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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
BIOANALYSES ET CONTRÔLES

ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

SESSION 2013

_____

Durée : 2 heures
Coefficient : 3

_____

Matériel autorisé :
- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 10 pages, numérotées de 1/10 à 10/10.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

A : RADIOACTIVITÉ (15 points)

La thyroïde est une glande, située dans la région cervicale antérieure, appliquée contre le larynx et la partie supérieure de la trachée. La fonction principale de cette glande est la sécrétion des hormones thyroïdiennes à partir de **l'iode** alimentaire que nous consommons (poissons, fruits de mer, lait…) qui se fixe temporairement sur cette glande.

En cas de rejet d'iode radioactif dans l'atmosphère lors d'un accident nucléaire, il est recommandé de prendre des comprimés d'iode stable. En effet, la prise de ces comprimés a pour objectif de saturer la thyroïde en iode et d'éviter que l'iode radioactif ne s'y fixe après inhalation, ce qui augmenterait la probabilité de développer un dysfonctionnement de la thyroïde.

L'iode a pour numéro atomique Z = 53. Il existe de nombreux isotopes de l'iode mais seul l'iode 127 est stable. L'iode 131 est l'isotope principal rejeté par les réactions de fission des centrales nucléaires. Il se désintègre par radioactivité de type β^- et sa demi-vie est de 8 jours.

Données :

Extrait de la classification périodique des éléments :

antimoine $_{51}Sb$	*tellure* $_{52}Te$	*iode* $_{53}I$	*xénon* $_{54}Xe$	*césium* $_{55}Cs$

Nombre d'Avogadro : $N_A = 6{,}02.10^{23}\ mol^{-1}$.

Masse molaire de l'iode 131 : $M = 131\ g.mol^{-1}$.

1 - Donner la composition du noyau d'iode $^{131}_{53}I$.

2 - L'iode 127 et l'iode 131 sont des isotopes. Donner la définition de deux isotopes.

3 - L'iode 131 est radioactif β^-.

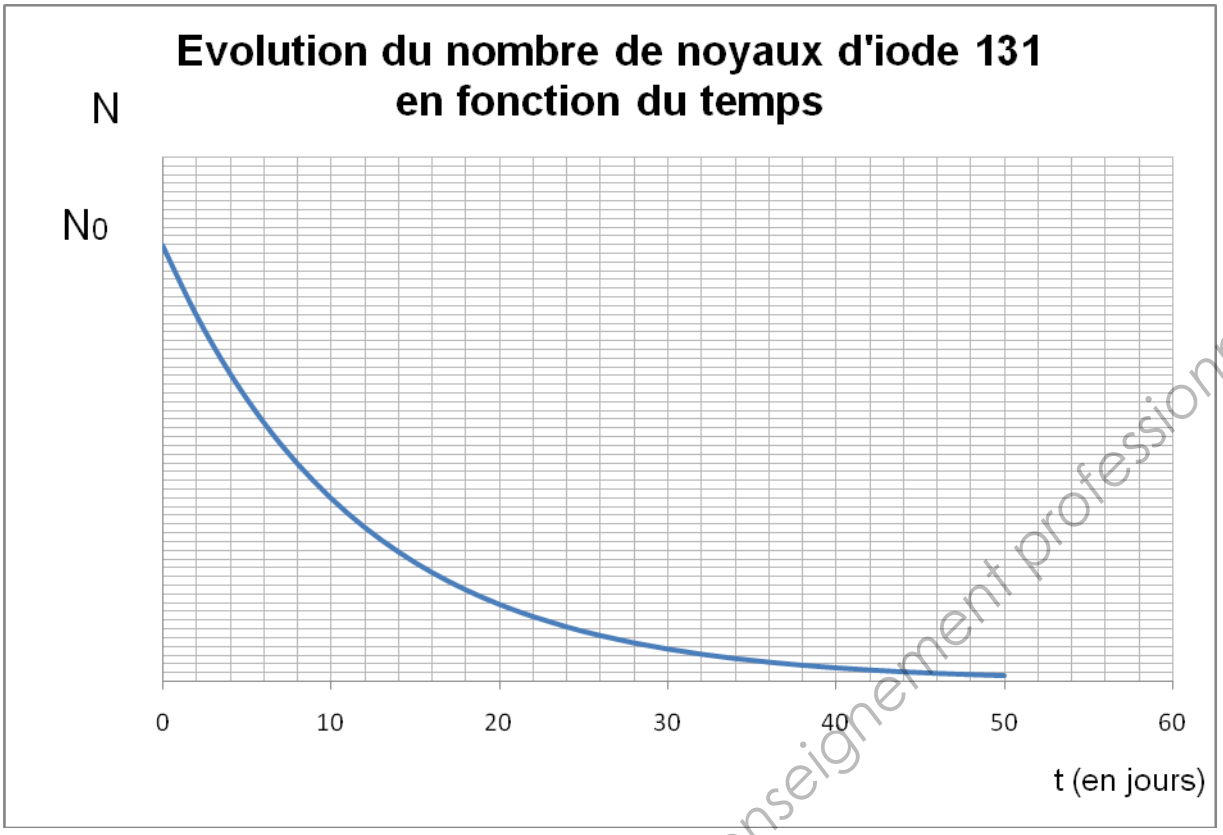
Écrire l'équation de désintégration de l'iode 131 en rappelant les lois utilisées.

4 - Donner la relation de la loi de décroissance radioactive décrivant l'évolution du nombre de noyaux radioactifs N en fonction du temps, pour un échantillon comportant initialement un nombre N_0 de noyaux radioactifs.

5 - Détermination de la valeur de la demi-vie $t_{1/2}$ de l'iode 131.

On souhaite déterminer la valeur de la demi-vie de l'iode 131. Pour cela, on étudie un échantillon d'iode 131, on mesure à différentes dates le nombre N de noyaux d'iode 131 restants. Les résultats obtenus figurent dans le graphique ci-dessous.

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN



5-1 - Rappeler la définition de la demi-vie radioactive notée $t_{1/2}$.

5-2 - Déterminer graphiquement, en explicitant votre démarche, la valeur de cette demi-vie $t_{1/2}$ de l'iode 131.

5-3 - En utilisant la relation entre la constante radioactive λ de l'iode 131 et sa demi-vie $t_{1/2}$, retrouver la valeur précédente de cette demi-vie. On précise que la valeur de la constante radioactive de l'iode 131 est égale à $\lambda = 1{,}00.10^{-6}\ s^{-1}$.

6 - Durée de traitement nécessaire.

En cas d'accident nucléaire, les autorités sanitaires conseillent de prendre un comprimé d'iode stable.

On suppose qu'il n'y a plus de danger sanitaire lorsque le nombre N de noyaux radioactifs présents a été divisé par 10 par rapport à la quantité initiale N_0 produite au moment de l'incident.

En supposant que le nuage radioactif reste immobile, déterminer en utilisant la loi de décroissance radioactive, au bout de combien de jours le traitement pourra être arrêté ?

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

B : TRAITEMENT DES EAUX PAR FLOCULATION (15 points)

Les traitements des eaux usées constituent le premier enjeu de santé publique à l'échelle mondiale.

Ces traitements se divisent généralement en plusieurs étapes. L'une d'elle est l'étape de coagulation / floculation, permettant de séparer les petites particules solides présentes dans l'eau. Les séparations liquide-solide telles que décantation, sédimentation, deviennent inefficaces lorsque les particules solides sont trop petites (dimension inférieure au µ m). Le principe de la coagulation / floculation est de rassembler les très fines particules contenues dans l'eau, afin de créer des flocons ou « flocs », particules plus grosses qui sédimenteront plus facilement.

Données :

- *Accélération de la pesanteur : $g = 9{,}81\ m.s^{-2}$*
- *Masse volumique des particules en suspension : $\rho = 1{,}54.10^{3}\ kg.m^{-3}$*
- *Rayon moyen d'une particule : $r = 0{,}80\ \mu m$*
- *Masse volumique de l'eau à température de travail : $\rho_e = 1{,}00.10^{3}\ kg.m^{-3}$*
- *Viscosité de l'eau à la température de travail : $\eta_e = 1{,}0.10^{-3}\ Pa.s$*
- *Volume d'une sphère de rayon r : $V = \frac{4}{3}\pi\ r^3$*
- *Force de frottement visqueux, qui s'exerce sur une particule sphérique de rayon r en mouvement, à la vitesse v dans l'eau de viscosité η_e, s'écrit $\vec{f} = -k\vec{v}$ avec $k = 6\ \pi\ \eta_e\ r$.*

1 - Sédimentation des particules

On considère une particule sphérique de masse volumique ρ et de rayon r, initialement immobile, en suspension dans l'eau ; celle-ci acquiert rapidement un mouvement rectiligne. On suppose que la poussée d'Archimède notée P_A s'applique sur la particule.

1-1 - Représenter sur un schéma, sans souci d'échelle, en les identifiant clairement les forces appliquées à la particule : poids, poussée d'Archimède et force de frottement visqueux.

1-2 - Établir l'expression littérale de chacune des 3 forces s'exerçant sur la particule, en fonction des données.

1-3 - On constate expérimentalement qu'à partir de l'instant initial, la vitesse de la particule augmente et atteint très rapidement une limite constante notée v_{lim}. Quelle est alors la nature du mouvement ?

1-4 - Quelle relation vectorielle entre les trois forces précédemment citées peut-on écrire, lorsque la vitesse a pour valeur v_{lim} ?

1-5 - En projetant sur un axe ZZ' vertical orienté vers le haut, donner la relation entre les expressions des forces s'exerçant sur la particule lorsque la vitesse atteint la limite constante v_{lim}.

1-6 - Montrer que la vitesse limite s'exprime par $v_{lim} = \frac{2(\rho - \rho_e)r^2 g}{9\eta_e}$ puis calculer sa valeur.

1-7 - Quelle est la durée Δt mise par la particule pour parcourir 1,0 cm ? Justifier alors l'affirmation soulignée dans le texte d'introduction.

Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

2 - Intérêt de la floculation

On étudie un « floc » constitué par un groupement d'une centaine de particules. La grandeur qui est alors modifiée par rapport à l'étude précédente est le rayon r de la particule. On considère que le « floc » est de forme sphérique avec un rayon $r' = 8\,r$, la masse volumique restant inchangée ($\rho' = \rho$). On note v'_{lim} la vitesse limite du « floc ».

2-1 - Montrer que $\frac{v'_{lim}}{v_{lim}} = 64$ et expliquer alors l'intérêt de la floculation dans le traitement des eaux chargées.

2-2 - En dehors de la floculation, la centrifugation est une autre technique fréquemment utilisée. Expliquer brièvement son principe, en précisant en particulier quelle grandeur est modifiée lors de l'utilisation de cette technique.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

C : ENTRETIEN DES OBJETS ARGENTÉS (15 points)

Les objets recouverts d'argent (bijoux, orfèvrerie, …) se dégradent au fil du temps du fait de l'apparition d'un film noir de sulfure d'argent Ag_2S. La formation de ce solide résulte de l'action conjuguée du dioxygène atmosphérique et du sulfure d'hydrogène H_2S (présent dans l'atmosphère, issu de l'alimentation ou issu des protéines de notre organisme). Le processus répond à l'équation de réaction suivante :

$$\mathbf{4\ Ag_{(s)} + O_{2(g)} + 2\ H_2S_{(aq)} = 2\ Ag_2S_{(s)} + 2\ H_2O_{(\ell)}}.$$

Cet exercice propose dans un premier temps l'explicitation de la formation du film noir de sulfure d'argent sur un couvert argenté.
Dans un deuxième temps sera abordée une technique visant à régénérer l'argent métallique par élimination du dépôt noir de sulfure d'argent afin de redonner au couvert argenté son éclat originel.

Donnée : *À 25 °C :* $\frac{RT}{F} \cdot \ln x \approx 0{,}06 \cdot \log x$.

1 - Formation du film de sulfure d'argent à la surface d'un couvert argenté

En l'absence d'ion sulfure S^{2-}, le potentiel standard du couple $Ag^+/Ag(s)$ vaut $E_1^0 = + 0{,}80$ V.
En présence d'ion sulfure (issu de l'hydrogène sulfureux H_2S), l'argent métallique Ag devient très sensible à l'oxydation, comme en témoigne la valeur du potentiel standard E_2^0 du couple $Ag_2S(s)/Ag(s)$: $E_2^0 = - 0{,}69$ V.
Nous allons mettre en évidence de façon qualitative l'évolution du potentiel d'oxydoréduction $E(Ag^+/Ag(s))$.

1-1 - Écrire la demi-équation électronique du couple $Ag^+/Ag(s)$.

1-2 - En déduire l'expression littérale du potentiel d'oxydoréduction, noté $E(Ag^+/Ag(s))$, du couple $Ag^+/Ag(s)$ en fonction de E_1^0 (à $\theta = 25°C$).

1-3 - En présence d'ion sulfure S^{2-}, les ions argent Ag^+ conduisent à la formation d'un précipité de sulfure d'argent Ag_2S. Écrire l'équation de réaction de précipitation.

1-4 - À partir de la réponse donnée à la question **1-3**, expliquer sans calcul, pourquoi le potentiel d'oxydoréduction $E(Ag^+/Ag(s))$ diminue lorsque des ions sulfure sont présents dans le milieu.

1-5 - Expliquer alors succinctement pourquoi l'oxydation de l'argent métallique Ag par le dioxygène de l'air est beaucoup plus facile en présence d'ions sulfure. On précise que dans ces conditions : $E(O_2(g) / H_2O(\ell)) > E(Ag^+ / Ag(s)) > E(Ag_2S(s) / Ag(s))$.

2 - Entretien d'un couvert argenté terni

Au fond d'un cristallisoir rempli d'eau salée, on dispose une feuille de papier aluminium (Al(s)). On y plonge l'objet argenté terni par la couche noire de sulfure d'argent, en assurant un contact entre l'aluminium et l'objet. Après quelques minutes, on observe la réduction du sulfure d'argent en argent métallique : l'objet a retrouvé son éclat.
Une odeur désagréable d'« œuf pourri » émane du cristallisoir au fur et à mesure de la disparition du sulfure d'argent.

2-1 - En vous aidant des demi-équations électroniques des couples $Al^{3+} / Al(s)$ et $Ag_2S(s) / Ag(s)$, montrer que l'équation de la réaction d'oxydoréduction mise en jeu lors du processus s'écrit :

$$\mathbf{3\ Ag_2S(s) + 2\ Al(s) + 6\ H^+(aq) = 6\ Ag(s) + 2\ Al^{3+}\ (aq) + 3\ H_2S(g).}$$

Données : $E°(Ag_2S(s) / Ag(s)) = - 0{,}69$ V et $E°(Al^{3+} / Al(s)) = - 1{,}68$ V à $\theta = 25$ °C

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

2-2 - Donner l'expression littérale de la force électromotrice standard $\Delta E°$ de la pile ainsi formée. Calculer sa valeur.

2-3 - Expliciter le caractère spontané de cette réaction dans les conditions standards.

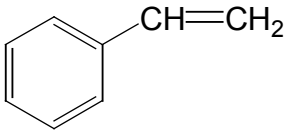
2-4 - À partir de l 'équation de l a réaction, justifier l'odeur désagréable qui émane du milieu réactionnel.

2-5 - Préciser pourquoi il est nécessaire d'utiliser de l'eau salée plutôt que de l'eau distillée pour réaliser cette expérience.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

D : CHIMIE ORGANIQUE (15 points)

Le styrène est un composé issu de la pétrochimie. Il est également naturellement présent (en faibles quantités) dans certaines plantes. La formule semi-développée du styrène est donnée ci-dessous :

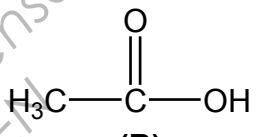


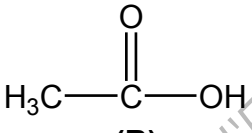
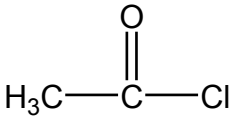
La production industrielle de styrène a évolué très rapidement à partir de la seconde guerre mondiale pour répondre aux besoins croissants en caoutchouc. À l'heure actuelle, le styrène constitue la matière première pour la fabrication de matières plastiques telles que :

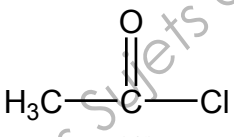
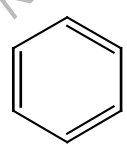
- le polystyrène cristal qui entre dans la constitution des boitiers pour CD ;
- le polystyrène expansé utilisé pour l'emballage ;
- le polystyrène blanc avec lequel on fabrique des couverts en plastique ;
- un caoutchouc synthétique noté SBR, utilisé notamment dans les pneumatiques…

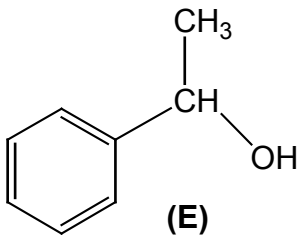
Le styrène est produit industriellement en deux étapes à partir du benzène et de l'éthylène (ou éthène) en présence de catalyseurs appropriés. Cet exercice se propose d'étudier une autre voie de synthèse envisageable pour le styrène :

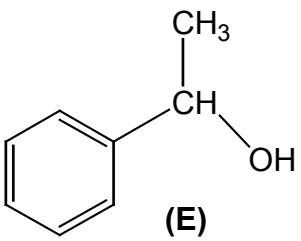
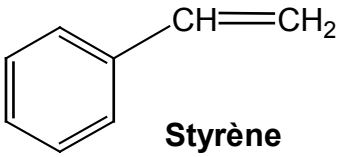
Etape n°1 : $HC{\equiv}CH \xrightarrow{H_3O^+,\ Hg^{2+}}$ **éthanal (A)**

Etape n°2 : **éthanal (A)** $\xrightarrow[\text{en milieu acide sulfurique}]{\text{Solution de } KMnO_4 \text{ concentrée}}$  **(B)**

Etape n°3 :  **(B)** $\xrightarrow{?}$  **(C)**

Etape n°4 :  **(C)** +  $\xrightarrow{AlCl_3}$ **(D)** + HCl

Etape n°5 : **(D)** $\xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ NaBH_4}$  **(E)**

Etape n°6 :  **(E)** $\xrightarrow{?}$  **Styrène**

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

1 - Étape n° 1

1-1 - En appliquant le modèle VSEPR (ou modèle de Gillespie), préciser la géométrie autour des 2 atomes de carbone dans l'acétylène H**C**≡**C**H. Détailler le raisonnement.

1-2 - Donner la formule semi-développée de l'éthanal (**A**).

2 - Étape n° 2

2-1 - Nommer la molécule (**B**) selon les règles de nomenclature officielle.

2-2 - Écrire les demi-équations d'oxydation et de réduction mises en jeu et écrire l'équation globale de la réaction. On rappelle que le couple MnO_4^- / Mn^{2+} est mis en jeu.

3 - Étape n° 3

3-1 - Indiquer un réactif qui permet de transformer (**B**) en (**C**).

3-2 - Nommer la molécule (**C**) selon les règles de nomenclature officielle.

4 - Étape n° 4

4-1 - Écrire la formule semi-développée de la molécule (**D**).

4-2 - Donner le nom de la réaction mise en jeu.

4-3 - Préciser le rôle du chlorure d'aluminium $AlCl_3$ dans la réaction.

5 - Étape n° 5

5-1 - On réalise le spectre infrarouge du composé obtenu à l'issue de cette étape. En utilisant le tableau de données IR fourni en annexe, indiquer comment on peut vérifier que l'on a bien formé le composé (**E**) d'une part et qu'il ne reste plus de réactif (**D**) d'autre part.

5-2 - Nommer la molécule (**E**) selon les règles de nomenclature officielle.

5-3 - La molécule (**E**) peut exister sous forme de deux énantiomères. Représenter l'énantiomère de configuration absolue R. On justifiera le raisonnement en citant (sans les détailler) les règles utilisées.

6 - Étape n° 6

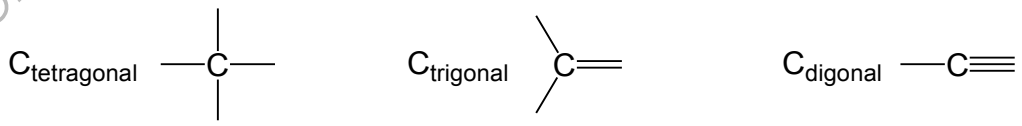
6-1 - Préciser les conditions opératoires permettant de passer de la molécule (**E**) au styrène.

6-2 - Indiquer le type de réaction mise en jeu.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

ANNEXE
SPECTROSCOPIE INFRAROUGE
Table des nombres d'onde des vibrations d'élongation et de déformation.

Liaison	Nature	Nombre d'onde (cm^{-1})
O-H alcool libre	Élongation	3590-3650
O-H alcool lié	Élongation	3200-3600
N-H amine	Élongation	3300-3500
N-H amide	Élongation	3100-3500
C_{di}-H	Élongation	~ 3300
C_{tri}-H	Élongation	3030-3100
C_{tri}-H aromatique	Élongation	3000-3100
C_{tet}-H	Élongation	2850-2970
C_{tri}-H aldéhyde	Élongation	2700-2900
O-H acide carboxylique	Élongation	2500-3200
C≡C	Élongation	2100-2260
C≡N nitriles	Élongation	2200-2260
C=O anhydride	Élongation	1800-1850 1740-1790
C=O chlorure d'acide	Élongation	1790-1815
C=O ester	Élongation	1735-1750
C=O aldéhyde et cétone	Élongation	1700-1740
C=O acide carboxylique	Élongation	1700-1725
C=O amide	Élongation	1650-1700
C=C	Élongation	1620-1690
C=C aromatique	Élongation	1450-1600
N=N	Élongation	1400-1500
C=N	Élongation	1640-1690
C_{tet}-O-C_{tet} (étheroxydes)	Élongation	1070-1150
C_{tet}-OH (alcools)	Élongation	1010-1200
C_{tet}-O-C_{tri} (esters) C_{tri}-O-C_{tri} (anhydrides)	Élongation	1050-1300



Notations : C_{tet} : C tétragonal ; C_{tri} : C trigonal ; C_{di} : C digonal

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CEREN

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.