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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BP Monuments Historiques, veuillez visiter :
bpmonumentshistoriques.fr/annales-sujets-et-corriges

Épreuve E3 : Mathématiques et sciences physiques, unité U32 : Sciences physiques et chimiques

Session 2026 • Code sujet : **26-BP-TP-U32** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **1**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Masse et manutention d’une dalle (4 questions) **Page 3**

2. Réaction d’un échantillon carbonaté en milieu acide (4 questions) **Page 5**

3. Suivi de l’absorption d’eau par une pierre (4 questions) **Page 7**

4. Effets thermiques sur un élément de pierre (4 questions) **Page 10**

5. Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 12**

Sujet officiel (PDF) : https://bpmonumentshistoriques.fr/assets/annales/bp-monuments-historiques/Physique-chimie/2026/BP Tailleur de Pierre – Appareilleur Monuments Historiques - Physique-chimie - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

1. Masse et manutention d’une dalle

Dans un atelier de restauration minérale, une dalle homogène assimilée à un pavé droit doit être déplacée. Ses dimensions et la masse volumique de la pierre permettent de calculer sa masse et son poids, puis de vérifier le poids par rapport à la charge maximale du matériel de manutention.

Question 1.1. **Calculer le volume de la dalle en mètres cubes à partir de sa longueur, de sa largeur et de son épaisseur.**

La dalle est assimilée à un pavé droit : son volume est le produit de ses trois dimensions, soit $V = L \times l \times e$. Les dimensions sont déjà en mètres, donc le volume obtenu est en mètres cubes. En substituant les valeurs : $V = 1{,}20 \times 0{,}45 \times 0{,}12 = 0{,}0648\ \text{m}^3$. Ce résultat correspond au volume de pierre de la dalle.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le volume de la dalle est $0{,}0648\ \text{m}^3$.

Question 1.2. **À l’aide de la masse volumique fournie, calculer la masse de la dalle en kilogrammes.**

La masse volumique vérifie $\rho = \frac{m}{V}$, donc la masse se calcule par $m = \rho V$. Avec $\rho = 2700\ \text{kg/m}^3$ et le volume de la dalle, on obtient $m = 2700 \times 0{,}0648 = 174{,}96\ \text{kg}$. Les unités se simplifient en kilogrammes. La masse est donc d’environ $175\ \text{kg}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La masse de la dalle est $174{,}96\ \text{kg}$, soit environ $175\ \text{kg}$.

Question 1.3. **Calculer le poids de la dalle en newtons, puis exprimer le résultat en kilonewtons.**

Le poids se calcule avec $P = mg$, où $m = 174{,}96\ \text{kg}$ et $g = 9{,}81\ \text{N/kg}$. Ainsi, $P = 174{,}96 \times 9{,}81 = 1716{,}3576\ \text{N}$. Pour convertir des newtons en kilonewtons, on divise par 1000 : $1716{,}3576 \div 1000 = 1{,}7163576\ \text{kN}$. À deux décimales, le poids vaut environ $1{,}72\ \text{kN}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le poids de la dalle est $1716{,}3576\ \text{N}$, soit environ $1{,}72\ \text{kN}$.

Question 1.4. **Le matériel de manutention accepte une charge maximale de 4,0 kN. Indiquer, en justifiant par une comparaison, si le poids calculé est inférieur à cette charge maximale.**

Le poids calculé vaut $1{,}7163576\ \text{kN}$, tandis que la charge maximale acceptée est $4{,}0\ \text{kN}$. La comparaison donne $1{,}7163576 < 4{,}0$. La différence est $4{,}0 - 1{,}7163576 = 2{,}2836424\ \text{kN}$. Le poids est donc inférieur à la limite indiquée : le critère de charge maximale est respecté.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$1{,}72\ \mathrm{kN} < 4{,}0\ \mathrm{kN}$: le poids de la dalle respecte la charge maximale indiquée.

2. Réaction d’un échantillon carbonaté en milieu acide

Au laboratoire, un fragment témoin contenant du carbonate de calcium est mis en contact avec une solution d’acide chlorhydrique, sans utiliser de pierre de l’ouvrage. Les questions portent sur l’équation de réaction, le pH, la quantité d’ions hydrogène et la quantité maximale de carbonate consommée.

Question 2.1. Recopier l’équation de réaction donnée et vérifier que le nombre d’atomes de calcium, de carbone, d’oxygène et d’hydrogène ainsi que la charge électrique sont conservés.

Élément ou charge	Réactifs	Produits
Ca	1	1
C	1	1
O	3	3
H	2	2
Charge totale	+2	+2

L’équation à recopier est $CaCO_3(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$. À gauche, le carbonate apporte un atome de calcium, un de carbone et trois d’oxygène ; les deux ions hydrogène apportent deux hydrogènes et une charge totale de +2. À droite, les produits présentent les mêmes nombres d’atomes et la charge totale est également +2. Les atomes et la charge électrique sont donc conservés.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Équation équilibrée : $CaCO_3 + 2H^+ \rightarrow Ca^{2+} + CO_2 + H_2O$; atomes et charge conservés.

Question 2.2. Calculer le pH de la solution d’acide chlorhydrique à partir de la concentration en ions hydrogène et de la relation pH = -log10[H+].

L’acide étant totalement dissocié dans l’eau, la concentration des ions hydrogène est $[H^+] = 1{,}0 \times 10^{-2}$ mol/L. On applique la relation donnée : $pH = -\log_{10}[H^+]$. Or $1{,}0 \times 10^{-2} = 10^{-2}$, donc son logarithme décimal vaut -2. Ainsi, pH = -(-2) = 2. Le pH est une grandeur sans unité.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le pH de la solution d’acide chlorhydrique est égal à 2, sans unité.

Question 2.3. **Calculer, à l'aide de la relation n = cV, la quantité de matière d'ions H+ contenue dans le volume de solution utilisé.**

Donnée ou calcul	Valeur
Concentration c	$1,0 \times 10^{-2}$ mol/L
Volume V	0,250 L
Quantité n = cV	$2,5 \times 10^{-3}$ mol

On utilise la relation n = cV, avec la concentration en mol/L et le volume en L. La substitution donne $n(H^+) = 1,0 \times 10^{-2} \times 0,250 = 2,5 \times 10^{-3}$ mol. Les litres se simplifient dans le produit, ce qui laisse une quantité de matière exprimée en moles. Le volume de solution contient donc $2,5 \times 10^{-3}$ mol d'ions hydrogène.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

La solution utilisée contient $2,5 \times 10^{-3}$ mol d'ions H^+.

Question 2.4. **En utilisant les proportions stœchiométriques de l'équation, déterminer la quantité de matière maximale de CaCO3 consommée, puis calculer la masse correspondante en grammes.**

L'équation montre que 2 mol d'ions H^+ réagissent avec 1 mol de $CaCO_3$. La quantité maximale consommée est donc $n(CaCO_3) = 2,5 \times 10^{-3} / 2 = 1,25 \times 10^{-3}$ mol. Pour obtenir la masse, on utilise m = nM avec $M(CaCO_3) = 100$ g/mol : $m = 1,25 \times 10^{-3} \times 100 = 0,125$ g. Ce maximum correspond à la consommation complète des ions H^+.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Quantité maximale de $CaCO_3$ consommée : $1,25 \times 10^{-3}$ mol, soit une masse de 0,125 g.

3. Suivi de l’absorption d’eau par une pierre

Un échantillon de pierre sèche est immergé et sa prise d’eau est mesurée à plusieurs instants, en grammes d’eau pour 100 g de pierre sèche. Les mesures, le modèle exponentiel et les graphiques fournis servent à étudier l’évolution de l’absorption, sa valeur limite et le temps nécessaire pour en atteindre la moitié.

Question 3.1. Reporter sur le repère du document réponse les cinq points expérimentaux du tableau, puis tracer une courbe régulière passant au plus près de ces points. Compléter aussi le tableau du document réponse avec les mesures.

Les mesures expérimentales sont reportées dans le tableau et placées aux coordonnées correspondantes du repère. Relier les points par une courbe régulière croissante qui s’aplatit progressivement : elle suit les mesures de l’échantillon, et non la courbe du modèle figurant dans le sujet.

Temps t (min)	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**
Absorption A (g/100 g)	0,0	7,1	10,0	11,2	11,7

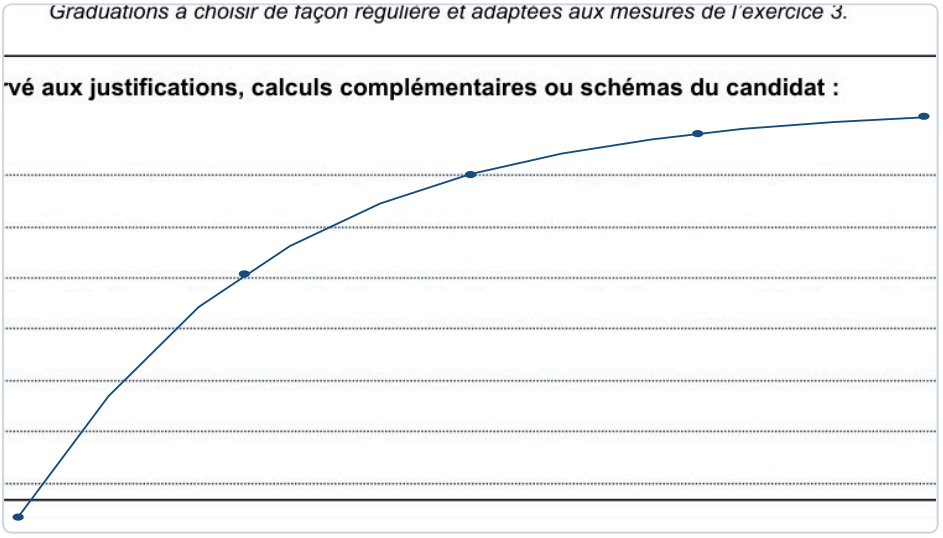
Mesures inscrites dans le tableau réponse

Relevé des points expérimentaux

Temps t (min)	0	5	10	15	20
Absorption A (g/100 g)	0,0	7,1	10,0	11,2	11,7

Les cases signalées par « ... » sont à compléter.

Points expérimentaux et courbe régulière



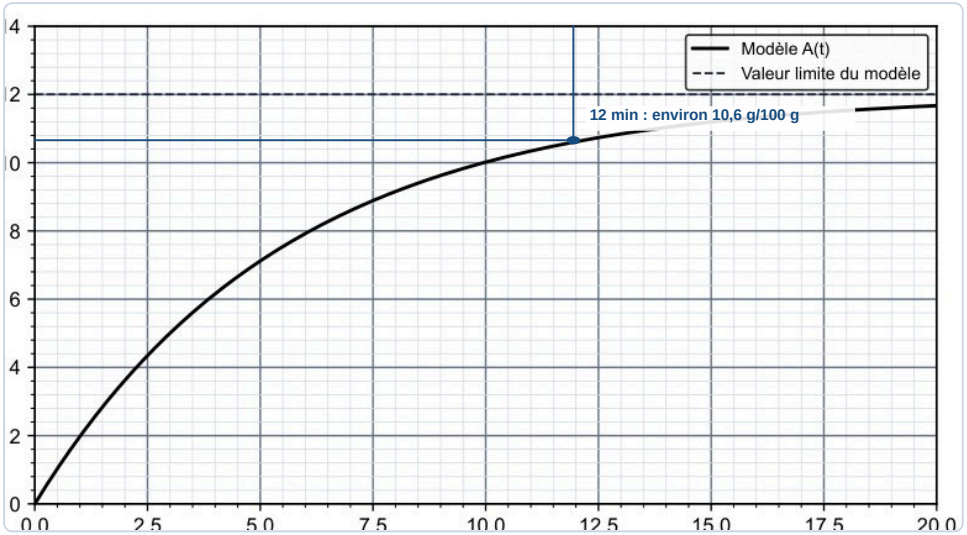
✓ RÉPONSE À RETENIR

Points : (0 ; 0,0), (5 ; 7,1), (10 ; 10,0), (15 ; 11,2) et (20 ; 11,7). Tracer une courbe régulière croissante passant au plus près d’eux.

Question 3.2. **À l'aide du graphique, estimer l'absorption après 12 minutes et donner le résultat avec son unité.**

À 12 min sur l'axe horizontal, on lit sur la courbe une absorption d'environ 10,6 g/100 g. La valeur peut être vérifiée avec le modèle : $A(12) = 12(1 - e^{-0{,}18\times 12}) \approx 10,6$. L'unité indique la masse d'eau absorbée pour 100 g de pierre sèche. Il s'agit d'une estimation graphique, pas d'une mesure expérimentale directe à 12 min.

Lecture graphique à 12 minutes



✓ RÉPONSE À RETENIR

À 12 min : environ 10,6 g d'eau pour 100 g de pierre sèche.

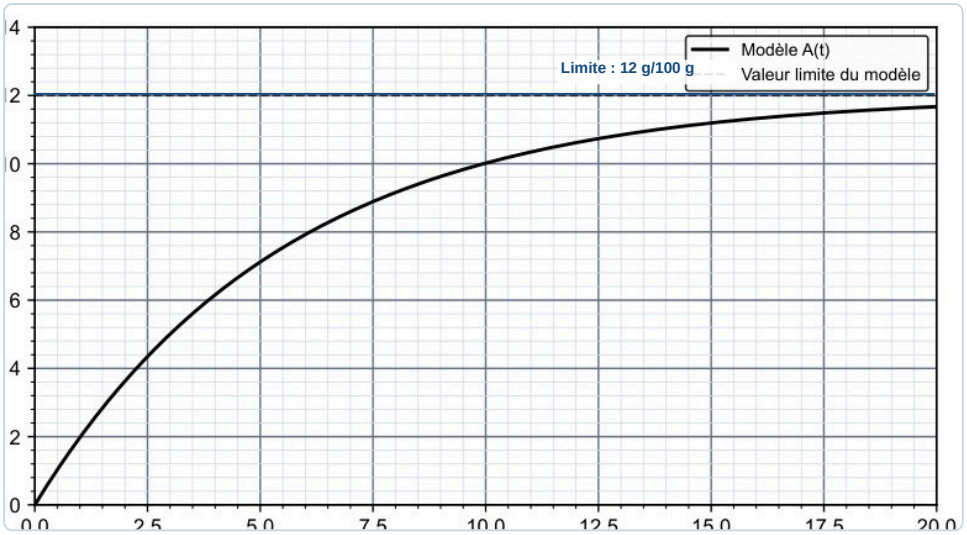
Question 3.3. **Déterminer la valeur limite vers laquelle tend le modèle lorsque le temps augmente, puis interpréter cette valeur dans le contexte de l'essai.**

Dans $A(t) = 12(1 - e^{-0{,}18t})$, lorsque le temps augmente, $e^{-0{,}18t}$ tend vers zéro. L'absorption tend donc vers 12 g/100 g.

Valeur limite	Interprétation
12 g/100 g	Quantité d'eau absorbée par 100 g de pierre sèche après une immersion suffisamment longue

Selon le modèle, la prise d'eau se stabilise près de cette valeur.

Valeur limite du modèle



✓ RÉPONSE À RETENIR

Valeur limite : 12 g d'eau absorbée pour 100 g de pierre sèche.

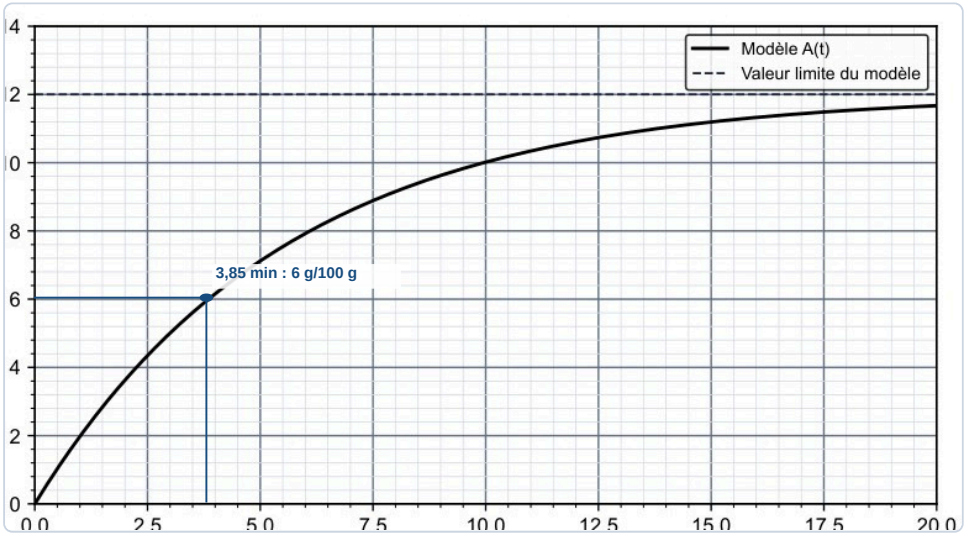
Question 3.4. **Déterminer le temps nécessaire pour atteindre la moitié de la valeur limite. On peut résoudre 12(1 - e^(-0,18t)) = 6 en utilisant ln(2) ≈ 0,693.**

La moitié de la valeur limite est $12 \div 2 = 6$ g/100 g. En résolvant l'équation proposée :

1. $12(1 - e^{-0{,}18t}) = 6$, donc $e^{-0{,}18t} = 0{,}5$.
2. Alors $0{,}18t = \ln(2)$, puis $t = 0{,}693 \div 0{,}18 = 3{,}85$ min.

Le modèle prévoit donc environ 3 min 51 s pour atteindre la moitié de l'absorption limite.

Temps correspondant à la moitié de la valeur limite



✓ RÉPONSE À RETENIR

Temps nécessaire : environ 3,85 min, soit 3 min 51 s.

4. Effets thermiques sur un élément de pierre

L'exercice étudie la dilatation d'un élément en pierre soumis à une variation de température et compare son allongement à la largeur d'un joint prévu. Il demande aussi de calculer l'énergie nécessaire pour chauffer un échantillon et la durée théorique de chauffage à puissance constante.

Question 4.1. **Calculer l'allongement ΔL de l'élément en mètres, puis convertir le résultat en millimètres.**

La dilatation se calcule avec $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$. On remplace par les valeurs du sujet : $\Delta L = 6,0 \times 10^{-6} \times 2,40 \times 35 = 0,000504\ \text{m}$. Pour convertir en millimètres, on multiplie par $1\,000$: $0,000504 \times 1\,000 = 0,504\ \text{mm}$. L'élément s'allonge donc de 0,504 mm pour cette variation de température.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Delta L = 0,000504\ \text{m} = 0,504\ \text{mm}$

Question 4.2. **Comparer l'allongement calculé à la largeur du joint prévu et indiquer si l'allongement estimé est inférieur à cette largeur.**

Pour comparer, on exprime les deux longueurs en millimètres : l'allongement calculé vaut 0,504 mm et le joint prévu mesure 3,0 mm. L'écart disponible est $3,0 - 0,504 = 2,496\ \text{mm}$, donc l'allongement est bien inférieur à la largeur du joint. Selon cette estimation, la largeur prévue suffit pour absorber l'allongement thermique calculé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $0,504\ \text{mm} < 3,0\ \text{mm}$: l'allongement est inférieur à la largeur du joint.

Question 4.3. **Calculer en joules l'énergie thermique Q nécessaire au chauffage de l'échantillon.**

L'énergie thermique nécessaire se calcule avec $Q = mc\Delta T$, où $m = 8,0\ \text{kg}$, $c = 790\ \text{J/(kg\cdotp°C)}$ et $\Delta T = 15\ °\text{C}$. La substitution donne $Q = 8,0 \times 790 \times 15 = 94\,800\ \text{J}$. Les unités de masse et de température s'annulent avec celles de la capacité thermique massique : le résultat est bien exprimé en joules.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $Q = 94\,800\ \text{J}$

Question 4.4. **Calculer la durée théorique de chauffage en secondes et indiquer la relation utilisée.**

La relation entre puissance, énergie et durée est $P = \dfrac{Q}{t}$. On isole la durée : $t = \dfrac{Q}{P}$. En utilisant l'énergie calculée et la puissance utile de 600 W : $t = \dfrac{94\,800}{600} = 158\ \text{s}$. La durée théorique est donc de 158 secondes, soit 2 min 38 s. Ce calcul suppose que les pertes d'énergie sont négligées, comme indiqué dans l'énoncé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$t = 158\ \text{s}$, soit 2 min 38 s.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2026)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve E3, unité U32, de sciences physiques et chimiques du BP Tailleur de pierre / Appareilleur monuments historiques, session 2026 (code 26-BP-TP-U32), dure 2 heures et a un coefficient 1. Elle traite la manutention d'une dalle, la réaction d'un carbonate, l'absorption d'eau par une pierre et les effets thermiques, en évaluant calculs, conversions, exploitation graphique et conclusions professionnelles.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour un pavé droit, V = L × l × e ; la masse s'obtient avec m = ρV et le poids avec P = mg.
- Le pH vaut -log10[H+] et la quantité de matière en solution se calcule avec n = cV.
- Le modèle d'absorption A(t) = 12(1 - e^(-0,18t)) tend vers une valeur limite de 12 g/100 g.
- La dilatation suit $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$; l'énergie de chauffage vaut Q = mcΔT et la puissance P = Q/t.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les données dans des unités cohérentes et préciser l'unité de chaque résultat.
- Pour l'équation chimique, vérifier séparément les atomes de chaque élément et la charge totale de chaque côté.
- Compléter le tableau du document réponse, placer les cinq points expérimentaux et tracer une courbe régulière.
- Rédiger une conclusion liée au contexte, notamment pour comparer le poids à la charge maximale ou l'allongement à la largeur du joint.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer le poids de la dalle à partir de ses dimensions ?

Calculez d'abord le volume en multipliant longueur, largeur et épaisseur, puis la masse avec la masse volumique. Appliquez ensuite P = mg et convertissez le résultat en kilonewtons en divisant les newtons par 1 000.

Q : Comment utiliser l'équation chimique pour déterminer la quantité de carbonate consommée ?

Calculez d'abord la quantité d'ions H+ avec n = cV. Le rapport stœchiométrique de l'équation relie cette quantité à celle de CaCO3 consommée. Convertissez ensuite la quantité de carbonate en masse à l'aide de sa masse molaire.

Q : Combien de temps faut-il consacrer à chaque exercice ?

Le sujet fixe une durée totale de 2 heures pour quatre exercices valant chacun 5 points, sans imposer de durée par exercice. Répartissez le temps selon les tâches, puis gardez une marge pour vérifier les unités, les calculs et le graphique.

Q : Qu'attend le sujet pour les calculs et les réponses graphiques ?

Présentez les calculs utiles, indiquez les unités et rédigez une conclusion adaptée à la situation professionnelle. Pour le graphique, complétez les mesures, placez les points expérimentaux et tracez une courbe régulière passant au plus près d'eux.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bpmonumentshistoriques.fr/assets/annales/bp-monuments-historiques/Physique-chimie/2026/BP Tailleur de Pierre – Appareilleur Monuments Historiques - Physique-chimie - Session 2026 - 1-Sujet.pdf
Ressources BP Tailleur de Pierre – Appareilleur Monuments Historiques : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

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.