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 BTS EBCR, veuillez visiter :
btsebcr.fr/annales-sujets-et-corriges

U41 - Analyse des enveloppes

Session 2018 • Code sujet : **18EB41ANE1** • Durée : **4 heures** • Coefficient : **3**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Système d’étanchéité avec protection végétale** (4 questions) — **Page 3**

2. **Support d’étanchéité en dérivé du bois** (3 questions) — **Page 6**

3. **Étude thermique du mur rideau** (2 questions) — **Page 8**

4. **Étude des montants du mur rideau** (4 questions) — **Page 9**

5. **Liaison du mur rideau avec la couverture** (1 question) — **Page 11**

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

Sujet officiel (PDF) : https://btsebcr.fr/assets/annales/bts-ebcr/E4.1 - Analyse des enveloppes/2018/BTS EBCR - E4.1 - Analyse des enveloppes - Session 2018 - 1-Sujet.pdf

1. Système d’étanchéité avec protection végétale

L’étude porte sur la toiture-terrasse végétalisée de l’école maternelle Daudet, hors sheds, et sur son complexe d’étanchéité. Elle évalue le classement FIT, le traitement de la condensation et la représentation d’une liaison de couverture avec le bardage zinc.

Question 1. Donner la signification des lettres F, I et T du classement performanciel FIT des étanchéités de toiture. Déterminer ensuite le classement FIT réglementaire du système, en considérant la végétalisation comme une protection meuble et la toiture comme plate.

Dans le classement FIT, **F** désigne la résistance à la fatigue, **I** la résistance à l’indentation (poinçonnement) et **T** la tenue aux températures élevées. La toiture est plate et reçoit une protection meuble végétalisée. Le tableau DT07 donne les niveaux minimaux à retenir pour cette configuration :

Critère	Performance minimale
F	F5
I	I5
T	T2

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Classement FIT réglementaire minimal : F5 I5 T2 pour la toiture plate avec protection meuble végétalisée.

Question 2. Comparer le classement FIT réglementaire obtenu avec celui du système SOPREMA C13, indiqué comme optimal, puis conclure.

Le système SOPREMA C13 indiqué comme optimal présente le classement **F5 I5 T4** (DT08). Il atteint les niveaux réglementaires F5 et I5, et dépasse le niveau minimal T2 pour la tenue aux températures élevées. Le complexe prévu au CCTP est lui aussi annoncé F5 I5 T4 : il satisfait donc l’exigence réglementaire et possède le classement optimal indiqué pour le système SOPREMA.

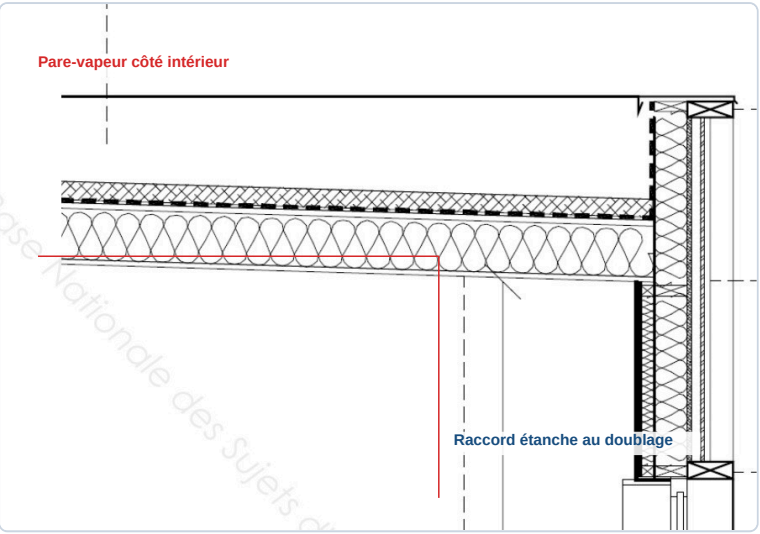
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le C13 optimal est conforme : F5 I5 T4, supérieur au minimum réglementaire F5 I5 T2 pour le critère T.

Question 3. À partir de l’étude de la variation de l’hygrométrie dans la couverture, déterminer si la solution proposée pour le traitement de la condensation est adaptée au système constructif et justifier la réponse. Représenter ensuite en couleur sur le DR01 une solution tenant compte de la couverture et de la liaison avec le doublage intérieur.

La solution proposée n’est pas adaptée : le pare-vapeur (indice 4, sd = 10 m) se trouve au-dessus du support bois et de l’isolation principale, tandis que la membrane bitumée extérieure est très fermée à la vapeur (sd = 250 m). Le diagramme DT09 indique une zone de condensation au droit du support. Il faut placer le pare-vapeur de façon

continue du côté intérieur chauffé, sous l'isolation principale, puis le raccorder sans interruption au pare-vapeur du doublage mural, conformément au DTU 31.2.

DR01 : pare-vapeur continu côté chaud



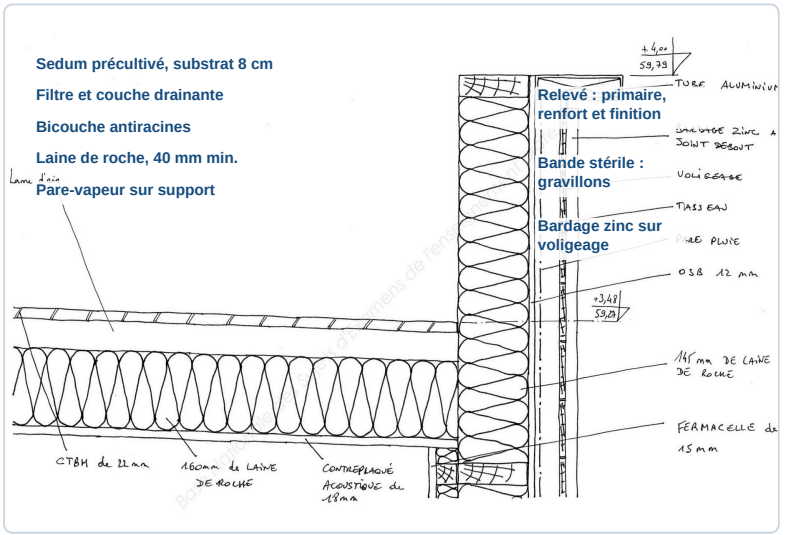
✓ RÉPONSE À RETENIR

Condensation dans le complexe : placer le pare-vapeur côté intérieur chaud et le raccorder continûment au doublage mural.

Question 4. Compléter le DR02 à main levée en respectant les proportions, puis légender le croquis. Il doit représenter le système de couverture étanchée décrit au lot 3.

Le complexe courant se lit depuis le support : écran pare-vapeur, isolant en laine de roche d'au moins 40 mm, puis étanchéité bicouche élastomère antiracines, soudée en plein. Ajouter la couche drainante et filtrante, puis les rouleaux précultivés de Sedum. En périphérie, le relevé couvre la costière et comprend le primaire AQUADERE, l'équerre de renfort SOPRALENE et la finition SOPRALAST AR. Représenter aussi la bande stérile en gravillons et le bardage zinc vertical sur voligeage.

DR02 : légendes du complexe et de la liaison



✓ RÉPONSE À RETENIR

De bas en haut : pare-vapeur, isolant, étanchéité bicouche antiracines, drain-filtre et Sedum. Relevé sur costière, renfort, finition et bande stérile.

2. Support d'étanchéité en dérivé du bois

L'étude examine les charges appliquées au support en panneaux de CTBH de la toiture végétalisée et le dimensionnement de ce support. Elle demande de déterminer les charges de neige et d'entretien, de vérifier la charge permanente, puis de calculer la charge descendante et l'épaisseur minimale du panneau.

Question 5. Déterminer la charge normale maximale de neige sur la toiture-terrasse et la charge d'entretien, puis en déduire la charge non permanente à retenir pour la vérification du support bois. Utiliser les données fournies : altitude de 58 m, canton de Faches-Thumesnil dans le département 59, neige normale, hauteur maximale d'émergence du shed de 2,58 m et toiture-terrasse inaccessible.

Le tableau DT14 classe Faches-Thumesnil en région A1. À 58 m d'altitude, la correction est nulle : $S_k = 0,45$ kN/m². Pour l'accumulation contre le shed, $\mu_2 = \gamma h / S_k = 2 \times 2,58 / 0,45 = 11,47$, plafonné à 2. Ainsi, la charge maximale vaut $S = 2 \times 0,45 = 0,90$ kN/m², soit 90 daN/m². Pour une toiture inaccessible, l'entretien vaut 100 daN/m². Le DTU retient la plus élevée de ces deux charges non permanentes.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Neige maximale : 90 daN/m². Entretien : 100 daN/m². Charge non permanente retenue : 100 daN/m².

Question 6. Vérifier la charge permanente annoncée de 100 daN/m² pour cette couverture étanchée, en excluant le poids propre du support bois.

Les masses des composants sont rapportées à 1 m², en assimilant 1 kg à 1 daN. Le drain et le filtre étant de masse négligeable, ils ne contribuent pas au total. Les deux membranes d'étanchéité, le pare-vapeur, l'isolant et la végétalisation donnent la charge suivante, hors poids propre du panneau support :

Composant	Calcul	Charge (daN/m²)
Végétalisation	Donnée DT16	80
Élastophène Flam 70-25	25/7	3,57
Sopralène Flam Jardin	25/6	4,17
Pare-vapeur	25/7	3,57
Isolant	5/(1,2×0,6)	6,94

La somme obtenue est très proche de l'estimation annoncée : l'écart résulte de l'arrondi de la charge permanente à 100 daN/m².

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Charge permanente calculée : 98,25 daN/m², soit environ 100 daN/m². Valeur annoncée vérifiée.

Question 7. Calculer la charge descendante totale à reprendre par le support d'étanchéité, déterminer l'épaisseur minimale du support et conclure par rapport à la valeur indiquée dans le CCTP. Les panneaux de CTBH mesurent 2,50 m × 1,22 m, reposent sur des pannes espacées de 1,25 m et sont posés sur trois appuis.

Pour dimensionner le panneau, on additionne la charge permanente annoncée et la charge non permanente retenue, soit 200 daN/m², hors poids propre du support. Avec une pose sur trois appuis et un entraxe de pannes de 1,25 m, la portée à vérifier est 125 cm. La table DT15 donne les portées maximales suivantes pour une charge de 200 daN/m² :

Épaisseur CTBH	Portée maximale	Vérification pour 125 cm
35 mm	111 cm	Insuffisant
40 mm	127 cm	Conforme

Le panneau de 22 mm prévu au CCTP est donc insuffisant au regard de la portée entre appuis.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Charge totale : 200 daN/m². Épaisseur minimale du CTBH : 40 mm. Le panneau de 22 mm du CCTP est insuffisant.

3. Étude thermique du mur rideau

L'étude porte sur le mur rideau en aluminium du puits de lumière de l'entrée du groupe scolaire. Il faut choisir un vitrage respectant les exigences thermiques, lumineuses et acoustiques, puis calculer le coefficient thermique moyen de la façade et le comparer à la limite de l'étude thermique.

Question 8. Établir un choix de vitrage conforme aux exigences attendues concernant Ug, TL et RA,Tr.

Les exigences du DT12 sont **Ug ≤ 1,0 W/(m²·K)**, **TL ≥ 58 %** et **RA,Tr ≥ 33 dB**. Le SGG Stadip Silence SP 510 Cool-Lite Xtreme 60/28 du DT13 affiche respectivement 1,0 W/(m²·K), 58 % et 34 dB : il satisfait les trois critères. Le Stadip Protect SP 510 atteint seulement 32 dB et ne convient donc pas.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Choix : SGG Stadip Silence SP 510 Cool-Lite Xtreme 60/28, Ug = 1,0 W/(m²·K), TL = 58 %, RA,Tr = 34 dB.

Question 9. Déterminer la valeur Ucw du mur rideau et la comparer à la valeur maximale de l'étude thermique. Utiliser Uf = 1,50 W/(m²·K), Ψg = 0,05 W/(m·K) et le fait que les modules du mur rideau sont identiques.

Les quatre modules étant identiques, le Ucw de la façade est égal à celui d'un module. D'après le DR03, un module mesure 1,237 × 2,000 m. Avec des profilés de 52 mm, la surface vitrée est 1,185 × 1,948 m² ; la surface de menuiserie correspond au reste du module. Le périmètre du vitrage vaut 2 × (1,185 + 1,948) m. En appliquant la formule du DT11 avec Ug = 1,0, Uf = 1,50 et Ψg = 0,05, on obtient Ucw ≈ 1,16 W/(m²·K), inférieur au maximum de 1,4 W/(m²·K).

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Ucw = 1,16 W/(m²·K) : conforme au maximum de 1,4 W/(m²·K).

4. Étude des montants du mur rideau

L'étude dimensionne le montant AB du mur rideau soumis à l'action du vent, à partir de la géométrie de la façade et des données techniques des profilés. Elle porte sur la modélisation mécanique, la flèche admissible, le choix de profilé et la vérification de la contrainte à l'état limite ultime.

Question 10. Déterminer la pression du vent sur la façade à partir des données suivantes : région 3, catégorie de terrain IIIb et hauteur du bâtiment de 6,5 m.

La hauteur de 6,5 m appartient à la colonne « inférieure à 9 m » du tableau DT17. À l'intersection de la région 3 et du terrain IIIb, on lit une pression de vent à l'ELS de 836 Pa. Cette pression surfacique s'applique normalement au plan de façade.

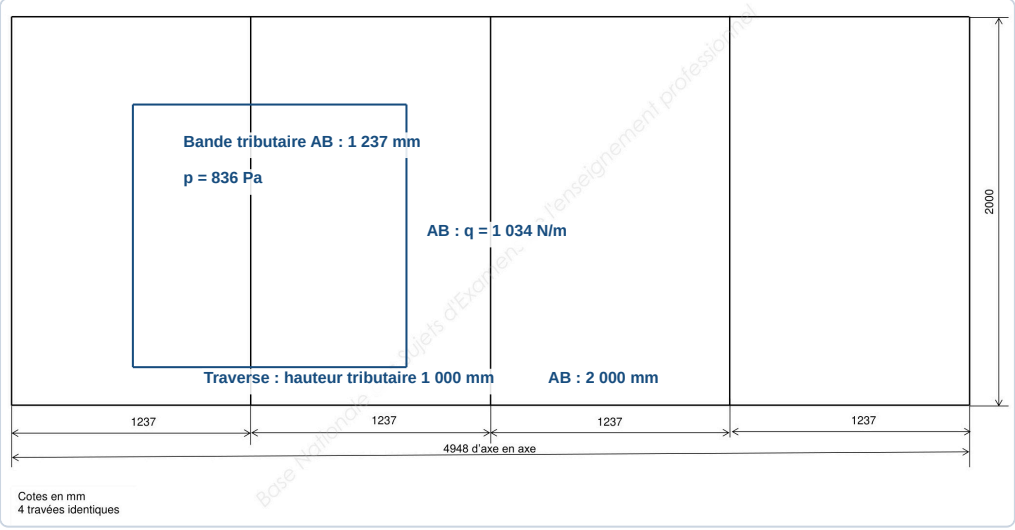
✓ RÉPONSE À RETENIR

Pression de vent à l'ELS : 836 Pa.

Question 11. Sur le DR03, schématiser les surfaces de répartition de la pression du vent sur le montant AB et sur les traverses fixées à ce montant. En déduire la modélisation mécanique réelle du montant AB en précisant toutes les valeurs, avec une liaison fixe en bas et une liaison dilatante en partie haute.

Le montant AB reçoit la pression sur une largeur tributaire de 1 237 mm : sa charge linéique vaut donc 836 × 1 237 / 1 000 = 1 034 N/m. Chaque traverse reçoit une bande de façade de 1 000 mm de hauteur, soit 836 N/m sur sa portée de 1 237 mm, et transmet environ 517 N à chaque extrémité. Le montant, haut de 2 000 mm, est modélisé par une poutre chargée uniformément, encastrée en pied et appuyée de façon dilatante en tête.

DR03 : surfaces tributaires et montant AB



✓ RÉPONSE À RETENIR

AB : 1 034 N/m sur 2 000 mm, encastré en bas et appuyé de façon dilatante en haut.

Question 12. La simulation du montant AB avec Ix'x = 1 cm⁴ et un chargement réel normal donne une flèche de 131,2 mm. Calculer la flèche admissible, puis le moment quadratique minimal du montant AB.

La portée libre du montant est de 2 000 mm, donc le critère SNFA pour une portée inférieure ou égale à 3 000 mm donne une flèche admissible de L/200 = 10 mm. À chargement identique, la flèche varie en raison inverse du moment quadratique. L'inertie requise est donc 1 × 131,2 / 10 = 13,12 cm⁴.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Flèche admissible : 10 mm. Moment quadratique minimal : 13,12 cm⁴.

Question 13. À partir du moment quadratique calculé à la question précédente, choisir un profilé sans renfort dans la gamme WICONA MECANO. Vérifier que le montant n'atteint pas la limite élastique à l'état limite ultime, avec une pondération de 1,5 de la charge climatique de vent et une limite élastique de 160 MPa pour l'aluminium 6060 T5.

Le profilé 40 mm, référence 10166, a une inertie de 12,11 cm⁴, insuffisante. Le profilé suivant, 50 mm, référence 10252, offre 22,42 cm⁴ et un module de flexion de 6,83 cm³. Le moment maximal non pondéré lu sur DT18 est 225,54 N·m. À l'ELU, la contrainte est 225,54 × 1,5 / 6,83 = 49,53 MPa, inférieure à la limite élastique de 160 MPa.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Profilé sans renfort 50 mm, référence 10252 : inertie 22,42 cm⁴. Contrainte ELU : 49,53 MPa, conforme à la limite de 160 MPa.

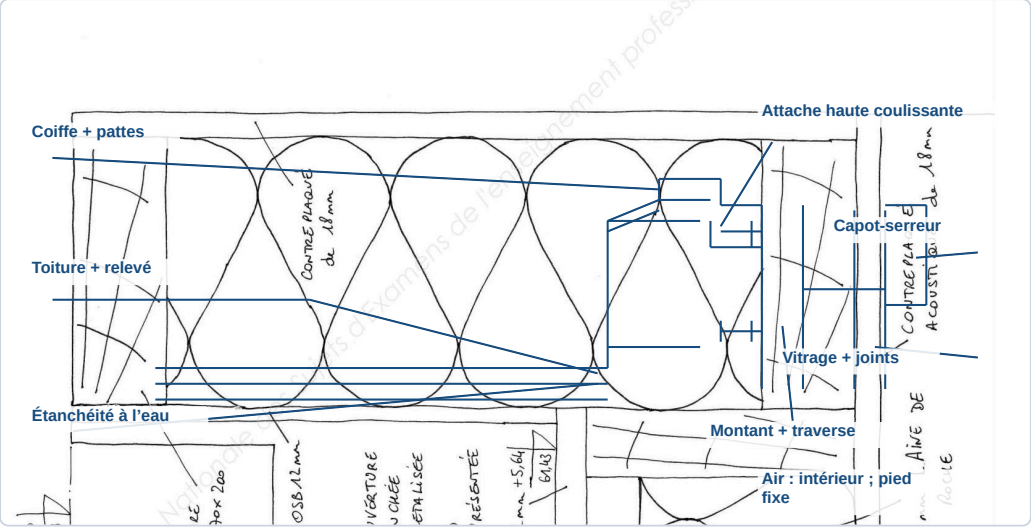
5. Liaison du mur rideau avec la couverture

Cette étude porte sur le raccord du mur rideau du puits de lumière avec l'acrotère et la couverture. Le croquis demandé doit respecter les proportions, représenter les composants imposés et tenir compte d'une liaison fixe en bas et dilatante en partie haute.

Question 14. Compléter le DR04 à main levée en respectant les proportions et légender le croquis. Il doit comporter au minimum une traverse, un montant, une attache, le vitrage, le capot-serreur, l'étanchéité à l'air et à l'eau de l'ensemble ainsi que les composants de la coiffe d'acrotère. La liaison est fixe en bas et dilatante en partie haute.

Compléter le détail du DR04 par une coupe de la rencontre entre la toiture et le mur-rideau. Montrer le relevé d'étanchéité raccordé à la coiffe de l'acrotère, avec ses pattes de fixation et ses retombées. Dessiner le vitrage maintenu par joints, capot-serreur, montant et traverse. Représenter l'attache haute coulissante pour permettre la dilatation, et rappeler que la fixation basse est fixe. Indiquer l'étanchéité à l'eau côté extérieur et à l'air côté intérieur.

DR04 complété : liaison du mur-rideau à l'acrotère



✓ RÉPONSE À RETENIR

Attache basse fixe, attache haute dilatante ; vitrage avec joints et capot-serreur ; étanchéité à l'air et à l'eau ; relevé raccordé à la coiffe et à ses pattes.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2018)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve U41 du BTS Enveloppe des bâtiments : conception et réalisation, session 2018, code 18EB41ANE1, dure 4 heures et a un coefficient 3. Elle étudie la toiture étanchée végétalisée de l'école Daudet et le mur rideau d'un puits de lumière. Les compétences évaluées couvrent l'analyse technique, les calculs de charges, le dimensionnement thermique et structurel, la modélisation et la représentation de détails constructifs.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le classement FIT caractérise les performances d'une étanchéité selon F, I et T, en fonction notamment du type de toiture et de protection.
- La charge de neige sur toiture suit S = μi × Ce × Ct × Sk, avec correction d'altitude et prise en compte des obstacles.
- Le coefficient moyen Ucw d'une façade intègre les contributions surfaciques et linéiques des éléments de ses modules.
- La contrainte normale d'un profilé se vérifie avec σ = M/(I/v) et se compare à la limite élastique du matériau.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer charges permanentes et non permanentes, puis retenir la charge pertinente selon les règles fournies.
- Vérifier unités, portées, appuis et conditions de pose avant d'utiliser les tableaux de dimensionnement.
- Pour Ucw, définir des modules répétitifs et prendre en compte les surfaces et les ponts thermiques linéiques.
- Sur les DR, respecter les proportions, représenter tous les composants demandés et légender clairement les détails.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer la charge de neige à appliquer à la toiture ?

Repérez la région et la charge de neige au sol, puis appliquez la correction d'altitude et les coefficients de toiture, d'exposition et thermique. En présence d'un obstacle, tenez compte de l'accumulation et comparez la neige obtenue à la charge d'entretien.

Q : Comment calculer le coefficient Ucw du mur rideau ?

Décomposez la façade en modules répétitifs, puis relevez les surfaces vitrées et de menuiserie ainsi que les longueurs de jonction. Additionnez les contributions surfaciques et linéiques et rapportez-les à l'aire projetée avant de comparer Ucw à la limite.

Q : Le sujet donne-t-il un barème détaillé et comment organiser les quatre heures ?

Aucun barème détaillé par question n'est imprimé. Les durées indicatives prévoient 110 minutes pour chaque partie, réparties entre les études A et B, puis 30 minutes pour C, 50 minutes pour D et 30 minutes pour E.

Q : Quels critères respecter dans les croquis et les vérifications de dimensionnement ?

Les croquis doivent respecter les proportions et présenter tous les éléments demandés avec des légendes lisibles. Pour les calculs, explicitez les hypothèses, gardez des unités cohérentes et comparez les résultats aux limites ou prescriptions techniques indiquées.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsebcr.fr/assets/annales/bts-ebcr/E4.1 - Analyse des enveloppes/2018/BTS EBCR - E4.1 - Analyse des enveloppes - Session 2018 - 1-Sujet.pdf

Ressources BTS Enveloppe des Bâtiments : 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.