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

Sciences physiques et chimiques

Session 2012 • Code sujet : **TMPC AB** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. L’élément nickel (10 questions) **Page 3**

2. Préparation et dosage d’un bain de nickelage (8 questions) **Page 7**

3. Trois tests de contrôle (7 questions) **Page 10**

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

Sujet officiel (PDF) : https://btstm.fr/assets/annales/bts-tm/E4 - Sciences et techniques industrielles/2012/BTS TM - E4 - Sciences et techniques industrielles - Session 2012 - 1-Sujet.pdf

1. L’élément nickel

L’exercice étudie le nickel à partir de sa notation atomique, de ses isotopes et de sa configuration électronique. Les données de la maille cubique et de la masse volumique permettent d’identifier sa structure cristalline.

Notation atomique

Question 1.1.a. Dans la notation nucléaire A/Z X, préciser ce que représente la lettre X.

Dans l’écriture nucléaire, *X* est le symbole chimique de l’élément. Il est placé à droite des nombres A et Z, qui décrivent la composition du noyau. Le symbole est constitué d’une ou deux lettres et identifie l’élément dans la classification périodique. Dans la représentation fournie, *X* correspond à Ni, symbole du nickel. Il ne représente ni une particule ni une charge électrique.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> *X* désigne le symbole chimique de l’élément représenté : ici, Ni, le nickel.

Question 1.1.b. Nommer les symboles Z et A.

1. **Z** est le numéro atomique, égal au nombre de protons du noyau.
2. **A** est le nombre de masse, égal au nombre total de nucléons, c’est-à-dire protons et neutrons.

Ces deux nombres caractérisent le noyau. Pour l’atome de nickel présenté, Z vaut 28 et A vaut 58. Le nombre inférieur indique donc le nombre de protons, tandis que le nombre supérieur comprend l’ensemble des nucléons.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Z est le numéro atomique, soit le nombre de protons ; A est le nombre de masse, soit le nombre total de nucléons.

Question 1.1.c. Donner le nombre de nucléons contenus dans le noyau de l’atome de nickel représenté.

Dans la notation nucléaire donnée, le nombre placé en exposant à gauche du symbole Ni est 58. Il s’agit du nombre de masse A, qui correspond au nombre total de protons et de neutrons présents dans le noyau. Le nombre inférieur, 28, indique seulement le nombre de protons. Le noyau de l’atome représenté contient donc au total 58 nucléons.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le noyau de l’atome de nickel représenté contient 58 nucléons, soit le total des protons et des neutrons.

Question 1.1.d. **Donner, en le justifiant, le nombre d'électrons contenus dans le nuage électronique de l'atome de nickel.**

Le numéro atomique du nickel est Z = 28 : le noyau de l'atome contient donc 28 protons. L'énoncé demande le nombre d'électrons de l'atome, qui est électriquement neutre. Sa charge totale est nulle lorsque le nombre d'électrons compense exactement celui des protons. Le nuage électronique contient donc autant d'électrons que le noyau contient de protons.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'atome de nickel est neutre et possède donc 28 électrons dans son nuage électronique.

Isotopes du nickel

Question 1.2.a. **Donner, en le justifiant, le nombre de neutrons contenus dans le noyau des deux premiers isotopes du nickel présentés dans le tableau.**

Isotope	Calcul du nombre de neutrons	Nombre de neutrons
Nickel 58	58 - 28	30
Nickel 60	60 - 28	32

Ces isotopes appartiennent au même élément et ont donc le même numéro atomique, Z = 28. Le nombre de neutrons se calcule en soustrayant le nombre de protons au nombre total de nucléons.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Nickel 58 : 30 neutrons. Nickel 60 : 32 neutrons, avec Z = 28 pour les deux isotopes.

Question 1.2.b. **À l'aide du tableau d'abondance, expliquer pourquoi la masse molaire atomique relative du nickel à l'état naturel est égale à 58,7 g·mol⁻¹. Le calcul n'est pas exigé.**

> La masse molaire naturelle correspond à la moyenne des masses molaires isotopiques, pondérées par leurs abondances.

Le nickel 58 est le plus abondant, à 67,8 %, et le nickel 60 représente également une part importante, à 26,4 %. Les isotopes plus lourds sont présents en faibles proportions. Leur contribution augmente légèrement la moyenne par rapport à 58 g·mol⁻¹. La moyenne pondérée est ainsi proche de 58,7 g·mol⁻¹.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les abondances isotopiques donnent une moyenne pondérée d'environ 58,7 g·mol⁻¹ pour le nickel naturel.

Configuration électronique

Question 1.3.a. À partir de la configuration électronique fournie, préciser et justifier la position de l'atome de nickel dans la classification périodique : numéro de ligne et numéro de colonne.

Le plus grand nombre quantique principal présent dans la configuration est 4, car elle comprend la sous-couche $4s^2$. Le nickel se trouve donc sur la quatrième ligne, ou période, du tableau périodique. Sa configuration externe est $3d^8 4s^2$. Pour cet élément de transition, ces sous-couches totalisent dix électrons, ce qui détermine son groupe et sa colonne.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le nickel se situe en quatrième période et dans le groupe 10, c'est-à-dire la colonne 10 de la classification.

Question 1.3.b. Justifier la charge du cation le plus couramment formé à partir de l'atome de nickel.

1. La configuration électronique du nickel se termine par $3d^8 4s^2$.
2. Le nickel perd couramment les deux électrons de la sous-couche 4s.
3. La perte de deux charges négatives forme un cation de charge +2.

La sous-couche 3d conserve alors huit électrons. Le cation le plus couramment formé est donc Ni^{2+}.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le nickel forme principalement Ni^{2+} en perdant ses deux électrons de la sous-couche 4s.

Structure cristalline

Question 1.4.a. Établir l'expression de la masse volumique du nickel en fonction du nombre d'atomes en propre dans la maille n, de la masse molaire atomique du nickel MNi, de la constante d'Avogadro NA et du volume de la maille cubique.

La masse d'un atome de nickel est sa masse molaire divisée par la constante d'Avogadro, soit M_{Ni}/N_A. Une maille contenant n atomes en propre a donc une masse totale égale à nM_{Ni}/N_A. La masse volumique est la masse divisée par le volume de la maille cubique. Pour une maille de côté a, ce volume vaut a^3.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La relation est $\rho_{Ni} = \frac{nM_{Ni}}{N_A V}$, avec $V = a^3$ pour une maille cubique.

Question 1.4.b. **En calculant n, déterminer si la structure cristalline du nickel est cubique centrée ou cubique à faces centrées, et justifier la réponse.**

On déduit de la relation précédente $n = \rho_{Ni} a^3 N_A / M_{Ni}$. En utilisant $a = 352 \times 10^{-12}$ m, $\rho_{Ni} = 8890$ kg·m⁻³, $N_A = 6,02 \times 10^{23}$ mol⁻¹ et $M_{Ni} = 58,7 \times 10^{-3}$ kg·mol⁻¹, on obtient environ 3,976 atomes en propre par maille. La structure cubique centrée en compte 2, et la structure cubique à faces centrées en compte 4.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La maille contient environ 4 atomes en propre : le nickel a une structure cubique à faces centrées.

2. Préparation et dosage d’un bain de nickelage

Un technicien prépare un bain de nickelage contenant du chlorure et du sulfate de nickel hexahydratés, puis contrôle sa composition. Les étiquettes de sécurité, les concentrations préconisées et un protocole de dosage complexométrique à l’EDTA sont fournis.

Préparation du bain

Question 2.1.a. Indiquer la signification des pictogrammes inscrits sur les fiches de sécurité des deux composants principaux du bain.

Les pictogrammes se lisent séparément pour chaque sel. Le chlorure porte trois symboles : toxicité aiguë, danger grave pour la santé et danger pour le milieu aquatique. Le sulfate porte le symbole de danger grave pour la santé, le point d’exclamation signalant un produit nocif ou irritant, ainsi que le symbole de danger pour le milieu aquatique. Ces pictogrammes indiquent les risques liés aux produits, et imposent de respecter les consignes de protection de leurs fiches de sécurité.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Chlorure : toxique aigu, danger grave pour la santé et pour le milieu aquatique. Sulfate : danger grave pour la santé, nocif ou irritant, dangereux pour le milieu aquatique.

Question 2.1.b. À l’aide des indications des deux étiquettes, calculer les masses de chlorure de nickel hexahydraté et de sulfate de nickel hexahydraté à prélever pour préparer 100 L de bain de composition moyenne.

Sel	Calcul de la masse pure	Masse à peser à 97 %
$NiCl_2 \cdot 6\,H_2O$	70 × 100 = 7 000 g	7 000 ÷ 0,97 = 7 216,5 g
$NiSO_4 \cdot 6\,H_2O$	275 × 100 = 27 500 g	27 500 ÷ 0,97 = 28 350,5 g

Les concentrations moyennes sont appliquées aux 100 L de bain. La division par la fraction massique 0,97 compense la pureté indiquée sur les deux étiquettes.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $NiCl_2 \cdot 6\,H_2O$: 7,22 kg ; $NiSO_4 \cdot 6\,H_2O$: 28,35 kg.

Question 2.1.c. Calculer la concentration molaire minimale en ions nickel dans le bain.

À la concentration minimale, le chlorure apporte $60/237{,}71$ mol·L⁻¹ de nickel et le sulfate $250/262{,}86$ mol·L⁻¹. Chaque formule de sel contient un ion nickel, donc les deux contributions s’additionnent : $[\mathrm{Ni}^{2+}]_{\min} = 60/237{,}71 + 250/262{,}86 = 1{,}2035\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$. Les concentrations massiques sont celles des sels hexahydratés, dont les masses molaires sont données sur les étiquettes.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$[\mathrm{Ni^{2+}}]_{\mathrm{min}} \approx 1{,}20\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$.

Dosage complexométrique

Question 2.2.a. **En utilisant la fiche de poste, donner la couleur de la murexide libre.**

À l'équivalence, le nickel est complexé par l'EDTA sous forme de $\mathrm{NiY^{2-}}$, indiqué comme incolore dans l'énoncé. La couleur violette persistante observée à la fin du protocole correspond donc à la murexide qui n'est plus complexée par les ions nickel.

1. Avant l'équivalence, la murexide ajoutée donne un mélange orangé.
2. À l'équivalence dépassée, la murexide libre est violette.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La murexide libre est violette.

Question 2.2.b. **Écrire l'équation de la réaction de dosage des ions nickel par l'EDTA.**

La réaction de dosage est une complexation entre un ion nickel(II) et un ion EDTA sous sa forme $\mathrm{Y^{4-}}$. Les coefficients sont unitaires : un ion nickel réagit avec un ion EDTA pour former un complexe incolore.

$$\mathrm{Ni^{2+} + Y^{4-} \rightarrow NiY^{2-}}$$

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\mathrm{Ni^{2+} + Y^{4-} \rightarrow NiY^{2-}}$

Question 2.2.c. **En justifiant le calcul, retrouver le résultat du dosage indiqué par la fiche de poste à partir du volume d'EDTA versé.**

La fiche de poste donne directement la concentration molaire en ions nickel en fonction du volume d'EDTA versé, exprimé en mL. En remplaçant le volume mesuré par 14,7 mL, on obtient $[\mathrm{Ni^{2+}}] = 0{,}08 \times 14{,}7 = 1{,}176\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$. Cette valeur est le résultat du dosage selon la formule fournie.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$[\mathrm{Ni^{2+}}] = 1{,}176\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$.

Question 2.2.d. **Calculer la concentration molaire en ions nickel dans le bain.**

1. Dans les 25 mL de solution diluée, l'EDTA réagit mole à mole avec les ions nickel : $C_{\text{diluée}} = 0{,}100 \times 14{,}7/25 = 0{,}0588\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}$.
2. Le bain initial a été dilué 20 fois, donc $C_{\text{bain}} = 20 \times 0{,}0588 = 1{,}176\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}$. La formule de la fiche, $0{,}08 V_{\text{EDTA}}$, intègre déjà le prélèvement et la dilution.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $[\text{Ni}^{2+}]_{\text{bain}} = 1{,}176\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}$.

Question 2.2.e. **Déterminer si le bain est opérationnel ou s'il nécessite un ajout d'ions nickel.**

La concentration minimale du bain est la somme des apports minimaux en nickel des deux sels, soit environ 1,2035 mol·L⁻¹. La concentration mesurée est de 1,176 mol·L⁻¹. Le critère de concentration minimale n'est donc pas respecté :

- concentration mesurée : 1,176 mol·L⁻¹ ;
- concentration minimale requise : environ 1,2035 mol·L⁻¹.

Un apport d'ions nickel est nécessaire pour rendre le bain opérationnel.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le bain n'est pas opérationnel : il faut ajouter des ions nickel.

3. Trois tests de contrôle

Un technicien surveille la tension superficielle d'un bain de nickelage, qui doit rester inférieure à 50 mN·m⁻¹. Il l'évalue par trois méthodes : stalagmométrie, ascension capillaire et arrachement d'un anneau.

Test de stalagmométrie

Question 3.1.a. Expliquer pourquoi il est préférable de peser 50 gouttes plutôt qu'une seule goutte.

La masse d'une seule goutte est très faible : l'incertitude de la balance peut alors représenter une part importante de la mesure. Peser 50 gouttes augmente la masse mesurée et réduit l'incertitude relative. La comparaison est pertinente puisque le même nombre de gouttes est pesé avec le même compte-gouttes.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Peser 50 gouttes réduit l'incertitude relative de la mesure.

Question 3.1.b. À partir des masses mesurées pour 50 gouttes d'eau et 50 gouttes de bain, et de la tension superficielle de l'eau pure, déduire la tension superficielle du bain de nickelage.

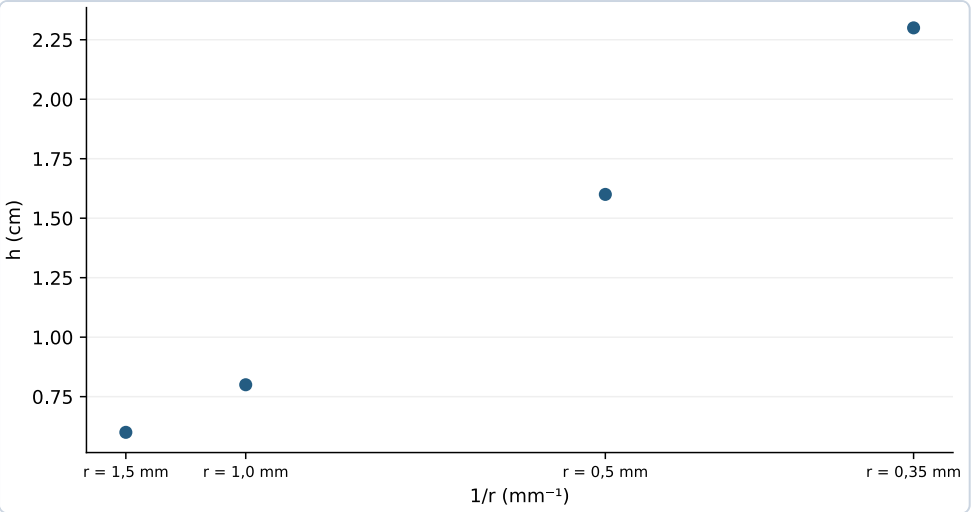
Avec le même compte-gouttes et le même nombre de gouttes, la loi de Tate donne $\gamma_{bain}/\gamma_{eau} = m_{bain}/m_{eau}$. Ainsi, $\gamma_{bain} = 72{,}8 \times 1{,}89/2{,}85$. La masse mesurée pour le bain étant plus faible que celle de l'eau, sa tension superficielle est également plus faible.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\gamma_{bain} \approx 48{,}3\ \mathrm{mN\cdotp m^{-1}}$.

Test d'ascension capillaire

Question 3.2.a. Sur papier millimétré, tracer le graphe de la hauteur d'ascension capillaire en fonction de l'inverse du rayon du tube, h = f(1/r), à partir des données du tableau.

1. Calculer l'inverse de chaque rayon, en gardant les rayons en millimètres : les abscisses sont en $\mathrm{mm^{-1}}$.
2. Placer $1/r$ en abscisse et la hauteur h, en centimètres, en ordonnée.
3. Reporter les quatre points du tableau et tracer la droite d'ajustement passant par l'origine.



✓ RÉPONSE À RETENIR

Points $(1/r ; h)$: $(2{,}86 ; 2{,}3)$, $(2 ; 1{,}6)$, $(1 ; 0{,}8)$, $(0{,}67 ; 0{,}6)$.

Question 3.2.b. **Justifier pourquoi la droite tracée doit passer par l'origine.**

La loi de Jurin s'écrit $h = (2\gamma/(\rho g))(1/r)$. À température donnée, γ, ρ et g sont constants : h est donc proportionnelle à $1/r$. Pour $1/r = 0$, la relation donne $h = 0$, ce qui justifie le passage de la droite par l'origine.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La proportionnalité impose $h = 0$ pour $1/r = 0$: la droite passe par l'origine.

Question 3.2.c. **Calculer la tension superficielle du bain de nickelage à partir de la loi de Jurin, sachant que sa densité est égale à 1,20.**

La densité 1,20 correspond à $\rho = 1200\ \mathrm{kg\cdot m^{-3}}$. Avec la mesure $r = 0{,}5\ \mathrm{mm} = 0{,}0005\ \mathrm{m}$ et $h = 1{,}6\ \mathrm{cm} = 0{,}016\ \mathrm{m}$, la loi de Jurin donne $\gamma = h\rho g r/2$. On obtient une valeur cohérente avec la droite tracée et inférieure à la limite de 50 $\mathrm{mN\cdot m^{-1}}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\gamma_{bain} \approx 47{,}1\ \mathrm{mN\cdot m^{-1}}$.

Test d’arrachement

Question 3.3.a. **À partir de l’expression fournie, du diamètre de l’anneau, de son poids et de la force d’arrachement mesurée, calculer la tension superficielle du bain de nickelage.**

Grandeur	Valeur
Rayon de l’anneau	$56/2 = 28\ \text{mm} = 0{,}028\ \text{m}$
Force corrigée	$79 - 62 = 17\ \text{mN} = 0{,}017\ \text{N}$

Avec l’expression fournie, $\gamma = (F - P)/(4\pi r)$. La tension superficielle obtenue reste sous la limite de 50 $\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\gamma_{bain} \approx 48{,}3\ \text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$.

Question 3.3.b. **Indiquer comment devrait évoluer la tension superficielle du bain de nickelage si le technicien ajoute des agents mouillants, ou tensio-actifs.**

Les agents mouillants, ou tensio-actifs, modifient les interactions à l’interface entre le liquide et l’air. Leur ajout diminue les forces de cohésion à la surface et fait donc baisser la tension superficielle du bain.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> L’ajout de tensio-actifs diminue la tension superficielle.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2012)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de Sciences physiques et chimiques du BTS Traitements des matériaux, session 2012, code TMPC AB, sous-épreuve U4.1 commune aux deux options, d'une durée de 2 heures et de coefficient 2. Elle étudie le nickel, la préparation et le dosage d'un bain de nickelage, puis trois méthodes de contrôle de sa tension superficielle. Les compétences évaluées portent sur l'analyse chimique, les calculs et l'exploitation de mesures.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Dans la notation nucléaire, A est le nombre de nucléons et Z le numéro atomique, égal au nombre de protons.
- La masse volumique d'une maille cubique vérifie $\rho = nM/(N_A V)$, où n est le nombre d'atomes en propre.
- Le dosage Ni^{2+} par l'EDTA repose sur une réaction de proportion stœchiométrique 1:1 et un changement de couleur à l'équivalence.
- La loi de Jurin simplifiée donne $h = 2\gamma/(\rho g r)$: la hauteur est proportionnelle à l'inverse du rayon capillaire.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer nombre de masse A et numéro atomique Z, puis calculer le nombre de neutrons par $A - Z$.
- Pour la préparation, tenir compte du volume final, de la masse molaire et de la pureté indiquée sur les étiquettes.
- Dans le dosage, utiliser la relation fournie, le volume d'EDTA en millilitres et le facteur de dilution pris en compte par la fiche.
- Pour les calculs de tension superficielle, convertir les longueurs et les masses dans des unités cohérentes.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment retrouver le nombre de neutrons d'un isotope ?

Soustrayez le numéro atomique Z du nombre de masse A : le nombre de neutrons vaut $A - Z$. Le numéro atomique donne le nombre de protons, tandis que A compte l'ensemble des protons et des neutrons du noyau.

Q : Comment utiliser le volume d'EDTA pour obtenir la concentration en nickel du bain ?

Appliquez la relation de la fiche de poste, $[Ni^{2+}] = 0{,}08 \times V_{EDTA}$, avec V_{EDTA} en millilitres. Le facteur tient compte de la dilution par 20 : pour 14,7 mL, la concentration calculée vaut 1,176 $mol \cdot L^{-1}$.

Q : Comment organiser le temps et le matériel pendant l'épreuve ?

Le sujet dure 2 heures et ses exercices peuvent être traités indépendamment. Répartissez le temps entre les trois exercices, gardez une marge pour vérifier calculs et unités, et prévoyez une feuille de papier millimétré à rendre avec la copie.

Q : Quels éléments rendent une réponse de calcul suffisamment justifiée ?

Présentez la relation utilisée, remplacez les grandeurs par leurs valeurs avec les unités, puis indiquez le résultat et son unité. Pour conclure sur le bain, comparez explicitement la concentration mesurée à la concentration minimale prescrite.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btstm.fr/assets/annales/bts-tm/E4 - Sciences et techniques industrielles/2012/BTS TM - E4 - Sciences et techniques industrielles - Session 2012 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Traitements des Matériaux : 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.