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 :
formav.co/explorer

Mécanique

Session 2005 • Code sujet : **CMMECA** • Durée : **Non indiquée**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude d’un montant de bardage sollicité en flexion simple (7 questions) **Page 3**

2. Calcul de caractéristiques de sections de profils (4 questions) **Page 6**

3. Étude de structures triangulées (4 questions) **Page 8**

4. Étude du demi-portique 2 (5 questions) **Page 11**

5. Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 13**

Sujet officiel (PDF) : https://btsamcr.fr/assets/annales/bts-amcr/E4 - Analyse, prescription, conception d'un projet/2005/BTS AMCR - E4 - Analyse, prescription, conception d'un projet - Session 2005 - 1-Sujet.pdf

1. Étude d’un montant de bardage sollicité en flexion simple

Le modèle représente un montant de bardage soumis à une charge répartie de 2 000 N/m, avec des appuis en A et C et un point B. L’étude porte sur les réactions d’appui, les efforts tranchants et moments fléchissants, leurs diagrammes, puis le déplacement de B par les intégrales de Mohr.

1-1

Question 1-1-1. Calculer, dans le repère AXY, les coordonnées des actions aux appuis A et C.

L’origine A est en bas, avec X dirigé vers le haut et Y vers la gauche. La longueur chargée vaut 10,8 m ; la résultante de la charge vaut 21 600 N vers la droite, appliquée à 5,4 m de A. C est à 9,6 m de A. L’équilibre donne les réactions horizontales : les composantes selon X sont nulles. Les deux réactions s’opposent à la charge répartie.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> A : (0 ; +9 450) N. C : (0 ; +12 150) N dans le repère AXY.

Question 1-1-2. Établir les équations de l’effort tranchant V(x) dans le repère AXY.

On mesure x depuis A vers le haut. La charge agit suivant -Y et vaut 2 000 N/m ; la réaction en A initialise donc V à +9 450 N. En C, situé à x = 9,6 m, la réaction de +12 150 N provoque un saut de l’effort tranchant. La barre se termine en D à x = 10,8 m. Les valeurs de part et d’autre de C sont indiquées pour rendre visible ce saut.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $V(x) = 9\,450 - 2\,000x$ pour $0 < x < 9{,}6$; $V(x) = 21\,600 - 2\,000x$ pour $9{,}6 < x < 10{,}8$, en N.

Question 1-1-3. Établir les équations du moment fléchissant M(x) dans le repère AXY.

Avec M(0) = 0 et M′(x) = V(x), on intègre V sur chaque tronçon. Le moment est continu en C malgré le saut de V. Il vaut +22 320 N·m en B, puis s’annule à x = 9,45 m avant d’atteindre -1 440 N·m en C. Il revient à zéro à l’extrémité libre D.

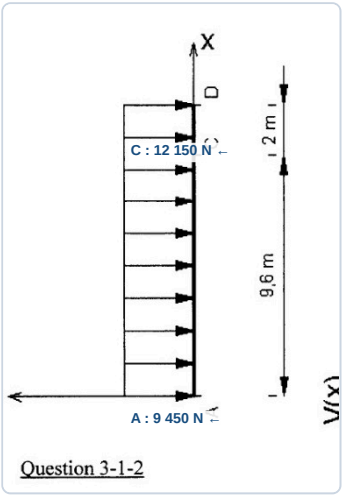
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $M(x) = 9\,450x - 1\,000x^2$ pour $0 \le x \le 9{,}6$; $M(x) = 21\,600x - 1\,000x^2 - 116\,640$ pour $9{,}6 \le x \le 10{,}8$, en N·m.

1-2

Question 1-2-1. Sur le schéma du document réponse DR1, dessiner les actions aux appuis A et C et indiquer leurs intensités.

La charge répartie est dirigée vers la droite, alors que le sens positif de Y est vers la gauche. Les deux réactions sont donc dirigées vers la gauche. Leurs composantes selon X sont nulles. Le schéma DR1 est annoté aux appuis A et C avec les intensités calculées et le sens des actions.

Actions aux appuis A et C



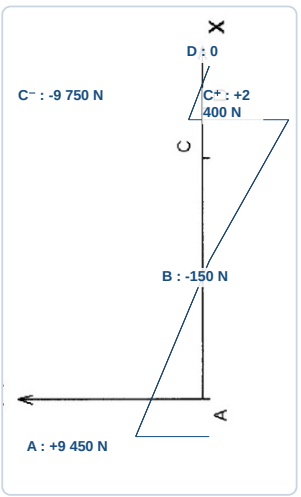
✓ RÉPONSE À RETENIR

A : 9 450 N vers la gauche. C : 12 150 N vers la gauche. Composantes selon X nulles.

Question 1-2-2. Sur le document réponse DR1, tracer le diagramme de V(x) dans le repère AXY, indiquer les valeurs algébriques aux points caractéristiques et respecter l'échelle de 1 cm pour 5 000 N.

Le diagramme est linéaire entre les actions ponctuelles. Depuis A, V part de +9 450 N et atteint -150 N en B. En C, il passe de -9 750 N à +2 400 N, puis revient à zéro en D. Les signes suivent l'axe Y du repère AXY. À l'échelle demandée, 5 000 N correspondent à 1 cm.

Diagramme de l'effort tranchant



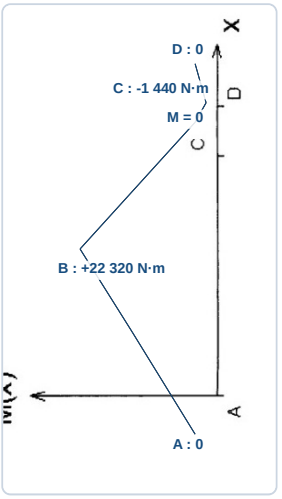
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$V(A^+) = +9\,450$ N ; $V(B) = -150$ N ; $V(C^-) = -9\,750$ N ; $V(C^+) = +2\,400$ N ; $V(D) = 0$.

Question 1-2-3. Sur le document réponse DR1, tracer le diagramme de M(x) dans le repère AXY, indiquer les valeurs algébriques aux points caractéristiques et respecter l'échelle de 1 cm pour 5 000 m.N.

Le moment varie de façon parabolique entre les appuis et reste continu en C. Il atteint environ +22 326 N·m près de x = 4,725 m, soit +22 320 N·m en B. Il s'annule à x = 9,45 m, vaut -1 440 N·m en C et revient à zéro en D. L'échelle est de 1 cm pour 5 000 N·m.

Diagramme du moment fléchissant



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

M(A) = 0 ; M(B) = +22 320 N·m ; M(C) = -1 440 N·m ; M(D) = 0.

Question 1-3. Calculer la valeur algébrique dy de la translation du point B dans le repère AXY, en prenant le mètre comme unité de distance, à l'aide des intégrales de Mohr. Utiliser I = 3 892 cm^4 et négliger le déplacement dû à l'effort tranchant.

Pour le déplacement en B, une force unitaire suivant +Y donne le moment virtuel m = -0,5x de A à B, puis m = 0,5x - 4,8 de B à C ; m est nul sur le porte-à-faux. Ainsi, $\int Mm\,dx = -212\,889{,}6$ N·m^2. Avec I = 3 892 cm^4 = 3,892 × 10^{-5} m^4 et E = 210 GPa pour l'acier, la méthode de Mohr donne $dy = \int Mm\,dx/(EI)$.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

dy = -0,02605 m, soit environ -26,05 mm suivant Y.

2. Calcul de caractéristiques de sections de profils

La première section étudiée est une poutre faîtière en PRS, composée d'une âme de 800 x 10 et de semelles de 250 x 12. La seconde est un profil UPAF 120 x 50 x 5, dont les rayons de pliage sont négligés pour déterminer la position du centre de gravité et le moment quadratique.

2-1

Question 2-1-1. Pour la section PRS représentée, calculer l'aire A de la section.

La section PRS est formée d'une âme de 800×10 mm et de deux semelles de 250×12 mm. Ces trois rectangles ne se chevauchent pas dans le calcul de l'aire : on additionne directement leurs surfaces. Ainsi, $A = (800 \times 10) + 2(250 \times 12) = 14\,000\ \text{mm}^2$. L'unité attendue est le millimètre carré.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $A = 14\,000\ \text{mm}^2$

Question 2-1-2. Calculer le moment quadratique, ou moment d'inertie de flexion Iy, de la section PRS. Tout résultat doit être accompagné de son unité.

La section est symétrique par rapport à l'axe horizontal $y - y$, qui passe au milieu de l'âme. Le centre de chaque semelle est donc à $800/2 + 12/2 = 406$ mm de cet axe. En appliquant le théorème de Huygens aux semelles et en ajoutant l'inertie propre de l'âme, on obtient $I_y = \frac{10 \times 800^3}{12} + 2\left(\frac{250 \times 12^3}{12} + 250 \times 12 \times 406^2\right)$. L'unité est le mm^4.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $I_y \approx 1\,415\,754\,667\ \text{mm}^4$

2-2

Question 2-2-1. Pour le profil UPAF 120 x 50 x 5 représenté, calculer à 0,1 mm près la distance d caractérisant la position du centre de gravité G.

Élément	Aire (mm²)	Distance au haut (mm)
Semelle supérieure, 120 × 5	600	2,5
Deux branches, 2 × (45 × 5)	450	27,5

Les branches ont une hauteur de $50 - 5 = 45$ mm. La moyenne pondérée des distances des centres de gravité des rectangles donne $d = (600 \times 2{,}5 + 450 \times 27{,}5)/(600 + 450) = 13{,}214$ mm. La cote est mesurée depuis la face extérieure supérieure jusqu'à l'axe $y - y$, comme indiqué sur le schéma.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $d = 13{,}2\ \text{mm}$ depuis la face extérieure supérieure.

Question 2-2-2. Calculer le moment quadratique, ou moment d'inertie de flexion Iy, de la section du profil UPAF.

Le moment quadratique recherché est celui autour de l'axe horizontal $y-y$, passant par le centre de gravité. On additionne les inerties propres des trois rectangles et le terme de transport des groupes d'aires de 600 et 450 mm². Leurs centres sont séparés de 25 mm ; leur contribution de transport vaut $600\times 450/1050\times 25^2$. Ainsi, $I_y = \frac{120\times 5^3}{12} + 2\frac{5\times 45^3}{12} + \frac{600\times 450}{1050}\times 25^2$, en mm^4.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $I_y \approx 237\,901{,}8\ \mathrm{mm}^4$

3. Étude de structures triangulées

La stabilité d'un pan de fer est représentée par un modèle 1 soumis aux forces F1 = 18 800 N et F2 = 5 650 N, puis par un modèle 2 utilisé pour le calcul des efforts dans ses barres. Une autre situation étudie le nœud B reliant les barres AB et BC, sollicité par la force F3 = 25 600 N exercée par un montant de bardage.

3-1

Question 3-1. À partir du schéma du modèle 1, déterminer le degré d'hyperstaticité de la structure.

Pour un treillis plan, le degré d'hyperstaticité vaut **h = m + r - 2j**, avec *m* le nombre de barres, *r* le nombre de réactions d'appui et *j* le nombre de nœuds. Le modèle 1 comporte 14 barres, 9 nœuds et 3 appuis articulés, soit 6 réactions. Ainsi, **h = 14 + 6 - 2 × 9 = 2** : le treillis est hyperstatique de degré 2.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> **Degré d'hyperstaticité : h = 2.**

3-2

Question 3-2. Pour le prédimensionnement, utiliser le modèle 2 et calculer les efforts dans toutes ses barres. Reporter les résultats dans le tableau 1 du document réponse DR1.

À D, l'équilibre impose AD = 0 et DE en compression à 18 800 N. À E, EL = 0 et EG est comprimée à 18 800 N. À G, F2 s'ajoute à l'action transmise par EG : l'effort horizontal dans GL vaut 18 800 + 5 650 = 24 450 N. Avec une diagonale de longueur $\sqrt{5,1^2 + 4,8^2}$, on obtient GL et AL à 33 576 N en traction. Leurs composantes verticales s'équilibrent au nœud L, donc BL = 0. CG est comprimée.

Barre	Traction	Compression
DE		18 800 N
EG		18 800 N
AD	0 N	
EL	0 N	
BL	0 N	
CG		23 012 N
AL	33 576 N	
GL	33 576 N	

Tableau 1 complété

Barres	Traction	Compression
DE		18 800 N
EG		18 800 N
AD	0 N	
EL	0 N	
BL	0 N	
CG		23 012 N
AL	33 576 N	
GL	33 576 N	

✓ RÉPONSE À RETENIR

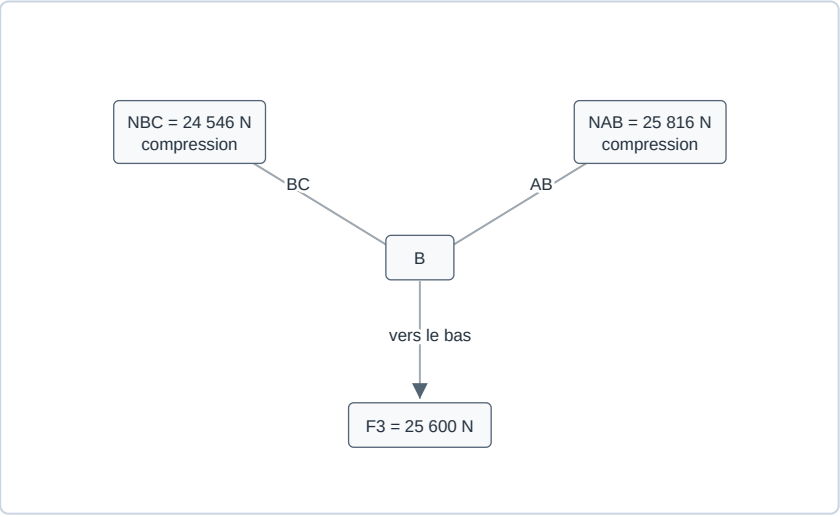
DE et EG : 18 800 N en compression. CG : 23 012 N en compression. AL et GL : 33 576 N en traction. AD, EL et BL : 0 N.

3-3

Question 3-3.1. Étudier l'équilibre du nœud B soumis à F3 = 25 600 N et dessiner le nœud en équilibre.

La barre AB a pour longueur $\sqrt{3,7^2 + 2,4^2}$, et BC mesure 5,1 m. À l'équilibre, leurs composantes horizontales se compensent et les composantes verticales équilibrent F3. Les deux barres sont comprimées : elles poussent le nœud B vers le haut. On obtient N_{AB} = 25 816 N et N_{BC} = 24 546 N. Le croquis indique le sens des forces exercées sur B.

Équilibre du nœud B



Forces des barres comprimées sur B : AB vers le haut et la droite, BC vers le haut et la gauche.

✓ RÉPONSE À RETENIR

AB : **25 816 N en compression**. BC : **24 546 N en compression**.

Question 3-3.2. **Reporter les efforts sollicitant les barres AB et BC dans le tableau 2 du document réponse DR1.**

Les efforts à reporter sont ceux déterminés par l'équilibre du nœud B. La compression des barres signifie que chacune pousse le nœud ; les valeurs doivent donc figurer dans la colonne « Compression » du tableau 2. Inscrire AB et BC sur les deux lignes, avec leurs efforts en newtons. Les valeurs arrondies au newton sont données ci-dessous.

Tableau 2 complété

Barres	Traction	Compression
AB		25 816 N
BC		24 546 N

E4 – Sous épreuve « mécanique »

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

AB : 25 816 N en compression. BC : 24 546 N en compression.

4. Étude du demi-portique 2

Le demi-portique 2 comprend un montant articulé en pied et une traverse encastrée à son extrémité, soumise à une charge répartie de 10 000 N/m. Les inerties, le module d'Young et les dimensions sont fournis pour appliquer la méthode des déplacements, en négligeant les déformations dues à l'effort normal et à l'effort tranchant.

4

Question 4-1. Définir les inconnues cinématiques du système.

Le nœud 1 est articulé : sa rotation est libre et le moment d'extrémité de la barre 12 y est nul. Le nœud 3 est encastré, donc sa rotation est nulle. Les translations des nœuds sont empêchées par les appuis et l'inextensibilité axiale des barres. La seule inconnue cinématique retenue par la méthode des rotations est donc la rotation du nœud rigide 2, commune aux barres 12 et 23.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Inconnue cinématique : θ_2. À l'encastrement, $\theta_3 = 0$.

Question 4-2. Écrire les équations intrinsèques des barres ij.

Les longueurs sont $L_{12} = 9{,}5\,\mathrm{m}$ et $L_{23} = 20\,\mathrm{m}$. Pour la barre 12, articulée en 1, le formulaire donne $M_{12} = 0$ et $M_{21} = \frac{3EI_1}{L_{12}}\theta_2$. Pour la traverse encastrée en 3 et chargée sur toute sa longueur, les équations sont :
$M_{23} = \frac{4EI_2}{L_{23}}\theta_2 + \frac{qL_{23}^2}{12}$, $M_{32} = \frac{2EI_2}{L_{23}}\theta_2 - \frac{qL_{23}^2}{12}$. L'équilibre du nœud 2 impose $M_{21} + M_{23} = 0$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\left(\frac{3EI_1}{9{,}5} + \frac{4EI_2}{20}\right)\theta_2 + \frac{q(20)^2}{12} = 0$.

Question 4-3. Calculer la valeur de l'inconnue cinématique.

On convertit les inerties en m^4 : $I_1 = 99518 \times 10^{-8}$ et $I_2 = 104839 \times 10^{-8}$. Avec $E = 210000 \times 10^6\,\mathrm{Pa}$ et $q = 10000\,\mathrm{N/m}$, on remplace dans l'équation d'équilibre du nœud 2, puis on isole θ_2. Le signe négatif indique une rotation dans le sens opposé au sens positif adopté.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\theta_2 = -0{,}003030\,\mathrm{rad}$, soit une rotation horaire.

Question 4-4. Calculer les valeurs des moments Mij exercés par les nœuds sur les barres.

En reportant $\theta_2 = -0{,}00302951734\,\mathrm{rad}$ dans les équations intrinsèques, le moment en 1 est nul car cette extrémité est articulée. Au nœud 2, les moments d'extrémité des deux barres s'équilibrent. Le moment en 3 inclut le terme d'encastrement parfait dû à la charge répartie. Les signes sont ceux de la convention du formulaire.

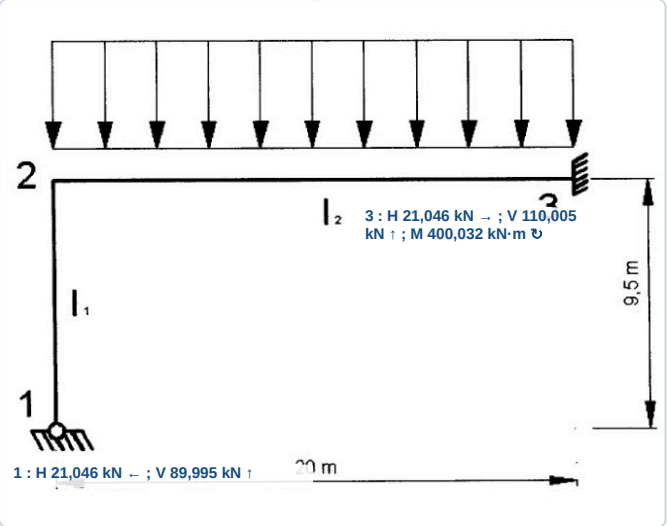
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$M_{12} = 0$, $M_{21} = -199{,}94\,\text{kN}\cdot\text{m}$, $M_{23} = +199{,}94\,\text{kN}\cdot\text{m}$, $M_{32} = -400{,}03\,\text{kN}\cdot\text{m}$.

Question 4-5. Déterminer les actions aux appuis et dessiner le demi-portique en équilibre.

La charge totale sur la traverse est $qL = 200000\,\text{N}$. L'équilibre de la traverse avec ses moments d'extrémité donne $V_3 = 110004{,}8\,\text{N}$ et $V_2 = 89995{,}2\,\text{N}$, vers le haut sur la barre. La réaction verticale à l'appui 1 vaut donc $V_1 = V_2$. Le moment de la barre 12 impose une réaction horizontale de $21045{,}9\,\text{N}$ à chaque appui, de sens opposés. Le moment d'appui en 3 est horaire.

Demi-portique en équilibre : réactions aux appuis



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Appui 1 : $H_1 = 21{,}046\,\text{kN}$ vers la gauche, $V_1 = 89{,}995\,\text{kN}$ vers le haut. Appui 3 : $H_3 = 21{,}046\,\text{kN}$ vers la droite, $V_3 = 110{,}005\,\text{kN}$ vers le haut, $M_3 = 400{,}032\,\text{kN}\cdot\text{m}$ horaire.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2005)

Bilan de l'épreuve : Cette sous-épreuve E4 de mécanique, repérée CMMECA, ne précise ni session, ni année, ni durée, ni coefficient. Elle étudie un montant de bardage, des sections PRS et UPAF, des structures triangulées et un demi-portique. Les compétences évaluées concernent la statique, la flexion, les caractéristiques géométriques des sections, les efforts dans les barres et la méthode des déplacements.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- À l'équilibre, la somme des forces et la somme des moments appliqués à un système sont nulles.
- Pour une section composée, le centre de gravité se calcule par moyenne pondérée des positions des surfaces par leurs aires.
- Le moment quadratique d'une section composée tient compte des inerties propres et du décalage de chaque centre de gravité.
- La méthode des déplacements relie les moments aux extrémités des barres aux rotations nodales et aux moments dus au chargement.

Points de vigilance & attentes du jury

- Respecter le repère et les conventions de signes pour les réactions, V(x) et M(x).
- Indiquer les unités des résultats, notamment pour l'aire et le moment quadratique.
- Reprendre les dimensions et les géométries directement sur les schémas cotés.
- Reporter les efforts dans les tableaux du DR1 et respecter l'échelle demandée pour les diagrammes.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment construire les diagrammes d'effort tranchant et de moment fléchissant ?

Déterminez d'abord les réactions d'appui par l'équilibre global. Écrivez ensuite V(x) et M(x) sur chaque tronçon, repérez leurs valeurs caractéristiques et tracez les diagrammes avec le repère, les signes et l'échelle demandée.

Q : Comment calculer le centre de gravité d'un profil composé ?

Décomposez la section en surfaces simples, calculez leurs aires et les positions de leurs centres par rapport au même axe, puis appliquez le barycentre pondéré par les aires. Traitez les vides comme des aires négatives.

Q : Le sujet indique-t-il une durée, un coefficient ou un barème de points ?

Les pages fournies ne précisent ni durée, ni coefficient, ni répartition des points. Organisez le temps selon le nombre d'études, traitez d'abord les données et équations, puis réservez un temps pour les diagrammes et les documents réponse.

Q : Quels critères de présentation sont explicitement demandés dans ce sujet ?

Précisez les unités, indiquez les valeurs algébriques aux points caractéristiques et respectez les échelles des diagrammes. Reportez également les efforts demandés dans les tableaux du DR1 et présentez le nœud B en équilibre.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsamcr.fr/assets/annales/bts-amcr/E4 - Analyse, prescription, conception d'un projet/2005/BTS AMCR - E4 - Analyse, prescription, conception d'un projet - Session 2005 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Architectures en Métal : Conception et Réalisation : 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.