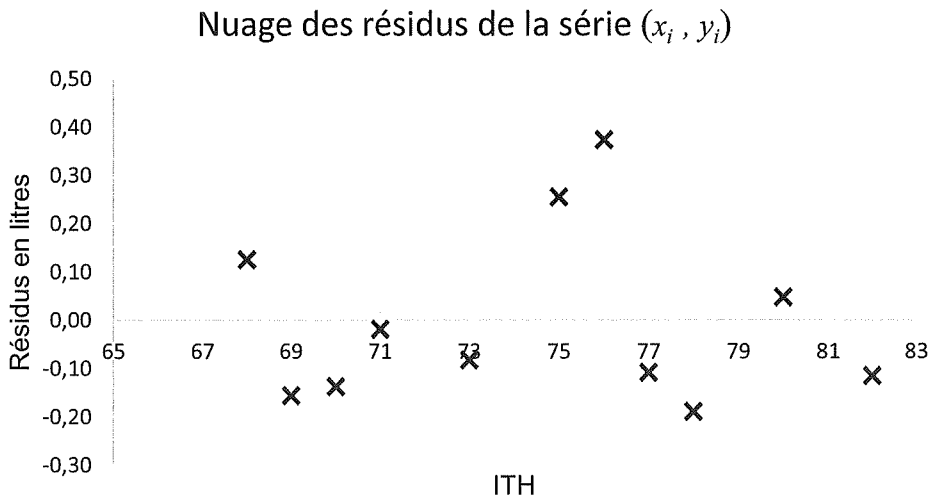



**1.** Déterminer le coefficient de corrélation linéaire entre les variables $X$ et $Y$.

**2.** Déterminer une équation de la droite de régression de $Y$ en $X$ par la méthode des moindres carrés.

**3.** Les résidus $e_i$ de la régression sont définis par $e_i = y_i - \hat{y}_i$ où $\hat{y}_i$ est une estimation de $y_i$ obtenue à l'aide de l'équation de la droite de régression.

Le nuage des résidus $e_i$ de la série $(x_i, y_i)$ est représenté dans le repère ci-dessous :




Retrouver par le calcul la valeur du premier résidu correspondant à $x_1 = 68$.

**4.** En utilisant les résultats obtenus aux questions précédentes, discuter la validité de l'ajustement affine.

**5.** Lorsque l'ITH est supérieur à 90, le stress thermique de la vache est considéré comme sévère.

Estimer la production laitière moyenne journalière d'une vache dont l'ITH est égal à 90.

**6.** En déduire le pourcentage de baisse de la production laitière lorsque l'animal est en stress thermique sévère (ITH 90) par rapport à un animal sans stress thermique (ITH 68).

**7.** Pour un agriculteur, une baisse de production de lait de 10 % par rapport à un animal sans stress thermique (ITH 68) a des conséquences financières importantes.

Déterminer l'ITH correspondant à cette baisse.

**Dans les exercices suivants, les résultats seront arrondis, si nécessaire, à $10^{-2}$ près.**

## EXERCICE 2 (5 points)

Dans le contexte actuel de réchauffement climatique et de dégradation de la fertilité des vaches laitières, une étude a été réalisée afin d'évaluer l'impact du stress thermique sur la production d'embryons de 195 génisses Prim'Holstein.

Les embryons récoltés sont classés selon leur qualité :

- Classe I : embryons de bonne ou d'excellente qualité.
- Classe II : embryons de qualité acceptable.
- Classe III : embryons de qualité médiocre.
- Classe IV : embryons non transférables (embryons morts ou dégénérés).

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

| ITH / Qualité des embryons | Très faible [35 ; 45[ | Faible [45 ; 55[ | Modéré [55 ; 65[ | Fort [65 ; 75[ |
|---|---|---|---|---|
| Classe I | 59 | 127 | 148 | 84 |
| Classes II et III | 20 | 56 | 45 | 31 |
| Classe IV | 7 | 9 | 12 | 8 |

Peut-on considérer que l'ITH a une influence sur la qualité des embryons récoltés sur les génisses Prim'Holstein ? On effectuera un test au seuil de risque de 0,05.

## EXERCICE 3 (3 points)

Le stress thermique provoque chez les poulets de chair une perte de masse. Afin de réduire cette perte, des alimentations supplémentées en énergie sont envisagées.

Une expérimentation a donc été réalisée dans une exploitation avicole pendant un été avec des températures élevées (période de stress thermique).

Depuis l'arrivée des poussins jusqu'au 24ième jour, les poulets ont tous été élevés dans la même partie du bâtiment, alimentés et abreuvés à volonté.

C'est à partir du 25ième jour que les poulets ont été répartis en deux lots homogènes :

- Lot T1 composé de 90 poulets avec un aliment classique ;
- Lot T2 composé de 90 poulets avec un aliment supplémenté en énergie.

À la fin de l'élevage, après abattage, on a relevé les masses des carcasses en fonction des lots.

Pour le lot T1, la masse moyenne des carcasses est de 1 835 grammes avec un écart type de 173 grammes.

Pour le lot T2, la masse moyenne des carcasses est de 1 906 grammes avec un écart type de 147 grammes.

1. Déterminer une estimation par intervalle de confiance de la masse moyenne des carcasses avec une alimentation classique au niveau de confiance 0,95.

2. On admet qu'avec une alimentation supplémentée en énergie, l'intervalle de confiance à 95 % de la masse moyenne des carcasses est $[1874{,}99\ ;\ 1937{,}01]$.
   Peut-on dire que l'alimentation supplémentée en énergie permet d'obtenir une masse moyenne des carcasses plus élevée pour les poulets de chair ? Justifier la réponse.

## EXERCICE 4 (6 points)

Le stress thermique sur les poules pondeuses impacte la quantité d'œufs produits par jour.
Sans stress thermique, une poule pond un œuf par jour.

### Partie A

On note $p$ le taux de production d'œufs par jour de poules pondeuses en stress thermique.
Dans un élevage, on prélève un échantillon aléatoire simple de 60 poules pondeuses en stress thermique. Sur cet échantillon, exactement 34 poules ont pondu un oeuf.

1. Déterminer une estimation ponctuelle de $p$.

2. Déterminer une estimation par intervalle de confiance de $p$ au niveau de confiance 0,95.

### Partie B

Dans cette partie, on suppose que dans un élevage la proportion de poules pondeuses en stress thermique ayant pondu un œuf est égale à $0{,}6$.
$X$ désigne la variable aléatoire, qui à chaque échantillon aléatoire simple de 60 poules pondeuses en stress thermique, associe le nombre de poules ayant pondu un œuf.

Pour chacune des affirmations suivantes, dire si elle est VRAIE ou FAUSSE, en justifiant votre réponse.

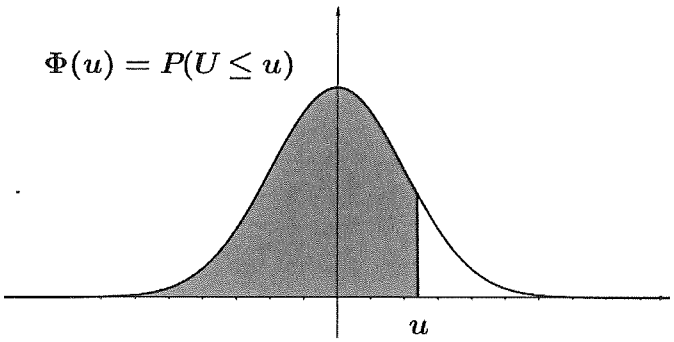
**Affirmation 1 :**
La loi de probabilité de la variable aléatoire $X$ est la loi binomiale de paramètres $n = 60$ et $p = 0{,}6$.

**Affirmation 2 :**
Il n'y a pratiquement aucune chance que les 60 poules de l'échantillon aient toutes pondu un œuf.

**Affirmation 3 :**
On peut approcher la loi de la variable aléatoire $X$ par une loi normale.

**Affirmation 4 :**
Il est fort probable qu'au moins la moitié des poules de l'échantillon pondent un œuf.

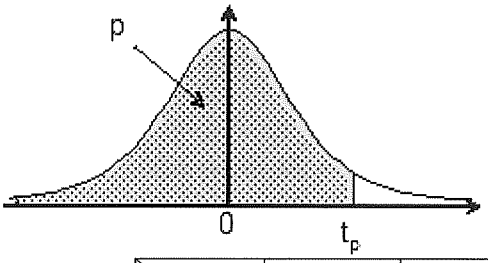
## Fonction de répartition de la variable normale centrée réduite




| u | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0,0** | 0,5000 | 0,5040 | 0,5080 | 0,5120 | 0,5160 | 0,5199 | 0,5239 | 0,5279 | 0,5319 | 0,5359 |
| **0,1** | 0,5398 | 0,5438 | 0,5478 | 0,5517 | 0,5557 | 0,5596 | 0,5636 | 0,5675 | 0,5714 | 0,5753 |
| **0,2** | 0,5793 | 0,5832 | 0,5871 | 0,5910 | 0,5948 | 0,5987 | 0,6026 | 0,6064 | 0,6103 | 0,6141 |
| **0,3** | 0,6179 | 0,6217 | 0,6255 | 0,6293 | 0,6331 | 0,6368 | 0,6406 | 0,6443 | 0,6480 | 0,6517 |
| **0,4** | 0,6554 | 0,6591 | 0,6628 | 0,6664 | 0,6700 | 0,6736 | 0,6772 | 0,6808 | 0,6844 | 0,6879 |
| **0,5** | 0,6915 | 0,6950 | 0,6985 | 0,7019 | 0,7054 | 0,7088 | 0,7123 | 0,7157 | 0,7190 | 0,7224 |
| **0,6** | 0,7257 | 0,7291 | 0,7324 | 0,7357 | 0,7389 | 0,7422 | 0,7454 | 0,7486 | 0,7517 | 0,7549 |
| **0,7** | 0,7580 | 0,7611 | 0,7642 | 0,7673 | 0,7704 | 0,7734 | 0,7764 | 0,7794 | 0,7823 | 0,7852 |
| **0,8** | 0,7881 | 0,7910 | 0,7939 | 0,7967 | 0,7995 | 0,8023 | 0,8051 | 0,8078 | 0,8106 | 0,8133 |
| **0,9** | 0,8159 | 0,8186 | 0,8212 | 0,8238 | 0,8264 | 0,8289 | 0,8315 | 0,8340 | 0,8365 | 0,8389 |
| **1,0** | 0,8413 | 0,8438 | 0,8461 | 0,8485 | 0,8508 | 0,8531 | 0,8554 | 0,8577 | 0,8599 | 0,8621 |
| **1,1** | 0,8643 | 0,8665 | 0,8686 | 0,8708 | 0,8729 | 0,8749 | 0,8770 | 0,8790 | 0,8810 | 0,8830 |
| **1,2** | 0,8849 | 0,8869 | 0,8888 | 0,8907 | 0,8925 | 0,8944 | 0,8962 | 0,8980 | 0,8997 | 0,9015 |
| **1,3** | 0,9032 | 0,9049 | 0,9066 | 0,9082 | 0,9099 | 0,9115 | 0,9131 | 0,9147 | 0,9162 | 0,9177 |
| **1,4** | 0,9192 | 0,9207 | 0,9222 | 0,9236 | 0,9251 | 0,9265 | 0,9279 | 0,9292 | 0,9306 | 0,9319 |
| **1,5** | 0,9332 | 0,9345 | 0,9357 | 0,9370 | 0,9382 | 0,9394 | 0,9406 | 0,9418 | 0,9429 | 0,9441 |
| **1,6** | 0,9452 | 0,9463 | 0,9474 | 0,9484 | 0,9495 | 0,9505 | 0,9515 | 0,9525 | 0,9535 | 0,9545 |
| **1,7** | 0,9554 | 0,9564 | 0,9573 | 0,9582 | 0,9591 | 0,9599 | 0,9608 | 0,9616 | 0,9625 | 0,9633 |
| **1,8** | 0,9641 | 0,9649 | 0,9656 | 0,9664 | 0,9671 | 0,9678 | 0,9686 | 0,9693 | 0,9699 | 0,9706 |
| **1,9** | 0,9713 | 0,9719 | 0,9726 | 0,9732 | 0,9738 | 0,9744 | 0,9750 | 0,9756 | 0,9761 | 0,9767 |
| **2,0** | 0,9772 | 0,9778 | 0,9783 | 0,9788 | 0,9793 | 0,9798 | 0,9803 | 0,9808 | 0,9812 | 0,9817 |

**Fonction de répartition d'une variable de Student à k degrés de**

**Valeurs de $t_p$ telles que $Prob(T \leq t_p) = p$**

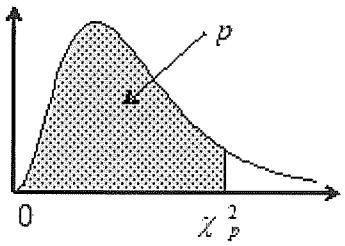



| k \ p | 0,90 | 0,95 | 0,975 | 0,99 | 0,995 | 0,999 | 0,9995 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 3,08 | 6,31 | 12,71 | 31,82 | 63,66 | 318,31 | 636,62 |
| **2** | 1,89 | 2,92 | 4,30 | 6,96 | 9,92 | 22,33 | 31,60 |
| **3** | 1,64 | 2,35 | 3,18 | 4,54 | 5,84 | 10,21 | 12,92 |
| **4** | 1,53 | 2,13 | 2,78 | 3,75 | 4,60 | 7,17 | 8,61 |
| **5** | 1,48 | 2,02 | 2,57 | 3,36 | 4,03 | 5,89 | 6,87 |
| **6** | 1,44 | 1,94 | 2,45 | 3,14 | 3,71 | 5,21 | 5,96 |
| **7** | 1,41 | 1,89 | 2,36 | 3,00 | 3,50 | 4,79 | 5,41 |
| **8** | 1,40 | 1,86 | 2,31 | 2,90 | 3,36 | 4,50 | 5,04 |
| **9** | 1,38 | 1,83 | 2,26 | 2,82 | 3,25 | 4,30 | 4,78 |
| **10** | 1,37 | 1,81 | 2,23 | 2,76 | 3,17 | 4,14 | 4,59 |
| **11** | 1,36 | 1,80 | 2,20 | 2,72 | 3,11 | 4,02 | 4,44 |
| **12** | 1,36 | 1,78 | 2,18 | 2,68 | 3,05 | 3,93 | 4,32 |
| **13** | 1,35 | 1,77 | 2,16 | 2,65 | 3,01 | 3,85 | 4,22 |
| **14** | 1,35 | 1,76 | 2,14 | 2,62 | 2,98 | 3,79 | 4,14 |
| **15** | 1,34 | 1,75 | 2,13 | 2,60 | 2,95 | 3,73 | 4,07 |
| **16** | 1,34 | 1,75 | 2,12 | 2,58 | 2,92 | 3,69 | 4,01 |
| **17** | 1,33 | 1,74 | 2,11 | 2,57 | 2,90 | 3,65 | 3,97 |
| **18** | 1,33 | 1,73 | 2,10 | 2,55 | 2,88 | 3,61 | 3,92 |
| **19** | 1,33 | 1,73 | 2,09 | 2,54 | 2,86 | 3,58 | 3,88 |
| **20** | 1,33 | 1,72 | 2,09 | 2,53 | 2,85 | 3,55 | 3,85 |
| **21** | 1,32 | 1,72 | 2,08 | 2,52 | 2,83 | 3,53 | 3,82 |
| **22** | 1,32 | 1,72 | 2,07 | 2,51 | 2,82 | 3,50 | 3,79 |
| **23** | 1,32 | 1,71 | 2,07 | 2,50 | 2,81 | 3,48 | 3,77 |
| **24** | 1,32 | 1,71 | 2,06 | 2,49 | 2,80 | 3,47 | 3,75 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **25** | 1,32 | 1,71 | 2,06 | 2,49 | 2,79 | 3,45 | 3,73 |
| **26** | 1,31 | 1,71 | 2,06 | 2,48 | 2,78 | 3,43 | 3,71 |
| **27** | 1,31 | 1,70 | 2,05 | 2,47 | 2,77 | 3,42 | 3,69 |
| **28** | 1,31 | 1,70 | 2,05 | 2,47 | 2,76 | 3,41 | 3,67 |
| **29** | 1,31 | 1,70 | 2,05 | 2,46 | 2,76 | 3,40 | 3,66 |
| **30** | 1,31 | 1,70 | 2,04 | 2,46 | 2,75 | 3,39 | 3,65 |
| **...** | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| **35** | 1,31 | 1,69 | 2,03 | 2,44 | 2,72 | 3,34 | 3,59 |
| **40** | 1,30 | 1,68 | 2,02 | 2,42 | 2,70 | 3,31 | 3,55 |
| **45** | 1,30 | 1,68 | 2,01 | 2,41 | 2,69 | 3,28 | 3,52 |
| **50** | 1,30 | 1,68 | 2,01 | 2,40 | 2,68 | 3,26 | 3,50 |
| **60** | 1,30 | 1,67 | 2,00 | 2,39 | 2,66 | 3,23 | 3,46 |
| **80** | 1,29 | 1,66 | 1,99 | 2,37 | 2,64 | 3,20 | 3,42 |
| **100** | 1,29 | 1,66 | 1,98 | 2,36 | 2,63 | 3,17 | 3,39 |
| **200** | 1,29 | 1,65 | 1,97 | 2,35 | 2,60 | 3,13 | 3,34 |
| **500** | 1,28 | 1,65 | 1,96 | 2,33 | 2,59 | 3,11 | 3,31 |
| **1000** | 1,28 | 1,65 | 1,96 | 2,33 | 2,58 | 3,10 | 3,30 |
| **...** | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| **10000** | 1,28 | 1,64 | 1,96 | 2,33 | 2,58 | 3,09 | 3,29 |

## Fonction de répartition d'une variable du Khi-2 à k degrés de liberté

**Valeurs de $\chi^2_p$ telles que $Prob(\chi^2 \leq \chi^2_p) = p$**




| k \ p | 0,005 | 0,010 | 0,025 | 0,050 | 0,100 | 0,900 | 0,950 | 0,975 | 0,990 | 0,995 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,004 | 0,02 | 2,71 | 3,84 | 5,02 | 6,63 | 7,88 |
| **2** | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 0,21 | 4,61 | 5,99 | 7,38 | 9,21 | 10,60 |
| **3** | 0,07 | 0,11 | 0,22 | 0,35 | 0,58 | 6,25 | 7,81 | 9,35 | 11,34 | 12,84 |
| **4** | 0,21 | 0,30 | 0,48 | 0,71 | 1,06 | 7,78 | 9,49 | 11,14 | 13,28 | 14,86 |
| **5** | 0,41 | 0,55 | 0,83 | 1,15 | 1,61 | 9,24 | 11,07 | 12,83 | 15,09 | 16,75 |
| **6** | 0,68 | 0,87 | 1,24 | 1,64 | 2,20 | 10,64 | 12,59 | 14,45 | 16,81 | 18,55 |
| **7** | 0,99 | 1,24 | 1,69 | 2,17 | 2,83 | 12,02 | 14,07 | 16,01 | 18,48 | 20,28 |
| **8** | 1,34 | 1,65 | 2,18 | 2,73 | 3,49 | 13,36 | 15,51 | 17,53 | 20,09 | 21,95 |
| **9** | 1,73 | 2,09 | 2,70 | 3,33 | 4,17 | 14,68 | 16,92 | 19,02 | 21,67 | 23,59 |
| **10** | 2,16 | 2,56 | 3,25 | 3,94 | 4,87 | 15,99 | 18,31 | 20,48 | 23,21 | 25,19 |
| **11** | 2,60 | 3,05 | 3,82 | 4,57 | 5,58 | 17,28 | 19,68 | 21,92 | 24,72 | 26,76 |
| **12** | 3,07 | 3,57 | 4,40 | 5,23 | 6,30 | 18,55 | 21,03 | 23,34 | 26,22 | 28,30 |
| **13** | 3,57 | 4,11 | 5,01 | 5,89 | 7,04 | 19,81 | 22,36 | 24,74 | 27,69 | 29,82 |
| **14** | 4,07 | 4,66 | 5,63 | 6,57 | 7,79 | 21,06 | 23,68 | 26,12 | 29,14 | 31,32 |
| **15** | 4,60 | 5,23 | 6,26 | 7,26 | 8,55 | 22,31 | 25,00 | 27,49 | 30,58 | 32,80 |
| **16** | 5,14 | 5,81 | 6,91 | 7,96 | 9,31 | 23,54 | 26,30 | 28,85 | 32,00 | 34,27 |
| **17** | 5,70 | 6,41 | 7,56 | 8,67 | 10,09 | 24,77 | 27,59 | 30,19 | 33,41 | 35,72 |
| **18** | 6,26 | 7,01 | 8,23 | 9,39 | 10,86 | 25,99 | 28,87 | 31,53 | 34,81 | 37,16 |
| **19** | 6,84 | 7,63 | 8,91 | 10,12 | 11,65 | 27,20 | 30,14 | 32,85 | 36,19 | 38,58 |
| **20** | 7,43 | 8,26 | 9,59 | 10,85 | 12,44 | 28,41 | 31,41 | 34,17 | 37,57 | 40,00 |

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.