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

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2024

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Physique-Chimie et Mathématiques

MERCREDI 19 JUIN 2024

Durée de l'épreuve : **3 heures**

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

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11.

PHYSIQUE-CHIMIE ..... 14/20 points
MATHÉMATIQUES ..... 6/20 points

EXERCICE 1 (4 points) (physique-chimie et mathématiques)

Concert musical

Lors d'un concert de musique rock organisé dans la ville de Venise, une scène flottante était placée à 120 m au large de la côte et donc des spectateurs du premier rang. Cette configuration particulière a posé des problèmes d'acoustique liés à l'atténuation différentielle du son émis par les différents instruments, notamment du fait de l'influence de la fréquence du son sur la directivité de l'émission par les haut-parleurs. L'exercice propose de modéliser cette situation à partir de données expérimentales.

Données :

- Fréquences correspondant à certaines notes de musique :

Note	Do1	La1	Mi2	Ré3	Do4	Fa4	Si4
Fréquence (Hz)	65,4	110	165	294	523	698	988

- Le niveau sonore L (en dB) d'une onde sonore est relié à son intensité acoustique I (en $W \cdot m^{-2}$) par la relation :

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0},$$

où $I_0 = 10^{-12}\ W \cdot m^{-2}$ et log désigne le logarithme décimal.

Sonorisation du concert

Pour étalonner le système d'amplification des sons, on choisit deux notes de fréquences distinctes émises par la guitare, notées note 1 et note 2, et on étudie les signaux correspondants.

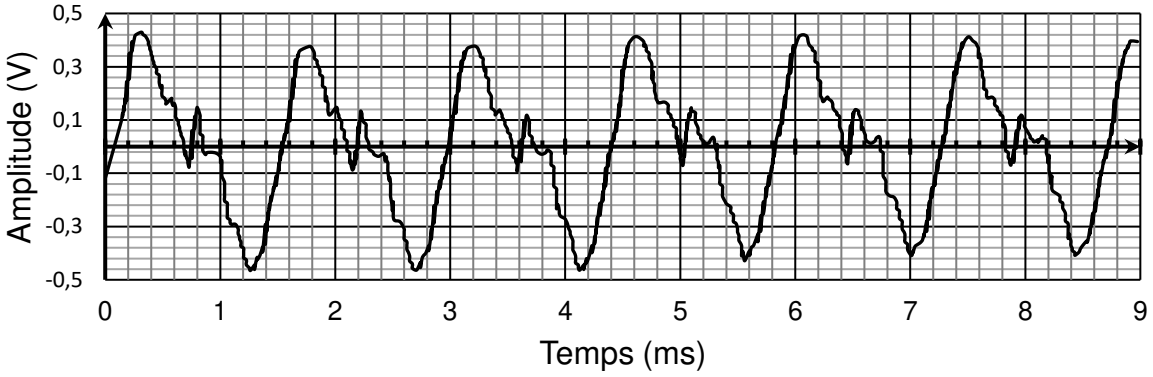


Figure 1 - Signal pour la note 1

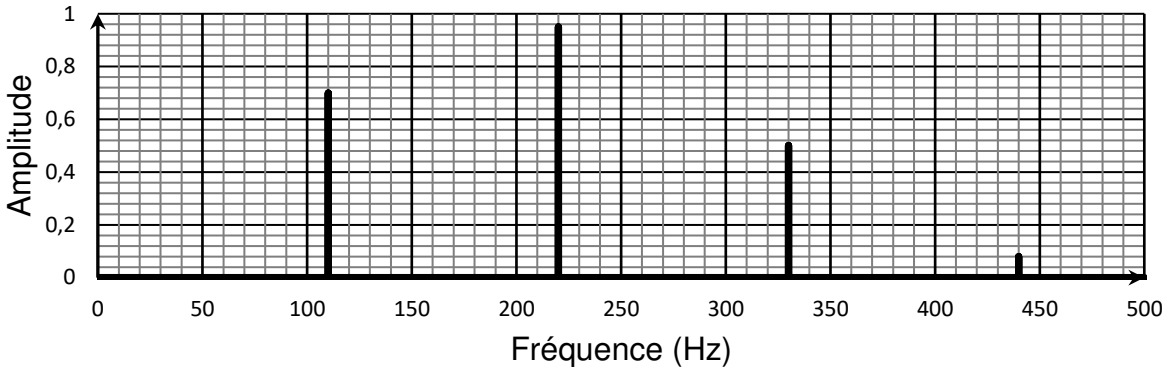


Figure 2 - Spectre en fréquence du signal obtenu pour la note 2

Q1. Déterminer la fréquence du signal représenté sur la figure 1 et indiquer la note de musique correspondante.

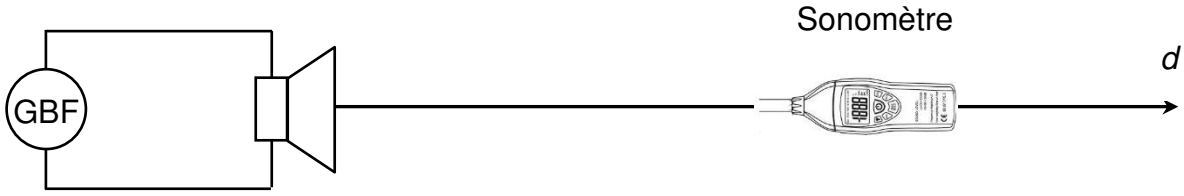
Q2. Indiquer, en justifiant votre réponse, si le son dont le spectre en fréquence est représenté sur la figure 2 est pur.

Q3. Identifier la note 2 associée au son dont le spectre en fréquence est représenté sur la figure 2.

Lors du concert, le niveau sonore mesuré au niveau des spectateurs les plus proches de la scène était de 100 dB.
Les normes relatives à la prévention des risques liés au bruit en vigueur lors du concert fixaient une intensité acoustique maximale de valeur $I_{max} = 3{,}1 \times 10^{-2}\ W \cdot m^{-2}$.

Q4. Vérifier si le niveau sonore mesuré lors du concert respectait cette norme.

Étude expérimentale
Pour étudier la variation du niveau sonore du signal lors de sa propagation, on mesure celui-ci à l'aide d'un sonomètre, placé à différentes distances de la source dans une direction donnée (document 1).
Un générateur connecté aux enceintes permet d'émettre deux notes distinctes : un La1 puis un Fa4. Les mesures obtenues pour chaque note figurent dans le document 2.



Document 1 - Schéma de l'expérience

Distance d (m)	10	20	30	50	70	90	100	110
L_1 pour le La1 (dB)	102,0	95,6	94,6	84,0	81,6	80,3	78,7	78,7
L_2 pour le Fa4 (dB)	97,0	95,7	88,0	89,6	85,3	82,1	81,2	79,0

Document 2 - Tableau des mesures des niveaux sonores.

On détermine ensuite des modèles numériques (valables pour une distance supérieure à 1 m), donnant les niveaux sonores de chaque note en fonction de la distance.
Sur la base de ces modèles, on obtient les expressions suivantes :

- pour le La1 : $L_1 = 125 - 10 \ln(d)$;
- pour le Fa4 : $L_2 = 117 - 7{,}5 \ln(d)$,

où d est exprimé en m, L_1 et L_2 sont exprimés en dB et ln désigne le logarithme népérien.

On étudie mathématiquement le modèle obtenu en introduisant les fonctions f et g définies sur $[\,1\,;+\infty\,[$ par :

$$f(x) = 125 - 10 \ln(x) \text{ et } g(x) = 117 - 7{,}5 \ln(x) .$$

Ces fonctions modélisent respectivement les niveaux sonores du La1 et du Fa4 en fonction de la distance.

Q5. Déterminer une expression de $f'(x)$ où f' est la fonction dérivée de f sur $[\,1\,;+\infty\,[$.

On modifie désormais les réglages d'émission pour améliorer la qualité du son. Les expressions des nouvelles fonctions décrivant la dépendance de L_1 et L_2 avec la distance sont alors :

$$f_m(x) = 148 - 10 \ln(x) \text{ et } g_m(x) = 136 - 7{,}5 \ln(x) ,$$

respectivement, pour les notes La1 et Fa4.

Q6. Résoudre l'équation $f_m(x) = g_m(x)$ correspondant à $148 - 10 \ln(x) = 136 - 7{,}5 \ln(x)$ (arrondir le résultat à 10^{-1}).
En déduire la distance d_m des enceintes à laquelle doit se trouver le public pour que les deux notes aient le même niveau sonore.

Q7. Pour les réglages modifiés, calculer le niveau sonore du son reçu par les spectateurs à la distance d_m des enceintes pour chacune des notes.

EXERCICE 2 (4 points) (physique-chimie)

Utilisation du Cobalt 60 en médecine

Un dispositif de radiochirurgie en dose unique, basé sur l'utilisation des rayons gamma émis par des sources radioactives de cobalt 60, a récemment été mis en œuvre. L'appareil permet de traiter des cibles dans le cerveau du patient en administrant une dose très forte de radiations dans une région ultra localisée. On peut ainsi traiter des tumeurs de petite taille, situées dans des régions profondes du cerveau et donc inopérables.

Source : www.chu-lyon.fr/

Données :

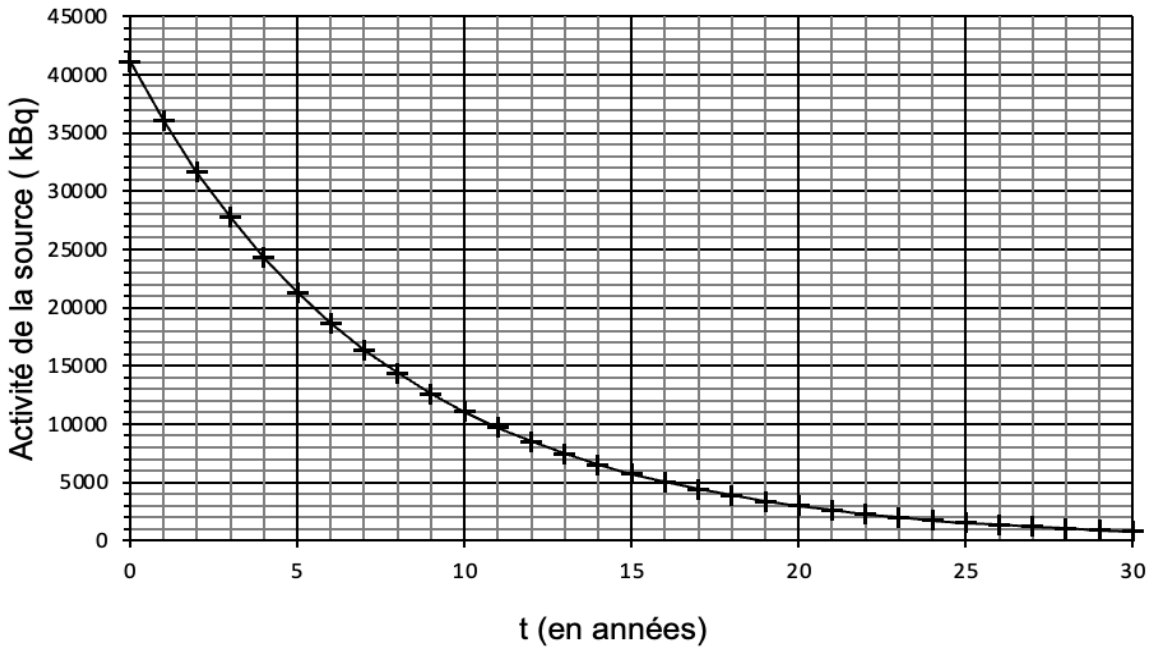
- Constante de Planck : $h = 6{,}63\times10^{-34}$ J·s .
- Célérité de la lumière dans le vide $c = 3{,}00\times10^{8}$ m·s^{-1} .
- 1 kBq correspond à 1000 désintégrations par seconde.

Le cobalt 60, de symbole $^{60}_{27}$Co se désintègre pour donner un noyau fils de nickel de symbole $^{60}_{28}$Ni selon une désintégration de type β^-.

Q1. Rappeler les différents types de rayonnement radioactif. Préciser la nature de la particule émise lors de la désintégration du $^{60}_{27}$Co en $^{60}_{28}$Ni.

Le noyau fils $^{60}_{28}$Ni issu de cette désintégration est dans un état excité. Il se désexcite en émettant un photon d'énergie $2{,}13\times10^{-13}$ J.

Q2. Calculer la fréquence, puis la longueur d'onde du rayonnement émis au cours de la désexcitation du $^{60}_{28}$Ni.



Document 1 - Décroissance de l'activité d'un échantillon de cobalt 60

Le traitement des déchets diffère selon la valeur de la demi-vie des éléments radioactifs qu'ils contiennent. Les éléments dont la durée de demi-vie est inférieure à 31 ans peuvent être stockés sur le lieu d'utilisation. On considère qu'au bout d'une durée de 10 demi-vies, l'activité de la source est négligeable.

Le document 1 représente la courbe de décroissance radioactive au cours du temps de l'activité d'un échantillon de cobalt 60 utilisé en milieu hospitalier.

Q3. Définir l'activité d'une source radioactive et déterminer l'activité initale de l'échantillon de cobalt 60 considéré.

Q4. À l'aide du document 1, déterminer la durée de demi-vie du cobalt 60 en expliquant la méthode.

Q5. Calculer la durée au bout de laquelle on peut considérer que l'activité de l'échantillon est négligeable. Préciser alors si les noyaux de $^{60}_{27}Co$ sont présents dans la nature.

EXERCICE 3 (4 points)

(mathématiques)

Dans cet exercice, les questions 1, 2, 3 et 4 peuvent être traitées de façon indépendante les unes des autres.

Un parachutiste est en chute libre dans l'air jusqu'à l'instant $t = 0$ où il ouvre son parachute. Sa vitesse est alors de $50\ \mathrm{m.s^{-1}}$. On admet par la suite que sa vitesse v, en $\mathrm{m.s^{-1}}$, en fonction du temps t, en s, est solution de l'équation différentielle sur l'intervalle $[0; +\infty[$:

$$\text{(E) : } y' = -5y + 10\ .$$

Question 1

La fonction constante g définie sur l'intervalle $[0; +\infty[$ par $g(t) = 2$ est-elle une solution de l'équation différentielle (E) ? Justifier la réponse.

Question 2

Montrer que les solutions de l'équation différentielle (E) sur l'intervalle $[0; +\infty[$ sont les fonctions f définies sur cet intervalle par $f(t) = ke^{-5t} + 2$, où k est un nombre réel donné.

Question 3

En admettant le résultat de la question précédente, montrer que la fonction v est donnée sur $[0; +\infty[$ par $v(t) = 48e^{-5t} + 2$.

Question 4

La distance parcourue, en mètre, par le parachutiste pendant les 10 premières secondes après ouverture du parachute est donnée par l'intégrale :

$$\int_0^{10} (48e^{-5t} + 2)\ \mathrm{d}t.$$

Calculer cette intégrale (arrondir à 10^{-1}).

EXERCICE 4 (8 points) (physique-chimie)

Limitation de vitesse et climat



En 2020, lors de la convention citoyenne pour le climat, il a été proposé de baisser la vitesse maximale autorisée sur l'autoroute de 130 km·h^{-1} à 110 km·h^{-1} afin de réduire les émissions de CO_2 des moteurs thermiques, en partie responsables du réchauffement climatique.

Cet exercice étudie quantitativement les effets que l'on pourrait attendre d'une telle mesure.

Vitesse et énergies

Données :

- Conversion d'énergie : 1 Wh = 3,6 × 10^3 J
- Conversion de vitesse : 1 m·s^{-1} = 3,6 km·h^{-1}
- La diminution relative d'une grandeur X dont la valeur passe de $X_{initial}$ à X_{final} est définie par : $\frac{X_{initial}-X_{final}}{X_{initial}}$.

Q1. Montrer que l'énergie cinétique que possède une voiture de masse m = 1260 kg lorsqu'elle roule à la vitesse de 110 km·h^{-1} est voisine de 163 Wh.

Q2. L'énergie cinétique de la même voiture roulant à 130 km·h^{-1} vaut 228 Wh. Conclure sur l'impact de la diminution de limitation de la vitesse du véhicule sur les dégâts possibles lors d'un accident.

Les frottements de l'air sur la voiture sont des forces de résistance aérodynamique qui peuvent être représentées par une force $\vec{F}$ de même direction que le déplacement du véhicule et de sens opposé à celui-ci.

La valeur F de cette force est proportionnelle au carré de la vitesse du véhicule v. On donne la relation :

$$F = k \times v^2 ,$$

où k est une constante. Pour la voiture considérée on a : k = 0,404 kg·m^{-1}. Dans cette relation, la force est en Newton et la vitesse en m·s^{-1}.

Q3. Montrer que le travail W de la force de frottement de l'air sur la voiture, pour un trajet rectiligne de 100 km parcouru à la vitesse constante de 110 km·h^{-1}, est voisin de – 38 MJ.

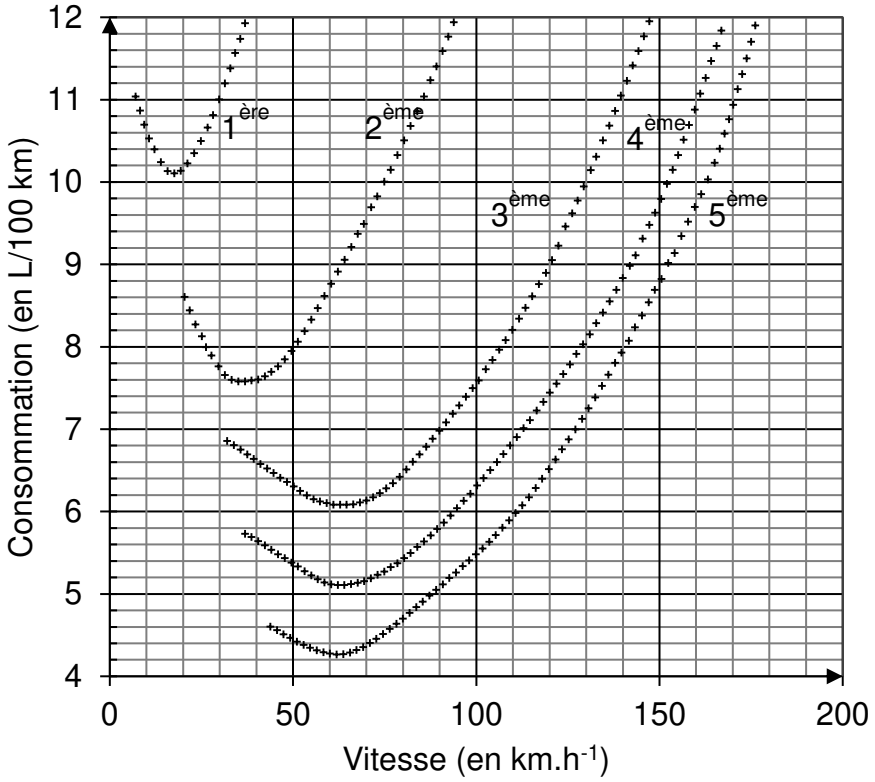
Le travail de la force de frottement de l'air sur la même voiture roulant à la vitesse constante de 130 km·h^{-1} sur une distance de 100 km vaut – 53 MJ.

La diminution de la vitesse de 130 $km \cdot h^{-1}$ à 110 $km \cdot h^{-1}$ correspond donc à une diminution relative de la vitesse de 15 % environ.

Q4. Montrer que cette diminution de vitesse entraîne une diminution relative d'environ 28% de l'énergie nécessaire pour compenser le travail de la force de frottement de l'air.

Vitesse et émission de CO_2

La consommation d'essence d'une voiture, qui se déplace à vitesse constante, dépend de sa vitesse de déplacement et du rapport de la boîte de vitesse utilisé.
Le document 1 présente la consommation théorique d'un « moteur-exemple » pour cinq rapports différents de la boîte de vitesse.



Document 1 - Consommation de carburant du véhicule en fonction de la vitesse, pour les cinq rapports de la boîte de vitesse (1ère à 5ème)
Source : « Transmissions dans l'automobile - Influence sur la consommation du véhicule »

Q5. On utilise le 5ème rapport de la boite de vitesse. Déterminer, à l'aide du document 1, les volumes de carburant consommés pour un trajet de 100 km parcouru, d'une part à la vitesse constante de 110 $km \cdot h^{-1}$ et d'autre part, à la vitesse constante de 130 $km \cdot h^{-1}$.
En déduire que le volume de carburant économisé par une baisse de la vitesse de 130 $km \cdot h^{-1}$ à 110 $km \cdot h^{-1}$ est de l'ordre de 1,2 L pour un trajet de 100 km.

La diminution relative de consommation d'essence associée à cette diminution de vitesse, est voisine de 17 %.

Q6. Comparer cette diminution relative à celle calculée à la question Q4. Commenter l'écart constaté.

Combustion de carburant et émission de CO_2

La combustion du carburant dans le moteur produit du dioxyde de carbone CO_2, qui est le principal gaz à effet de serre issu de l'activité humaine.
On considère que le carburant utilisé est équivalent à de l'octane, de formule C_8H_{18}.
L'équation de sa combustion dans le moteur est :

$$C_8H_{18\,(l)} + \frac{25}{2}\,O_{2\,(g)} \rightarrow 8\,CO_{2\,(g)} + 9\,H_2O_{\,(g)}$$

Q7. Montrer que la quantité de matière d'octane (de masse molaire $M = 114$ g·mol^{-1}) présente dans 1,2 L d'essence de masse volumique $\rho = 750$ g·L^{-1}, a une valeur de 7,9 mol.

Q8. Établir, à l'aide de l'équation donnée, la relation entre les quantités de matière d'octane consommé, notée $n_{C_8H_{18}}$, et de dioxyde de carbone produit, notée n_{CO_2}.

Q9. En déduire que la combustion de 1,2 L d'essence produit un peu plus de 63 mol de CO_2.

Q10. Calculer la masse de CO_2 qu'on évite ainsi de produire, pour 100 km parcourus, en diminuant la vitesse des véhicules de 130 km·h^{-1} à 110 km·h^{-1} (on donne la masse molaire du dioxyde de carbone : $M(CO_2) = 44$ g·mol^{-1}).

D'après le rapport de l'Association des Sociétés Françaises d'Autoroutes, 83 milliards de kilomètres ont été parcourus sur les autoroutes par des voitures en 2022.

Q11. Estimer la diminution de masse de CO_2 rejetée dans l'atmosphère, par an en France, correspondant à une baisse de la vitesse maximale sur autoroute de 130 km·h^{-1} à 110 km·h^{-1}. Pour ce calcul en ordre de grandeur, on admettra que les véhicules roulent tout le temps à la vitesse limite autorisée et qu'ils sont tous identiques à celui étudié.

Q12. À l'aide du document 2 (page suivante), déterminer quel type d'agglomération émet, par an, une masse de CO_2 équivalente à celle déterminée dans la question Q11, sachant qu'en France l'empreinte carbone moyenne annuelle est d'environ 8 tonnes d'équivalent CO_2 par habitant.

Population	Dénomination de l'agglomération
Moins de 2 000 habitants	Village
2 000 à 5 000 habitants	Bourg
5 000 à 20 000 habitants	Petite ville
20 000 à 50 000 habitants	Ville moyenne
50 000 à 200 000 habitants	Grande ville
Plus de 200 000 habitants	Métropole

Document 2 - Limites statistiques proposées par l'INSEE *Source : wikipedia.org*

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.