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 Bac Pro MN, veuillez visiter :
bacpromn.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

MAINTENANCE NAUTIQUE

SESSION 2026

ÉPREUVE E31 : RÉALISATION D'UNE INTERVENTION DE MAINTENANCE, SUPPORT TECHNIQUE : RÉPARATION D'UN LAMINÉ COMPOSITE

Coefficient : 2 Durée : 3 heures

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet.

Composition de l'épreuve	Support
PARTIE 1 : ANALYSE DE L'INTERVENTION ET DU CADRE TECHNIQUE (5 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 2 : CHOIX TECHNOLOGIQUE, MÉTRÉ ET CALCUL DES MATIÈRES (6 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : PRÉPARATION ET PROTOCOLE OPÉRATOIRE (6 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 4 : PRÉVENTION ET SÉCURITÉ (3 points)	Dossier Questionnement
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES (DT 1, DT 2, DT 3)	Fourni avec le sujet
DOCUMENTS RÉPONSES (DR 1, DR 2) : À RENDRE AVEC LA COPIE	Fin de sujet

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

Ce sujet comporte 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

LES DOCUMENTS RÉPONSES SITUÉS EN FIN DE DOSSIER SONT À COMPLÉTER ET À RENDRE OBLIGATOIREMENT AVEC LA COPIE.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : ATELIER NAUTIQUE DES SABLES, ZONE TECHNIQUE DU PORT DE PLAISANCE, LES SABLES-D'OLONNE

Vous intervenez au sein de l'Atelier Nautique des Sables pour préparer une réparation localisée de la coque d'un bateau de plaisance de 7,20 m. Le propriétaire, Mme Le Goff, a signalé un impact sur le fond de coque. Après mise au sec et inspection, l'atelier a relevé une zone endommagée traversante de 180 mm sur 120 mm dans un stratifié monolithique en fibres de verre et résine polyester, d'épaisseur nominale 4,0 mm. Aucun dommage n'est observé sur la face intérieure à plus de 20 mm du défaut.

Le cahier des charges de l'intervention prévoit une réparation par stratification manuelle à la résine époxy, avec préparation en biseau et cinq plis de tissu de verre biaxial de masse surfacique 600 g/m². Les dimensions des plis et les données de mise en œuvre sont fournies dans le dossier technique. La réparation est réalisée bateau immobilisé, coque sèche et température ambiante de 23 °C. Vous devez analyser la situation, vérifier les besoins en matières, préparer le protocole opératoire et identifier les mesures de prévention nécessaires. Les données de ce sujet constituent les données applicables à l'étude de cas.

Le barème est de 20 points. Les résultats numériques seront accompagnés de leurs unités et d'un arrondi au gramme ou au centime selon la grandeur demandée. Toute opération de stratification doit respecter la fiche de données de sécurité du produit effectivement employé et les consignes de l'atelier.

PARTIE 1 : ANALYSE DE L'INTERVENTION ET DU CADRE TECHNIQUE (5 points)

Analyser le dommage, identifier les contraintes et exploiter les données du dossier

À partir du contexte et des documents DT 1 à DT 3, préparez l'analyse préalable de l'intervention. Les dimensions de la zone endommagée sont les dimensions mesurées par l'atelier après inspection.

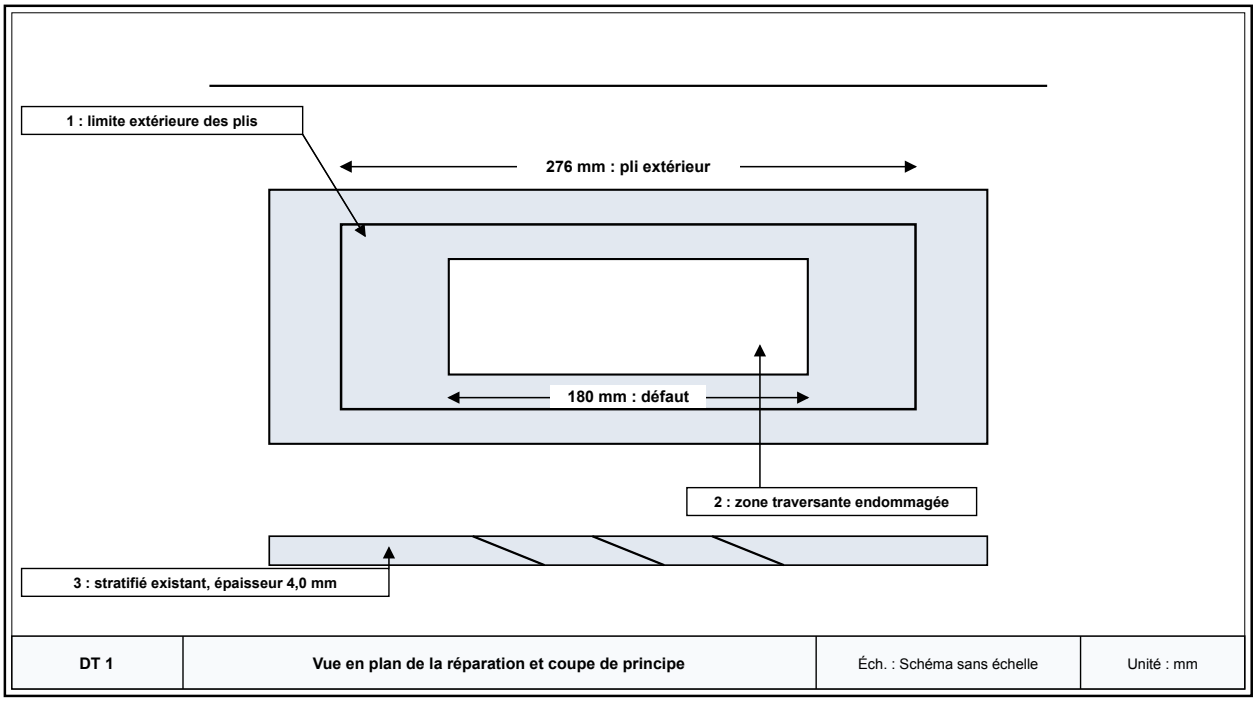


Schéma de principe, dimensions réelles indiquées sur le dessin. Les contours sont représentés sans déformation d'échelle.

1.1 (2 points) À l'aide du contexte et du DT 1, caractérisez le dommage et indiquez deux vérifications à effectuer avant d'engager la stratification. Pour chaque vérification, précisez le résultat attendu pour autoriser la poursuite de l'intervention.

1.2 (1,5 point) Expliquez l'intérêt d'une préparation en biseau autour d'un défaut traversant, puis indiquez pourquoi la zone doit être sèche et débarrassée de toute contamination avant le collage.

1.3 (1,5 point) Relevez dans le DT 3 deux références réglementaires ou documentaires utiles à la préparation de l'intervention et associez chacune à la mesure qu'elle conduit à prendre dans cette situation.

PARTIE 2 : CHOIX TECHNOLOGIQUE, MÉTRÉ ET CALCUL DES MATIÈRES (6 points)

Déterminer les surfaces, les quantités de tissu, de résine et le coût matière

Les plis prescrits sont découpés aux dimensions du DT 2. Le rouleau de tissu a une largeur de 1,00 m. Pour l'estimation de la chute, les cinq plis sont disposés côte à côte sur la largeur du rouleau, avec leurs côtés les plus courts dans le sens de la largeur du rouleau. Le rendement de découpe est le rapport entre la surface nette des cinq plis et la surface de tissu mobilisée. Pour le calcul de résine, appliquer le rapport massique indiqué au DT 2, puis ajouter la marge de procédé indiquée. Le dosage du durcisseur se fait ensuite sur la masse de composant résine calculée.

Dimensions des plis prescrits

Pli	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Masse surfacique du tissu (g/m²)
1 : extérieur	276	216	600
2	252	192	600
3	228	168	600
4	204	144	600
5 : intérieur	180	120	600

Dimensions de découpe hors surépaisseur de maintien.

Données de calcul et tarifs atelier

Paramètre	Valeur
Masse de composant résine par masse de tissu de verre	1,10 kg/kg
Marge de procédé sur le composant résine	10 %
Dosage durcisseur	30 parts en masse pour 100 parts de composant résine
Prix du tissu	9,00 €/m²
Prix du composant résine	18,00 €/kg
Prix du durcisseur	12,00 €/kg

Valeurs fournies pour cette intervention.

2.1 (1 point) Calculez la surface totale de tissu nécessaire aux cinq plis. Présentez le calcul en convertissant les dimensions en mètres.

2.2 (2 points) Complétez le DR 1 : calculez la masse totale de tissu, la masse de composant résine nécessaire avec la marge de procédé, puis la masse de durcisseur à ajouter. Utilisez les relations suivantes : masse de tissu = surface totale × masse surfacique ; masse de composant résine = masse de tissu × 1,10 × 1,10 ; masse de durcisseur = masse de composant résine × 0,30.

2.3 (1,5 point) La largeur du rouleau étant de 1,00 m et les cinq plis étant disposés côte à côte selon la consigne, calculez la surface mobilisée pour la découpe, la surface de chute et le rendement. Utilisez les relations suivantes : surface mobilisée = longueur commune de découpe × somme des largeurs des plis ; chute = surface mobilisée - surface nette ; rendement = surface nette / surface mobilisée × 100 %.

2.4 (1,5 point) Calculez le coût des matières effectivement consommées : tissu, composant résine et durcisseur. Le coût demandé est calculé à partir des quantités consommées, sans arrondir les masses intermédiaires. Présentez le détail et le coût total au centime.

PARTIE 3 : PRÉPARATION ET PROTOCOLE OPÉRATOIRE (6 points)

Organiser une réparation par stratification manuelle et définir les contrôles associés

Le protocole doit être établi à partir des données du DT 2 et des consignes de mise en œuvre du DT 3. La coque est immobilisée, la face extérieure est accessible et la température de l'atelier est de 23 °C. Les composants sont pesés séparément. Une fois le mélange préparé, le temps d'utilisation disponible est limité par la durée de vie en pot fournie au dossier.

Données de mise en œuvre des produits

Donnée	Valeur ou exigence
Température de mise en œuvre	20 à 25 °C
Durée de vie en pot à 23 °C pour un mélange de 300 g	25 min
Temps de gel indicatif à 23 °C	35 min
Dosage massique	100 parts composant résine pour 30 parts durcisseur
Support avant stratification	Sec, propre, dépoussiéré et préparé conformément à la procédure atelier
Contrôle final avant remise en service	Aspect, adhérence apparente, absence de zone sèche et respect du cycle de durcissement prescrit par le fabricant

Fiche atelier fournie pour le cas étudié.

3.1 (2 points) Complétez le DR 2 dans l'ordre chronologique. Faites apparaître au minimum l'isolement de la zone, le contrôle du support, la préparation du biseau, le dépoussiérage, le pesage et le mélange, la pose des plis et le contrôle après durcissement.

3.2 (2 points) Rédigez une consigne de préparation du mélange permettant d'obtenir les masses calculées à la question 2.2. Indiquez l'ordre de pesage et de mélange, le contrôle du dosage et l'organisation du travail au regard de la durée de vie en pot. Précisez la conduite à tenir si la température réelle sort de la plage prescrite.

3.3 (2 points) Indiquez quatre critères de contrôle à vérifier avant de proposer la remise en service de l'embarcation. Distinguez les contrôles réalisés pendant la stratification des contrôles réalisés après durcissement.

PARTIE 4 : PRÉVENTION ET SÉCURITÉ (3 points)

Prévenir les risques liés aux poussières, aux produits chimiques et à l'organisation du poste

La préparation mécanique du stratifié peut produire des poussières. La résine époxy et le durcisseur peuvent présenter des dangers pour la santé. Les informations de danger et les équipements requis par le fabricant sont consultés dans les fiches de données de sécurité des produits utilisés. Les exigences applicables de prévention des risques chimiques du Code du travail et les consignes de l'atelier doivent être respectées.

Situations dangereuses repérées

Situation	Risque principal
Ponçage du stratifié	Inhalation de poussières et projection dans les yeux
Pesage et mélange des composants	Contact cutané ou projection de produit
Application de la résine	Contact avec le mélange et exposition aux émissions du produit
Élimination des déchets et consommables souillés	Contact avec des produits non durcis et mauvaise gestion des déchets

Éléments à exploiter pour établir les mesures de prévention.

4.1 (1,5 point) Pour le ponçage et pour la préparation du mélange, indiquez une mesure de prévention collective ou d'organisation et un équipement de protection individuelle adapté à chaque situation. Appuyez les choix concernant les produits chimiques sur la consultation de la fiche de données de sécurité.

4.2 (1,5 point) Indiquez les mesures à prendre pour sécuriser et ranger le poste après l'intervention, traiter les consommables souillés et éviter toute remise en service prématurée. Mentionnez la vérification des consignes de gestion des déchets applicables dans l'atelier.

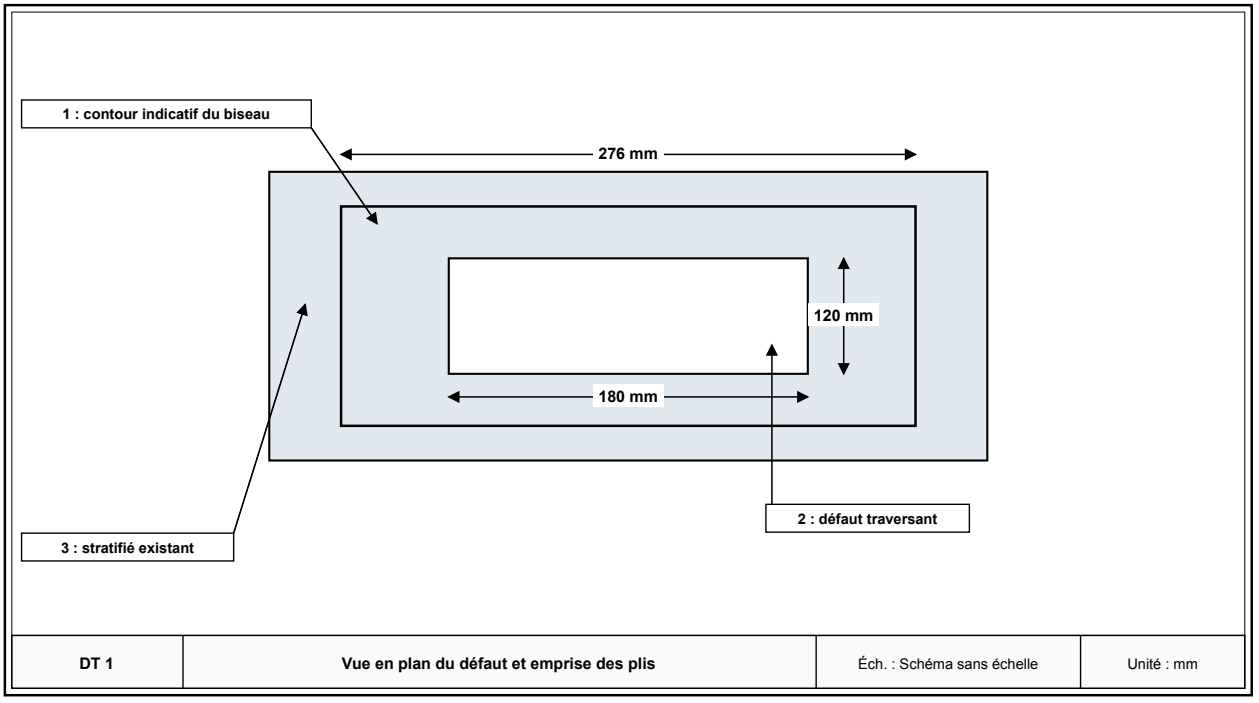
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : REPÉRAGE DU DOMMAGE ET GÉOMÉTRIE DE LA RÉPARATION

Le stratifié de coque est monolithique, constitué de fibres de verre et de résine polyester, d'épaisseur nominale 4,0 mm. Le défaut traversant mesuré après inspection est de 180 mm × 120 mm. Les cinq plis de réparation sont découpés aux dimensions indiquées au DT 2. Le pli extérieur mesure 276 mm × 216 mm et le pli intérieur 180 mm × 120 mm. La différence entre les dimensions extérieures et celles du défaut correspond à la largeur totale de préparation en biseau répartie de part et d'autre du défaut. Le schéma ci-dessous est un repérage de principe et ne constitue pas un gabarit de découpe.

La stratification prévue est une stratification manuelle à la résine époxy. Les surfaces à recouvrir doivent être préparées suivant la procédure atelier et les instructions du fabricant du système époxy. L'utilisation d'un système différent de celui prescrit n'est pas prévue dans le cahier des charges.



Contours de principe : pli extérieur, limite indicative du biseau et défaut traversant.

DT 2 : CARACTÉRISTIQUES DES MATIÈRES ET DONNÉES DE CALCUL

Le tissu fourni est un tissu de verre biaxial de masse surfacique 600 g/m². La surface nette de tissu correspond à la somme des surfaces des cinq plis rectangulaires. Pour convertir une surface en masse, utiliser la relation $m = S$
$timesM_s$, où m est la masse en grammes, S la surface en mètres carrés et M_s la masse surfacique en grammes par mètre carré.

Pour cette étude, la masse de composant résine avant marge est égale à 1,10 fois la masse de tissu de verre. Une marge de procédé de 10 % est appliquée à cette masse. Le durcisseur est

ensuite dosé à 30 parts en masse pour 100 parts de composant résine. Les tarifs de calcul sont 9,00 €/m² pour le tissu, 18,00 €/kg pour le composant résine et 12,00 €/kg pour le durcisseur. Les valeurs sont des données propres à cette intervention et ne constituent pas des valeurs générales pour tous les systèmes composites.

Nomenclature et dimensions de découpe

Repère	Désignation	Dimensions (mm)	Quantité
1	Tissu de verre biaxial, 600 g/m²	276 × 216	1
2	Tissu de verre biaxial, 600 g/m²	252 × 192	1
3	Tissu de verre biaxial, 600 g/m²	228 × 168	1
4	Tissu de verre biaxial, 600 g/m²	204 × 144	1
5	Tissu de verre biaxial, 600 g/m²	180 × 120	1
6	Composant résine époxy	Rapport massique 1,10 puis marge de 10 %	À calculer
7	Durcisseur époxy	30 parts pour 100 parts de composant résine	À calculer

Matières prévues par le cahier des charges.

Données de calcul

Grandeur	Relation ou valeur
Surface d'un pli rectangulaire	S = longueur × largeur
Masse de tissu	m = surface totale × 600 g/m²
Composant résine avec marge	m résine = m tissu × 1,10 × 1,10
Masse de durcisseur	m durcisseur = m résine × 0,30
Coût tissu	surface nette en m² × 9,00 €/m²
Coût composant résine	masse en kg × 18,00 €/kg
Coût durcisseur	masse en kg × 12,00 €/kg

Relations et prix à utiliser pour les questions de la partie 2.

DT 3 : CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE, CONTRÔLES ET PRÉVENTION

La température de mise en œuvre prescrite pour le système retenu est de 20 à 25 °C. À 23 °C, la durée de vie en pot indiquée pour un mélange de 300 g est de 25 minutes et le temps de gel indicatif est de 35 minutes. La durée de vie en pot est le temps disponible pour appliquer le mélange dans les conditions indiquées par le fabricant ; elle ne correspond pas au temps de durcissement complet. Le dosage est de 100 parts en masse de composant résine pour 30 parts en masse de durcisseur. Les composants sont homogénéisés selon les instructions du fabricant. Le mélange ne doit pas être utilisé après dépassement de sa durée de vie en pot.

Avant stratification, vérifier l'état du support, son séchage, sa propreté et l'absence de poussières. Réaliser la préparation mécanique avec captage des poussières adapté. Contrôler la disposition

des plis, l'imprégnation, l'absence de zone sèche et la conformité au cycle de durcissement prescrit par le fabricant. Les valeurs de temps fournies ne remplacent pas le cycle de durcissement complet spécifié dans la documentation du produit.

Pour la prévention, appliquer l'évaluation des risques de l'entreprise et les dispositions du Code du travail relatives à la prévention du risque chimique, notamment les articles R. 4412-5 et suivants. Les équipements de protection, les règles de ventilation, les premiers secours, le stockage et les mesures en cas de déversement sont déterminés à partir des fiches de données de sécurité des produits effectivement utilisés. Les poussières de ponçage sont captées à la source ; les déchets et consommables souillés sont collectés dans les contenants prévus par l'atelier et évacués selon la filière applicable.

Référence technique de conception à connaître dans le contexte nautique : la norme NF EN ISO 12215-5 concerne la construction de petites embarcations et le dimensionnement de la structure de coque. Elle ne fournit pas, à elle seule, le protocole de réparation décrit dans le présent sujet. La procédure de réparation est celle du cahier des charges et des instructions du fabricant des produits mis en œuvre.

Séquence atelier et contrôles associés

Étape	Exigence ou contrôle
Avant travaux	Immobiliser le bateau, baliser la zone et confirmer l'accès aux faces de travail.
Inspection	Vérifier l'étendue du dommage, l'état du stratifié adjacent et l'absence d'humidité ou de contamination.
Préparation	Préparer le biseau selon le cahier des charges, capter les poussières et dépoussiérer.
Dosage	Peser séparément les composants, respecter le rapport massique et mélanger selon la fiche fabricant.
Stratification	Respecter l'ordre des plis, assurer l'imprégnation et éviter les plis d'air et les zones sèches.
Après travaux	Protéger la réparation et attendre le cycle de durcissement complet prescrit avant toute remise en service.

Exigences de préparation à respecter pour cette intervention.

Références de prévention et d’emploi

Référence ou document	Application dans l’intervention
Code du travail, articles R. 4412-5 et suivants	Évaluation et prévention des risques liés aux agents chimiques dangereux.
Fiche de données de sécurité du système époxy	Dangers, protections, premiers secours, stockage et conduite à tenir en cas de déversement.
NF EN ISO 12215-5	Référence de conception et de dimensionnement de la structure des petites embarcations ; ne remplace pas une procédure de réparation.
Consignes de tri et d’évacuation de l’atelier	Collecte et élimination des déchets et consommables souillés selon la filière applicable.

Références à exploiter sans remplacer les consignes du fabricant.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Tableau de calcul des matières, question 2.2 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les cellules repérées par « ... ». Indiquer les calculs et unités. Les masses finales sont arrondies au gramme.

Calcul des masses de tissu et de composants

Grandeur	Calcul	Résultat
Surface nette totale des cinq plis	.....	... m²
Masse totale de tissu	.....	... g
Masse de composant résine, marge de 10 % incluse	.....	... g
Masse de durcisseur	.....	... g
Masse totale du mélange	.....	... g

À rendre avec la copie.

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Feuille de préparation et de contrôle opératoire, question 3.1 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter le tableau dans l'ordre chronologique de l'intervention. Ajouter des précisions dans la dernière colonne. Utiliser les données du DT 3.

Feuille de préparation de la réparation composite

Ordre	Étape de travail	Contrôle ou mesure de prévention à prévoir
1	.....	.....
2	.....	.....
3	.....	.....
4	.....	.....
5	.....	.....
6	.....	.....
7	.....	.....
8	.....	.....

Les étapes et contrôles attendus sont à compléter par le candidat.

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

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.