Corrigé complet — Bac 2026 Asie-Pacifique Jour 1

Physique-chimie, enseignement de spécialité **20 points** **3 h 30**

Ex 1	**Acidité des sols** Groupes caractéristiques · Couples acide-base · Diagramme de distribution · Constante d'acidité et pKA · pH d'une solution basique · Quantité de matière	9 pts	1 h 35	12 questions	p. 2
Ex 2	**Satellites de communication** Référentiel géocentrique · Force d'interaction gravitationnelle · Repère de Frenet · Deuxième loi de Newton · Troisième loi de Kepler · Satellite géostationnaire	6 pts	1 h 03	8 questions	p. 6
Ex 3	**Sécurité acoustique** Intensité sonore · Niveau d'intensité sonore · Addition des intensités sonores · Atténuation · Lecture graphique	5 pts	53 min	6 questions	p. 10

Comment s'en servir. Fais d'abord le sujet en temps limité, puis corrige-toi exercice par exercice. À gauche de chaque question, sur les carreaux : ce qu'il faut écrire sur ta copie. À droite : les pièges, ce qu'il faut comprendre et les méthodes.

Acidité des sols

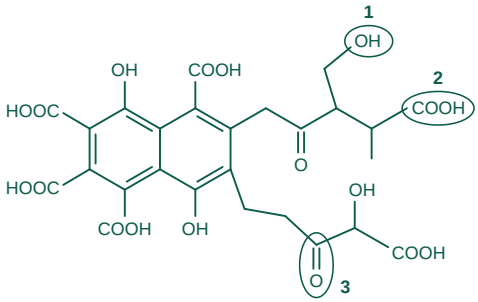
Bac 2026 Asie-Pacifique Jour 1 · Exercice 1 **9 points** **Durée conseillée 1 h 35**

Q1 Compléter le tableau de l'annexe en identifiant les familles associées aux groupes caractéristiques entourés (liste : acide carboxylique, alcool, aldéhyde, amide, cétone, ester).

- Groupe 1, hydroxyle $-\mathrm{OH}$ porté par un carbone tétraédrique : famille des **alcools**.
- Groupe 2, carboxyle $-\mathrm{COOH}$: famille des **acides carboxyliques**.
- Groupe 3, carbonyle $\mathrm{C{=}O}$ situé entre deux atomes de carbone : famille des **cétones**.

1 : alcool ; 2 : acide carboxylique ; 3 : cétone

PIÈGE
Confondre cétone et aldéhyde. Dans un aldéhyde, le carbone du groupe carbonyle est en bout de chaîne et porte un atome d'hydrogène. Ici il est lié à deux carbones.



Groupe	Nom de la famille
1	alcool
2	acide carboxylique
3	cétone

Q1 · Annexe complétée : formule topologique de l'acide fulvique et tableau des familles

Q2 Préciser, parmi la liste, la famille qui contribue à l'acidité de la molécule.

Un acide, au sens de Brönsted, est une espèce capable de céder un ion hydrogène $\mathrm{H^+}$. Le groupe carboxyle peut le faire : $-\mathrm{COOH}$ devient $-\mathrm{COO}-$.

La famille des **acides carboxyliques** est responsable de l'acidité de la molécule.

COMPRENDRE
La molécule compte six groupes carboxyle : elle peut céder plusieurs ions $\mathrm{H^+}$. Dans l'eau, un alcool ne cède pratiquement pas son hydrogène.

Q3 Donner la formule des espèces 1, 2 et 3 mentionnées sur le diagramme de distribution.

Plus le pH augmente, plus l'espèce qui prédomine a cédé d'ions $\mathrm{H^+}$. L'espèce 1, majoritaire en milieu acide, est donc la plus acide ; l'espèce 3, majoritaire en milieu très basique, est la plus basique.

Espèce 1 : $\mathrm{H_2CO_3\,(aq)}$; espèce 2 : $\mathrm{HCO_3^-\,(aq)}$; espèce 3 : $\mathrm{CO_3^{2-}\,(aq)}$

MÉTHODE
Sur un diagramme de distribution, on range les espèces de gauche à droite de la plus acide à la plus basique : chaque passage d'une courbe à la suivante correspond à la perte d'un ion $\mathrm{H^+}$.

Q4 Préciser, en justifiant, le terme qualifiant le comportement acido-basique de l'espèce 2.

L'ion hydrogénocarbonate $\mathrm{HCO_3^-}$ appartient aux deux couples : il est la base du couple $\mathrm{H_2CO_3\,/\,HCO_3^-}$ et l'acide du couple $\mathrm{HCO_3^-\,/\,CO_3^{2-}}$. Il peut donc capter ou céder un ion $\mathrm{H^+}$.

L'espèce 2 est une espèce **amphotère** (un ampholyte).

PIÈGE
Donner le mot sans la justification. La question demande de justifier : il faut citer les deux couples et le rôle de $\mathrm{HCO_3^-}$ dans chacun.

Q5 Donner l'expression littérale de la constante d'acidité K_{A1} en fonction de $[H_2CO_3]$, $[HCO_3^-]$, $[H_3O^+]$ et c°.

K_{A1} est la constante d'équilibre de la réaction de l'acide H_2CO_3 avec l'eau :

$$H_2CO_3\,(aq) + H_2O\,(l) \rightleftharpoons HCO_3^-\,(aq) + H_3O^+\,(aq)$$

Les concentrations sont celles de l'état d'équilibre :

$$K_{A1} = \frac{[HCO_3^-] \times [H_3O^+]}{[H_2CO_3] \times c^\circ}$$

COMPRENDRE
Chaque concentration est divisée par c° pour que K_{A1} soit sans unité ; après simplification il reste un seul c°. L'eau, solvant, n'apparaît pas dans l'expression.

Q6 En déduire la relation $\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_{A1} + \log\left(\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}\right)$.

Données utiles expression de K_{A1} (Q5)

On applique $-\log$ à l'expression de K_{A1}, avec $\log(a \times b) = \log a + \log b$:

$$-\log K_{A1} = -\log\left(\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}\right) - \log\left(\frac{[H_3O^+]}{c^\circ}\right)$$

Or $\mathrm{p}K_{A1} = -\log K_{A1}$ et $\mathrm{pH} = -\log\left(\frac{[H_3O^+]}{c^\circ}\right)$, donc $\mathrm{p}K_{A1} = -\log\left(\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}\right) + \mathrm{pH}$.

$$\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_{A1} + \log\left(\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}\right)$$

PIÈGE
Inverser le quotient. Dans le logarithme, la base est au numérateur et l'acide au dénominateur : quand la base l'emporte, le pH dépasse le $\mathrm{p}K_A$.

Q7 Estimer la valeur de $\mathrm{p}K_{A1}$ en utilisant la figure 2, en justifiant à partir de la relation démontrée précédemment.

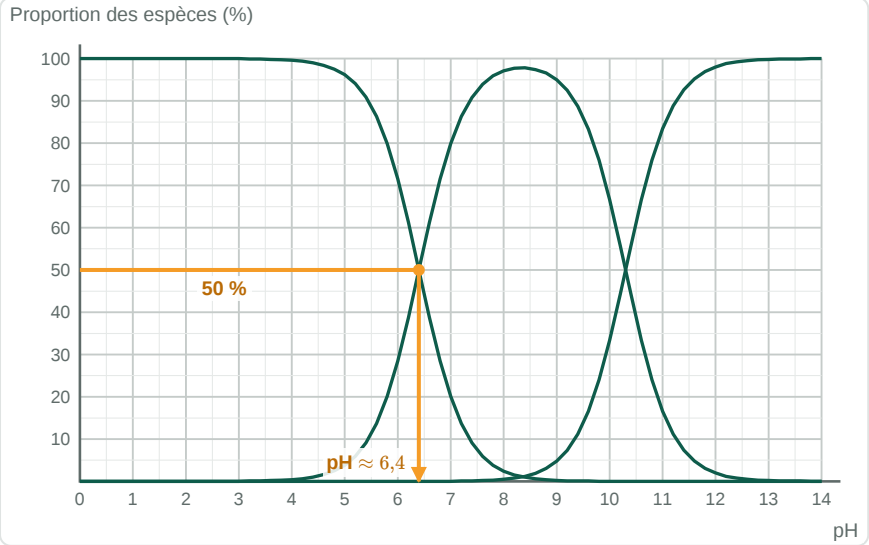
Données utiles relation de Q6 ; figure 2

Lorsque $[HCO_3^-] = [H_2CO_3]$, le quotient vaut 1 et $\log 1 = 0$: la relation donne $\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_{A1}$.

Sur la figure 2, cette égalité correspond au point où les courbes des espèces 1 et 2 se croisent, chacune à 50 %. On lit l'abscisse de ce point : $\mathrm{pH} \approx 6{,}4$.

$$\mathrm{p}K_{A1} \approx 6{,}4$$

MÉTHODE
Sur un diagramme de distribution, le $\mathrm{p}K_A$ d'un couple est le pH du croisement des courbes de l'acide et de sa base. Le second croisement donne de même $\mathrm{p}K_{A2} \approx 10{,}3$.



Q7 · Figure 2 du sujet (allure) : les courbes des espèces 1 et 2 se croisent à 50 %

Q8 Indiquer, en justifiant, l'espèce acido-basique issue du carbone atmosphérique prédominante dans la terre de bruyère (pH proche de 5).

Données utiles $\mathrm{p}K_{A1} \approx 6{,}4$ (Q7)

Le pH de la terre de bruyère est inférieur à $\mathrm{p}K_{A1}$: $5 < 6{,}4$. D'après la relation de Q6, $\log\left(\dfrac{[\mathrm{HCO_3^-}]}{[\mathrm{H_2CO_3}]}\right) < 0$, donc $[\mathrm{H_2CO_3}] > [\mathrm{HCO_3^-}]$. La figure 2 le confirme : à pH = 5, l'espèce 1 représente plus de 90 % du total.

L'espèce prédominante est l'acide carbonique $\mathrm{H_2CO_3\,(aq)}$.

MÉTHODE
Pour un couple acide/base : si $\mathrm{pH} < \mathrm{p}K_A$, l'acide prédomine ; si $\mathrm{pH} > \mathrm{p}K_A$, c'est la base. Un axe de pH gradué avec les $\mathrm{p}K_A$ suffit à conclure.

Q9 Écrire l'équation de la réaction modélisant la dissolution de $\mathrm{Ca(OH)_2\,(s)}$ dans l'eau, transformation considérée comme totale.

Le solide ionique se dissocie en ions calcium et en ions hydroxyde. La transformation est totale : on écrit une flèche simple.

$$\mathrm{Ca(OH)_2\,(s) \longrightarrow Ca^{2+}\,(aq) + 2\,HO^-\,(aq)}$$

PIÈGE
Oublier le nombre stœchiométrique 2 devant $\mathrm{HO^-}$, ou les états physiques. Vérifier la neutralité électrique : $(+2) + 2 \times (-1) = 0$.

Q10 Montrer que la concentration en ions hydroxyde de la solution S est $[\mathrm{HO^-}] = 3{,}38 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$.

Données utiles $m = 0{,}250$ g ; $V = 200$ mL ; $M = 74{,}0\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$; équation de dissolution (Q9)

Quantité de solide dissous : $n(\mathrm{Ca(OH)_2}) = \dfrac{m}{M}$.

D'après l'équation de dissolution, totale, une mole de solide libère deux moles d'ions hydroxyde : $n(\mathrm{HO^-}) = 2\,n(\mathrm{Ca(OH)_2}) = \dfrac{2\,m}{M}$.

$$[\mathrm{HO^-}] = \frac{n(\mathrm{HO^-})}{V} = \frac{2\,m}{M \times V} = \frac{2 \times 0{,}250}{74{,}0 \times 0{,}200}$$

$[\mathrm{HO^-}] = 3{,}38 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$: c'est la valeur attendue.

PIÈGE
Oublier le facteur 2 : on trouve alors $1{,}69 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$, qui est la concentration en ions calcium. Penser aussi à convertir V en litres.

COMPRENDRE
Les données m, M et V ont trois chiffres significatifs : le résultat en garde trois. Le « 2 » de l'équation est un nombre exact, il ne limite pas la précision.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{2 \times 0.250}{74.0 \times 0.200} \approx 0.03378378$$

Q11 En déduire la valeur du pH de la solution S.

Données utiles $[\mathrm{HO^-}] = 3{,}38 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$ (Q10) ; $K_e = 1{,}00 \times 10^{-14}$ à 25 °C

Le produit ionique de l'eau s'écrit $K_e = \dfrac{[\mathrm{H_3O^+}] \times [\mathrm{HO^-}]}{(c^\circ)^2}$, donc $[\mathrm{H_3O^+}] = \dfrac{K_e \times (c^\circ)^2}{[\mathrm{HO^-}]}$.

$$\mathrm{pH} = -\log\left(\frac{[\mathrm{H_3O^+}]}{c^\circ}\right) = -\log\left(\frac{K_e \times c^\circ}{[\mathrm{HO^-}]}\right) = -\log\left(\frac{1{,}00 \times 10^{-14}}{3{,}38 \times 10^{-2}}\right)$$

$\mathrm{pH} = 12{,}5$

PIÈGE
Calculer $-\log[\mathrm{HO^-}] = 1{,}5$ et l'annoncer comme pH. Une solution basique a un pH supérieur à 7 à 25 °C : ce contrôle rapide évite l'erreur.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{1.00 \times 10^{-14}}{3.38 \times 10^{-2}} \approx 2.95858 \times 10^{-13}$$

$$-\log\left(\frac{1.00 \times 10^{-14}}{3.38 \times 10^{-2}}\right) \approx 12.52892$$

Q12 Déterminer la masse d'hydroxyde de calcium $m(\mathrm{Ca(OH)_2\,(s)})$ nécessaire pour amener à pH = 6,50 une parcelle de 1,00 ha sur 10,0 cm de profondeur.

Données utiles $m_c = 1{,}4 \times S \times e$ (m_c en t, S en $\mathrm{m^2}$, e en m) ; $1\ \mathrm{ha} = 1{,}00 \times 10^4\ \mathrm{m^2}$; $1\ \mathrm{t} = 1{,}00 \times 10^3$ kg ; $M = 74{,}0\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$; figure 3

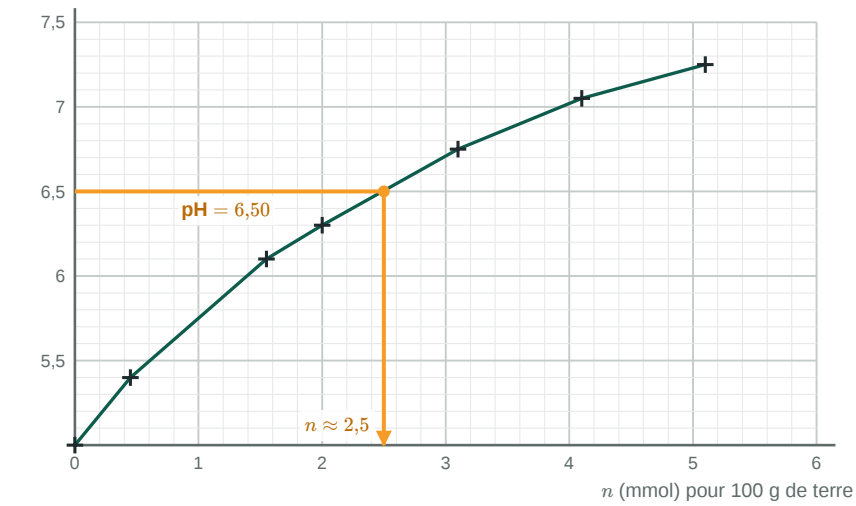
Masse de sol à traiter. $S = 1{,}00 \times 10^4\ \mathrm{m^2}$ et $e = 0{,}100$ m : $m_c = 1{,}4 \times 1{,}00 \times 10^4 \times 0{,}100 = 1{,}4 \times 10^3\ \mathrm{t} = 1{,}4 \times 10^9$ g.

Lecture de la figure 3. On suppose que le sol se comporte comme l'échantillon test. Le pH atteint 6,50 pour $n \approx 2{,}5$ mmol d'ions calcium pour 100 g de terre.

Proportionnalité. Pour la masse m_c : $n(\mathrm{Ca^{2+}}) = 2{,}5 \times 10^{-3} \times \dfrac{1{,}4 \times 10^9}{100{,}0} = 3{,}5 \times 10^4$ mol.

Masse de chaux. D'après l'équation de dissolution, $n(\mathrm{Ca(OH)_2}) = n(\mathrm{Ca^{2+}})$, donc : $m(\mathrm{Ca(OH)_2}) = n(\mathrm{Ca^{2+}}) \times M = 3{,}5 \times 10^4 \times 74{,}0 = 2{,}6 \times 10^6$ g.

$m(\mathrm{Ca(OH)_2}) \approx 2{,}6 \times 10^6$ g, soit environ 2,6 tonnes de chaux éteinte pour un hectare.



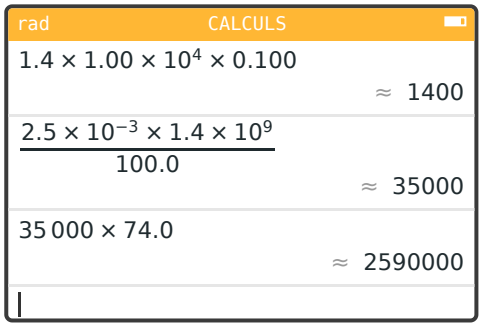
Q12 · Figure 3 du sujet, avec la lecture pour pH = 6,50

PIÈGE
Les unités : m_c sort en tonnes alors que la figure 3 vaut pour 100 g de terre, et n s'y lit en mmol. Ici une mole de chaux apporte une mole d'ions calcium : pas de facteur 2.

COMPRENDRE
Le coefficient 1,4 et la lecture graphique 2,5 mmol n'ont que deux chiffres significatifs : on annonce 2,6 t et non 2,59 t. Dans l'énoncé, la lettre S désigne à la fois la solution et la superficie.

MÉTHODE
Question ouverte : annoncer le plan avant de calculer (masse de sol, lecture graphique, proportionnalité, masse). Chaque étape présentée rapporte des points, même si le résultat final manque.

À LA CALCULATRICE



Satellites de communication

Bac 2026 Asie-Pacifique Jour 1 · Exercice 2 **6 points** **Durée conseillée 1 h 03**

Q1 Nommer le référentiel par rapport auquel le mouvement du centre de masse du satellite est étudié.

Le satellite tourne autour du centre O de la Terre : on étudie son mouvement dans le

référentiel **géocentrique**.

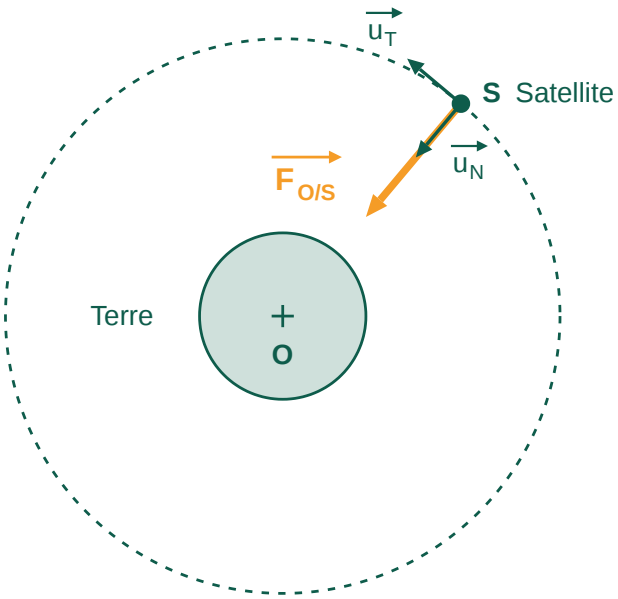
PIÈGE
Répondre « référentiel terrestre ». Lié au sol, il tourne avec la Terre : un satellite géostationnaire y est immobile, et il n'est pas galiléen à cette échelle.

Q2 Compléter le schéma de l'annexe en représentant, sans souci d'échelle, la force d'interaction gravitationnelle $\overrightarrow{F}_{O/S}$.

La force exercée par la Terre sur le satellite est attractive : elle s'applique en S, sa direction est la droite (SO) et elle est orientée de S vers O.

Flèche d'origine S, portée par (SO), dirigée vers O (en orange sur le schéma).

PIÈGE
Faire partir la flèche de O, ou la tracer vers l'extérieur de l'orbite. Le point d'application est le centre de masse du système qui subit la force, ici S.



Q2 · Annexe complétée : la force exercée par la Terre sur le satellite

Q3 Donner l'expression vectorielle de la force $\overrightarrow{F}_{O/S}$ dans le repère de Frenet en fonction de G, m, M_T, R_T et h.

Les centres O et S sont distants de $OS = R_T + h$ et la force est dirigée vers O, comme $\vec{u}_N$:

$$\overrightarrow{F}_{O/S} = \frac{G\,m\,M_T}{(R_T+h)^2}\,\vec{u}_N$$

PIÈGE
Écrire h^2 au dénominateur : la distance se compte de centre à centre. Pas de signe « $-$ » non plus, car $\vec{u}_N$ pointe déjà vers O.

COMPRENDRE
Le sujet donne G en $\mathrm{m^2 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}}$: c'est une coquille, l'unité correcte est $\mathrm{m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}}$. Sans conséquence ici, G ne sert dans aucun calcul numérique.

Q4 En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que le mouvement circulaire de S est uniforme.

Système : {satellite}, masse m constante. Référentiel : géocentrique, supposé galiléen. Unique force : $\overrightarrow{F}_{O/S}$.

Deuxième loi de Newton : $\overrightarrow{F}_{O/S} = m\,\vec{a}$, d'où

$$\vec{a} = \frac{G\,M_T}{(R_T+h)^2}\,\vec{u}_N$$

L'accélération n'a donc aucune composante selon $\vec{u}_T$.

Or, pour un mouvement circulaire de rayon $R_T + h$, le repère de Frenet donne : $\vec{a} = \dfrac{v^2}{R_T+h}\,\vec{u}_N + \dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\,\vec{u}_T$.

En égalant les composantes selon $\vec{u}_T$:

$\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = 0$: la valeur v de la vitesse est constante, le mouvement circulaire est **uniforme**.

PIÈGE
Affirmer que l'accélération est nulle ou constante. Seule sa composante tangentielle est nulle : le vecteur $\vec{a}$ garde une valeur fixe mais change de direction à chaque instant.

MÉTHODE
Toujours le même plan : système, référentiel, bilan des forces, deuxième loi, puis comparaison avec l'accélération de Frenet. La composante sur $\vec{u}_T$ dit si le mouvement est uniforme, celle sur $\vec{u}_N$ donne v.

Q5 Définir la période de révolution T du satellite de centre de masse S.

T est la durée que met le satellite pour effectuer un tour complet de son orbite autour de la Terre, dans le référentiel géocentrique.

COMPRENDRE
Révolution : le satellite tourne autour de la Terre. Rotation : la Terre tourne sur elle-même. Pour un satellite géostationnaire, les deux périodes sont égales, ce qui servira à la question suivante.

Q6 Montrer que l'altitude h du satellite géostationnaire de centre de masse S vaut environ $36\,000$ km.

Données utiles figure 1 : droite de coefficient directeur $k = 9{,}85 \times 10^{-14}\ \mathrm{s^2 \cdot m^{-3}}$; $R_T = 6{,}38 \times 10^3$ km ; $T_T = 23\ \mathrm{h}\ 56\ \mathrm{min}\ 4\ \mathrm{s}$

Sur la figure 1, les points sont alignés sur une droite passant par l'origine : T^2 est proportionnel à r^3, soit $T^2 = k\,r^3$ (troisième loi de Kepler).

Un satellite géostationnaire reste à la verticale du même point du sol : sa période de révolution est celle de la rotation de la Terre.

$T = T_T = 23 \times 3600 + 56 \times 60 + 4 = 86\,164$ s

Avec $r = R_T + h$: $\quad h = \sqrt[3]{\dfrac{T^2}{k}} - R_T$

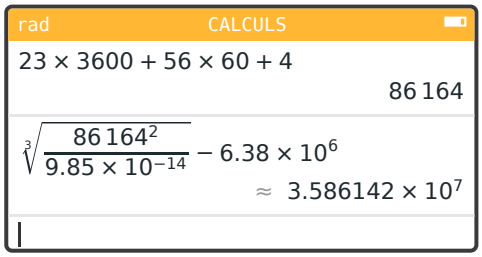
$$h = \sqrt[3]{\frac{86\,164^2}{9{,}85 \times 10^{-14}}} - 6{,}38 \times 10^6 = 3{,}59 \times 10^7\ \mathrm{m}$$

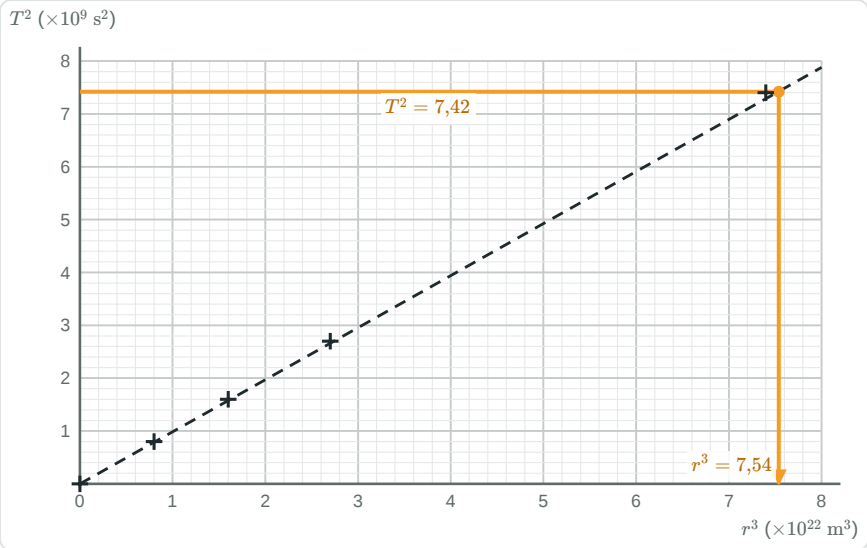
$h = 3{,}59 \times 10^4$ km, ce qui est bien proche de la valeur attendue $36\,000$ km.

PIÈGE
Oublier de convertir R_T en mètres avant la soustraction, ou s'arrêter à $r = 4{,}22 \times 10^7$ m : c'est le rayon de l'orbite, compté depuis O, et non l'altitude.

COMPRENDRE
Le résultat s'écrit avec trois chiffres significatifs, comme k et R_T. Sur la figure, le point le plus à droite ($T^2 \approx 7{,}4 \times 10^9\ \mathrm{s^2}$) correspond à l'orbite géostationnaire.

À LA CALCULATRICE





Q6 · Figure 1 du sujet, avec la lecture pour le satellite géostationnaire

Q7 Comparer la durée de transmission Δt_1 d'un signal électromagnétique émis depuis la surface de la Terre vers un satellite géostationnaire à la durée Δt_2 vers un satellite LEO en orbite à 1000 km d'altitude.

Données utiles $c = 3{,}00 \times 10^8$ m · s^{-1} ; $h_1 = 3{,}59 \times 10^7$ m (Q6) ; $h_2 = 1000$ km $= 1{,}000 \times 10^6$ m

Le signal franchit l'altitude h du satellite à la célérité c : $\Delta t = \dfrac{h}{c}$.

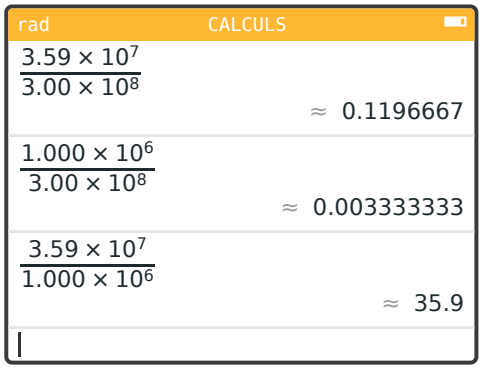
$$\Delta t_1 = \frac{3{,}59 \times 10^7}{3{,}00 \times 10^8} = 0{,}120 \text{ s} \qquad \Delta t_2 = \frac{1{,}000 \times 10^6}{3{,}00 \times 10^8} = 3{,}33 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$\dfrac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \dfrac{h_1}{h_2} \approx 36$: la transmission vers le satellite géostationnaire dure environ 36 fois plus longtemps que vers le satellite LEO.

PIÈGE
Garder 1000 km en kilomètres face à c en m · s^{-1}. Et « comparer » ne se limite pas à deux valeurs : il faut conclure par un rapport chiffré.

COMPRENDRE
Ces durées supposent le satellite à la verticale de l'émetteur : ce sont des minimums. Un aller-retour par l'orbite géostationnaire prend déjà 0,24 s, contre moins de 7 ms en orbite basse.

À LA CALCULATRICE



Q8 À l'aide des calculs et du document, donner les avantages et les inconvénients des satellites géostationnaires et LEO pour la transmission de données par le réseau Internet.

Données utiles $\Delta t_1 = 0{,}120$ s et $\Delta t_2 = 3{,}33 \times 10^{-3}$ s (Q7)

Satellite géostationnaire. Avantages : il survole toujours la même zone, donc l'antenne au sol reste fixe ; sa couverture est large, quelques satellites suffisent pour tout le globe. Inconvénient : le délai de transmission est long ($0{,}120$ s par trajet), ce qui ralentit les échanges.

Satellite LEO. Avantage : le délai est environ 36 fois plus court ($3{,}33$ ms), ce qui convient aux échanges rapides sur Internet. Inconvénients : chaque satellite couvre une petite zone, il en faut plusieurs milliers, d'où des risques d'encombrement, de pannes et de débris spatiaux, et un impact environnemental critiqué.

Géostationnaire : couverture large et antenne fixe, mais délai élevé. LEO : délai très court, mais des milliers de satellites et un impact environnemental.

MÉTHODE

La question demande d'utiliser les calculs : citer les durées trouvées à la question 7 pour appuyer l'argument du délai, puis reprendre du document une idée par avantage ou inconvénient, sans le recopier.

Sécurité acoustique

Bac 2026 Asie-Pacifique Jour 1 · Exercice 3 **5 points** **Durée conseillée 53 min**

Q1 Calculer le niveau d'intensité sonore L_1 perçu par l'ouvrier qui travaille sans protection sur sa machine.

Données utiles $I_1 = 3{,}0 \times 10^{-4}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$; $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

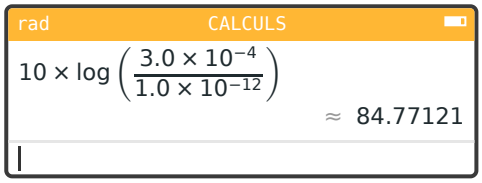
$$L_1 = 10 \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) = 10 \log\left(\frac{3{,}0 \times 10^{-4}}{1{,}0 \times 10^{-12}}\right)$$

$L_1 = 85\ \text{dB}$

PIÈGE
Utiliser la touche « ln » à la place de « log » : le niveau sonore se calcule avec le logarithme décimal.

COMPRENDRE
Les intensités sont données avec deux chiffres significatifs : on arrondit 84,77 à 85 dB. Tous les niveaux de l'exercice sont d'ailleurs donnés au décibel près.

À LA CALCULATRICE



Q2 En déduire la conséquence auditive pour l'ouvrier à l'aide de l'échelle des niveaux d'intensité sonore du document.

Données utiles $L_1 = 85\ \text{dB}$ (Q1)

Sur l'échelle du document, 85 dB se situe entre 80 dB et 100 dB, dans la zone « Inconfort ».

L'ouvrier ressent de l'**inconfort**.

COMPRENDRE
85 dB est aussi le seuil à partir duquel la législation rend la protection individuelle obligatoire : l'ouvrier devrait déjà porter une protection.

Q3 Montrer que l'ouvrier perçoit un niveau d'intensité sonore $L_{\text{total}} = 86\ \text{dB}$ lorsque son collègue utilise son outillage à proximité.

Données utiles $L_2 = 80\ \text{dB}$; $I_1 = 3{,}0 \times 10^{-4}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$; $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

Intensité sonore due à l'outillage : $L_2 = 10 \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right)$ donne $I_2 = I_0 \times 10^{L_2/10}$.

$I_2 = 1{,}0 \times 10^{-12} \times 10^{80/10} = 1{,}0 \times 10^{-4}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

Les intensités sonores des deux sources s'ajoutent :

$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 = 3{,}0 \times 10^{-4} + 1{,}0 \times 10^{-4} = 4{,}0 \times 10^{-4}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

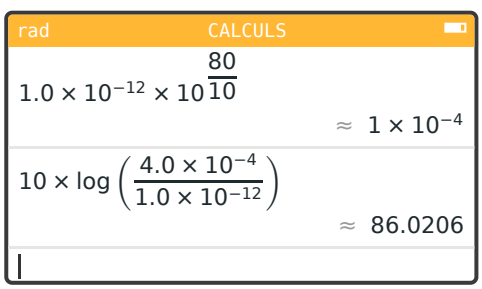
$$L_{\text{total}} = 10 \log\left(\frac{I_{\text{total}}}{I_0}\right) = 10 \log\left(\frac{4{,}0 \times 10^{-4}}{1{,}0 \times 10^{-12}}\right)$$

$L_{\text{total}} = 86{,}0\ \text{dB} \approx 86\ \text{dB}$: c'est la valeur attendue.

PIÈGE
Additionner les niveaux : $85 + 80 = 165\ \text{dB}$ n'a aucun sens. Seules les intensités sonores, en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$, s'ajoutent.

MÉTHODE
Plusieurs sources : 1) convertir chaque niveau en intensité avec $I = I_0 \times 10^{L/10}$; 2) additionner les intensités ; 3) revenir au niveau avec $L = 10 \log(I/I_0)$.

À LA CALCULATRICE



Q4 Indiquer si un mode de protection auditive est plus adapté qu'un autre pour l'ouvrier parmi ceux de la figure 1.

Données utiles $L_{\text{total}} = 86$ dB (Q3) ; niveau acceptable après atténuation : entre 65 dB et 80 dB

L'ouvrier reçoit 86 dB. Sur la figure 1, pour un niveau reçu voisin de 85 dB, le casque et les bouchons atténuent tous deux d'environ 20 dB.

Niveau perçu avec l'une ou l'autre protection : $86 - 20 = 66$ dB, valeur comprise entre 65 dB et 80 dB.

Aucun mode n'est plus adapté que l'autre : les deux protections conviennent.

PIÈGE
Comparer les courbes à 110 dB ou 120 dB, là où elles s'écartent. Il faut lire la figure au niveau réellement reçu par l'ouvrier, ici 86 dB.

Q5 En ne tenant compte que de la machine d'usinage, calculer la distance d' à laquelle devrait se trouver l'ouvrier pour que le niveau d'intensité sonore soit inférieur à L_{Max}. Commenter.

Données utiles $L = 110$ dB à $d = 20$ m ; $L_{\text{Max}} = 85$ dB ; $L' = L - 10\log\left(\frac{d'}{d}\right)$

On cherche la distance pour laquelle $L' = L_{\text{Max}}$:

$10\log\left(\frac{d'}{d}\right) = L - L_{\text{Max}}$, soit $\frac{d'}{d} = 10^{(L-L_{\text{Max}})/10}$, donc

$$d' = d \times 10^{(L-L_{\text{Max}})/10} = 20 \times 10^{(110-85)/10}$$

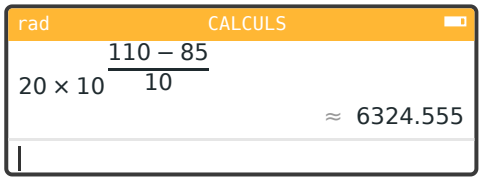
$d' = 6{,}3 \times 10^3$ m $= 6{,}3$ km : le niveau est inférieur à 85 dB au-delà de cette distance.

Commentaire : un atelier ne mesure pas plusieurs kilomètres. S'éloigner de la machine ne suffit pas, une protection auditive est indispensable.

PIÈGE
Oublier les parenthèses autour de l'exposant à la calculatrice, ou s'arrêter au nombre : « Commenter » rapporte des points.

COMPRENDRE
Le niveau L' diminue quand d' augmente : la condition $L' < L_{\text{Max}}$ donne donc $d' > 6{,}3$ km, une distance minimale.

À LA CALCULATRICE



Q6 Déterminer, en justifiant, le mode de protection que doit utiliser l'ouvrier lorsqu'il est soumis à la fois à sa machine, à l'outil de son collègue et à la machine d'usinage située à 20 m.

Données utiles $I_1 + I_2 = 4{,}0 \times 10^{-4}$ W · m^{-2} (Q3) ; $L_3 = 110$ dB ; $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}$ W · m^{-2} ; niveau acceptable : entre 65 dB et 80 dB

Intensité sonore due à la machine d'usinage : $I_3 = I_0 \times 10^{L_3/10} = 1{,}0 \times 10^{-12} \times 10^{110/10} = 1{,}0 \times 10^{-1}$ W · m^{-2}

Intensité totale reçue : $I = I_1 + I_2 + I_3 = 4{,}0 \times 10^{-4} + 1{,}0 \times 10^{-1} = 1{,}004 \times 10^{-1}$ W · m^{-2}

Niveau reçu : $L = 10\log\left(\frac{1{,}004 \times 10^{-1}}{1{,}0 \times 10^{-12}}\right) = 110$ dB

Lecture de la figure 1 pour 110 dB reçus :

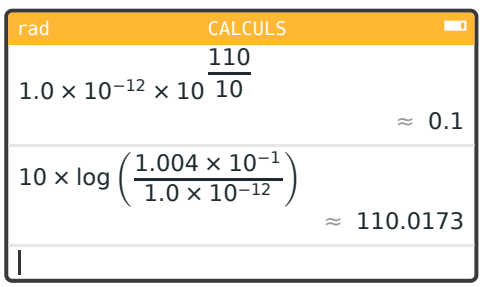
- casque serre-tête : atténuation de 35 dB, niveau perçu $110 - 35 = 75$ dB, compris entre 65 dB et 80 dB ;
- bouchons d'oreille : atténuation de 26 dB, niveau perçu $110 - 26 = 84$ dB, supérieur à 80 dB.

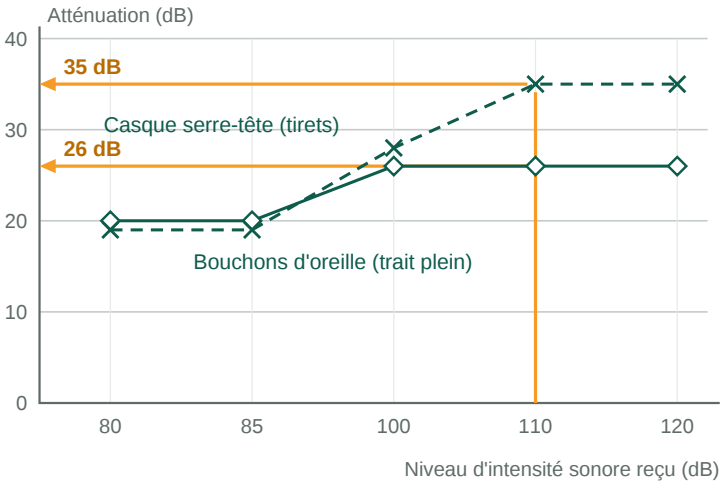
L'ouvrier doit porter le **casque serre-tête** : niveau perçu de 75 dB, seul acceptable.

COMPRENDRE
La machine d'usinage émet une intensité 250 fois plus grande que les deux autres sources réunies : elle impose à elle seule le niveau total, qui reste à 110 dB.

MÉTHODE
Question ouverte : 1) niveau total reçu ; 2) atténuation de chaque protection lue à ce niveau ; 3) niveau perçu comparé à l'intervalle acceptable du document ; 4) conclusion.

À LA CALCULATRICE





Q6 · Figure 1 du sujet, avec les lectures pour un niveau reçu de 110 dB