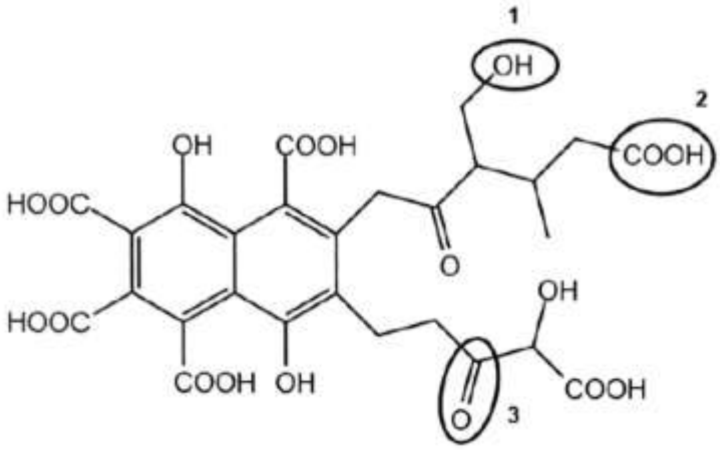
Bac 2026 Asie Pacifique Jour 1 Correction https://www.labolycee.org
Exercice 1 – Acidité des sols (9 points)

Partie 1 – pH d'un sol

Q1- Compléter le tableau présent sur l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE en identifiant les familles associées aux groupes caractéristiques qui y sont entourés.
On les choisira parmi la liste suivante : acide carboxylique, alcool, aldéhyde, amide, cétone, ester.



Numéro du groupe caractéristique	Nom de la famille
1	Alcool
2	Acide carboxylique
3	cétone

Q2- Préciser, parmi la liste ci-dessus, la famille qui contribue à l'acidité de la molécule.
L'acidité de la molécule est due à la famille acide carboxylique. Le groupe carboxyle COOH peut céder un proton H^+.

<u>Données :</u>
- Couples acido-basiques et pK_A associé
  - o $H_2CO_3(aq)$ / $HCO_3^-(aq)$ pK_{A1}
  - o HCO_3^- (aq) / CO_3^{2-} (aq) pK_{A2}

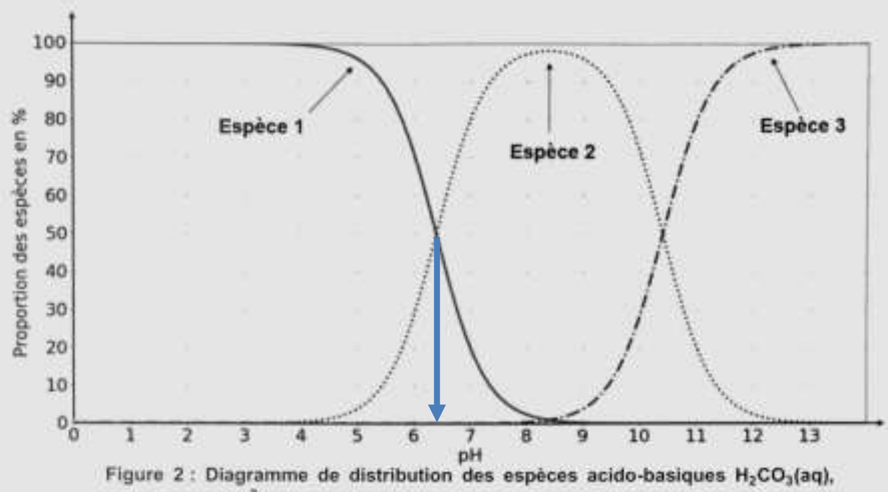


Figure 2 : Diagramme de distribution des espèces acido-basiques H_2CO_3(aq), HCO_3^-(aq) et CO_3^{2-}(aq)

Q3- Donner la formule des espèces 1, 2 et 3 mentionnées sur le diagramme de distribution.
Espèce 1 : $H_2CO_3(aq)$; Espèce 2 : $HCO_3^-(aq)$; Espèce 3 : $CO_3^{2-}(aq)$

Q4- Préciser, en justifiant, le terme qualifiant le comportement acido-basique de l'espèce 2.
HCO_3^- est l'acide du couple HCO_3^- (aq) / CO_3^{2-} (aq) et la base du couple H_2CO_3(aq) / HCO_3^-(aq) il s'agit donc d'une espèce amphotère.

Q5- Donner l'expression littérale de la constante d'acidité K_{A1} en fonction des concentrations $[H_2CO_3]$, $[HCO_3^-]$ et $[H_3O^+]$ et c°, la concentration standard (c° = 1 mol · L^{-1}).
D'après l'équation de la réaction $H_2CO_3(aq) + H_2O(\ell) \rightleftarrows HCO_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$

$$K_{A1} = \frac{\frac{[HCO_3^-]}{c^0} \cdot \frac{[H_3O^+]}{c^0}}{\frac{[H_2CO_3]}{c^0}} = \frac{[HCO_3^-] \cdot [H_3O^+]}{[H_2CO_3] \cdot c_0}$$

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

$pK_{A1} = -\log(K_{A1})$

$$pK_{A1} = -log\left(\frac{[HCO_3^-] \cdot [H_3O^+]}{[H_2CO_3] \cdot c_0}\right),$$

log (a×b) = log(a) + log(b)

$$pK_{A1} = -log\left(\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}\right) - log\left(\frac{[H_3O^+]}{c^0}\right)$$

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

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

Q7- Estimer la valeur de pK_{A1} en utilisant la figure 2. Vous justifierez la réponse à partir de la relation démontrée précédemment.

Comme $pH = pK_{A1} + log\left(\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}\right)$, si $[HCO_3^-] = [H_2CO_3]$ alors $pH = pK_{A1} + log(1)$ = pK_{A1}

Sur la figure 2, on cherche l'abscisse du point d'intersection des courbes relatives à l'espèce 1 et à l'espèce 2. On lit environ pH = pK_{A1} = 6,4.

Terre de prédilection pour les hortensias bleus, la terre de Bruyère a un pH proche de 5.
Q8- Indiquer, en justifiant, l'espèce acido-basique issue du carbone atmosphérique prédominante dans la terre de Bruyère.
pH < pK_{A1} donc l'acide H_2CO_3 prédomine dans la terre de bruyère.

Document - Titrage de l'acidité
Pour déterminer la quantité de chaux à ajouter au sol trop acide, on utilise une courbe de titrage de l'acidité. Pour cela, on réalise une solution aqueuse S d'hydroxyde de calcium en dissolvant une masse m = 0,250 g d'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2(s)$ dans un volume V = 200 mL d'eau.

<u>Données :</u>
- Produit ionique de l'eau Ke = 1,00 × 10^{-14} à 25 °C
- Masse molaire de l'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$: M = 74,0 g.mol^{-1}
- 1 ha = 1,00 × 10^4 m^2
- 1 tonne = 1,00 x 10^3 kg

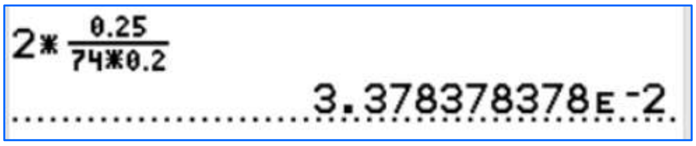
Q9- Écrire l'équation de la réaction modélisant la dissolution de $Ca(OH)_2(s)$ dans l'eau. Cette transformation est considérée comme totale.

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

Q10- Montrer que la valeur de la concentration en ion hydroxyde de la solution aqueuse S d'hydroxyde de calcium est $[HO^-]= 3{,}38\times10^{-2}$ mol.L^{-1}.

D'après l'équation de dissolution, on a $n_{Ca(OH)_2} = \dfrac{n_{HO^-}}{2}$.

$$n_{HO^-} = 2n_{Ca(OH)_2} = 2\frac{m_{Ca(OH)_2}}{M}$$



$$\left[HO^-\right] = \frac{n_{HO^-}}{V} = 2\frac{m_{Ca(OH)_2}}{M\cdot V}$$

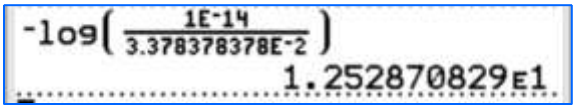
$$\left[HO^-\right] = 2\times\frac{0{,}250}{74{,}0\times0{,}200} = 3{,}38\times10^{-2}\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

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

pH = – log($[H_3O^+]$)

or $K_e = [H_3O^+]\cdot[HO^-]$ donc $[H_3O^+] = \dfrac{K_e}{\left[HO^-\right]}$

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{K_e}{\left[HO^-\right]}\right)$$



$$\text{pH} = -\log\left(\frac{1{,}00\times10^{-14}}{3{,}38\times10^{-2}}\right) = 12{,}5$$

On prépare différentes solutions contenant :

- 100,0 g d'un échantillon test de terre de bruyère ;
- différents volumes de la solution aqueuse S contenant une quantité de matière *n* d'ions calcium ;
- de l'eau.

La courbe de titrage est tracée en mesurant le pH de ces solutions en fonction de la quantité de matière *n* d'ions calcium.

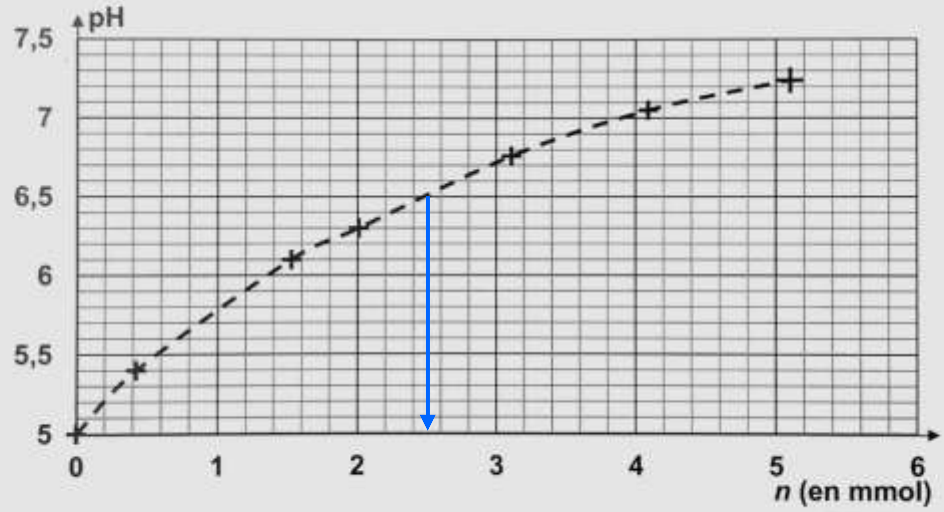


Figure 3 : Évolution du pH des solutions testées en fonction de la quantité de matière *n* en mmol d'ions calcium pour 100 g de terre

La masse m_c (en tonnes) d'un sol à chauler se calcule à partir de la relation suivante :
$m_c = 1,4 \times S \times e$ où :

- S est la superficie de la parcelle à chauler (en m^2) ;
- e est l'épaisseur de la couche de sol à considérer (en m).

Un agriculteur souhaite chauler une parcelle de 1,00 ha en épandant de l'hydroxyde de calcium sur 10,0 cm de profondeur afin d'amener le pH de son sol à 6,50.

Q12- Déterminer la valeur de la masse d'hydroxyde de calcium $m(Ca(OH)_2)$ nécessaire pour atteindre le pH désiré.
Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et doit être correctement présentée.

On détermine la masse du sol à chauler.
$m_c = 1,4 \times S \times e$
$m_c = 1,4 \times 1,00\times10^4\ m^2 \times 0,100\ m = 1,4\times10^3$ tonnes

On détermine la quantité de matière en mmol d'ions calcium pour traiter 100 g de terre.
D'après la figure 3, pour atteindre un pH = 6,50 il faut ajouter 2,5 mmol d'ions calcium.
Par proportionnalité, on détermine la quantité d'ions calcium à ajouter pour traiter $1,4\times10^3$ tonnes de terre : 2,5 mmol → 100 g
n_{Ca} mmol → $1,4\times10^3\times10^6$ g

$$n_{Ca} = \frac{2,5\times1,4\times10^9}{100,0} = 3,5\times10^7\ \text{mmol} = 3,5\times10^4\ \text{mol d'ions } Ca^{2+}$$

On détermine la quantité de matière d'hydroxyde de calcium $Ca(HO)_2$ correspondant.
D'après l'équation de dissolution, on a $n_{Ca(OH)_2} = n_{Ca^{2+}} = 3,5\times10^4$ mol.

On en déduit la masse d'hydroxyde de calcium $Ca(HO)_2$.
$m(Ca(OH)_2) = n(Ca(OH)_2)\cdot M$
$m(Ca(OH)_2) = 3,5\times10^4 \times 74,0 = 2,59\times10^6$ g = 2,59 tonnes
Ce résultat semble réaliste 2,59 tonnes pour 1 hectare de terre à traiter.
Merci de nous signaler la présence d'éventuelles erreurs à labolycee@labolycee.org

Exercice 2 – Satellites de communication (6 points)

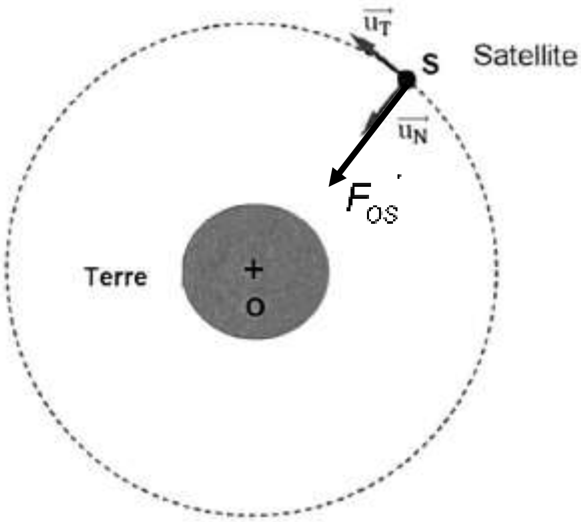
On étudie le mouvement du centre de masse S d'un satellite par rapport à un référentiel supposé galiléen. Le satellite, de masse *m*, gravite sur une orbite circulaire géostationnaire située à une altitude *h* par rapport à la surface de la Terre.
On considère que le satellite n'est soumis qu'à l'unique action de la force d'interaction gravitationnelle $\overrightarrow{F_{OS}}$ exercée par la Terre de centre O, de masse M_T et de rayon R_T. On associe au centre de masse S le repère de Frenet $\left(S,\overrightarrow{u_n},\overrightarrow{u_t}\right)$.

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

Le référentiel par rapport auquel le mouvement du centre de masse du satellite est étudié est le **référentiel géocentrique.**

Q2. Compléter le schéma présent sur l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE en représentant sans souci d'échelle la force d'interaction gravitationnelle $\overrightarrow{F_{OS}}$.

La force d’interaction gravitationnelle $\overrightarrow{F_{OS}}$ exercée par la Terre sur le satellite s’applique au centre de masse S du satellite et est attractive. Elle est donc orientée du satellite vers le centre O de la Terre.



Q3. Donner l'expression vectorielle de la force $\overrightarrow{F_{OS}}$ dans le repère de Frenet en fonction de *G*, constante de gravitation universelle, *m*, M_T, R_T et *h*.

$$\overrightarrow{F_{OS}} = \frac{G \cdot m \cdot M_T}{(R_T + h)^2} \cdot \overrightarrow{u_N}$$

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

Appliquons la 2ème loi de Newton au système {satellite} de masse *m* et de centre de masse S, dans le référentiel géocentrique supposé galiléen associé au repère de Frenet $\left(S,\overrightarrow{u_n},\overrightarrow{u_t}\right)$:

$$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{G \cdot m \cdot M_T}{(R_T + h)^2} \cdot \overrightarrow{u_N} = m \cdot \vec{a} \text{ soit } \boxed{\vec{a} = \frac{G \cdot M_T}{(R_T + h)^2} \overrightarrow{u_N}}.$$

Dans le repère de Frenet, l’accélération s’écrit : $\vec{a} = \dfrac{v^2}{R_T + h} \cdot \overrightarrow{u_N} + \dfrac{dv}{dt} \cdot \overrightarrow{u_t}$

L’accélération peut s’écrire : $\vec{a} = \dfrac{G \cdot M_T}{(R_T + h)^2} \cdot \overrightarrow{u_N} + 0\ \overrightarrow{u_t}$

Par identification des deux expressions de $\vec{a}$ selon $\overrightarrow{u_t}$ on obtient :

$\dfrac{dv}{dt} = 0$ soit ***v* = Cte** : le mouvement circulaire du satellite est donc **uniforme**.

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

La période de révolution *T* du satellite est la durée nécessaire pour faire un tour complet autour du centre O de la Terre.

À partir des données des rayons r des orbites et des périodes de révolution T de différents satellites terrestres, un programme informatique a permis de tracer puis de modéliser l'évolution du carré des périodes en fonction du cube des rayons r. La figure 1 ci-après fournit le graphe obtenu après exécution du programme. La modélisation par une droite indique un coefficient directeur $k = 9,85 \times 10^{-14}\ s^2 \cdot m^{-3}$.

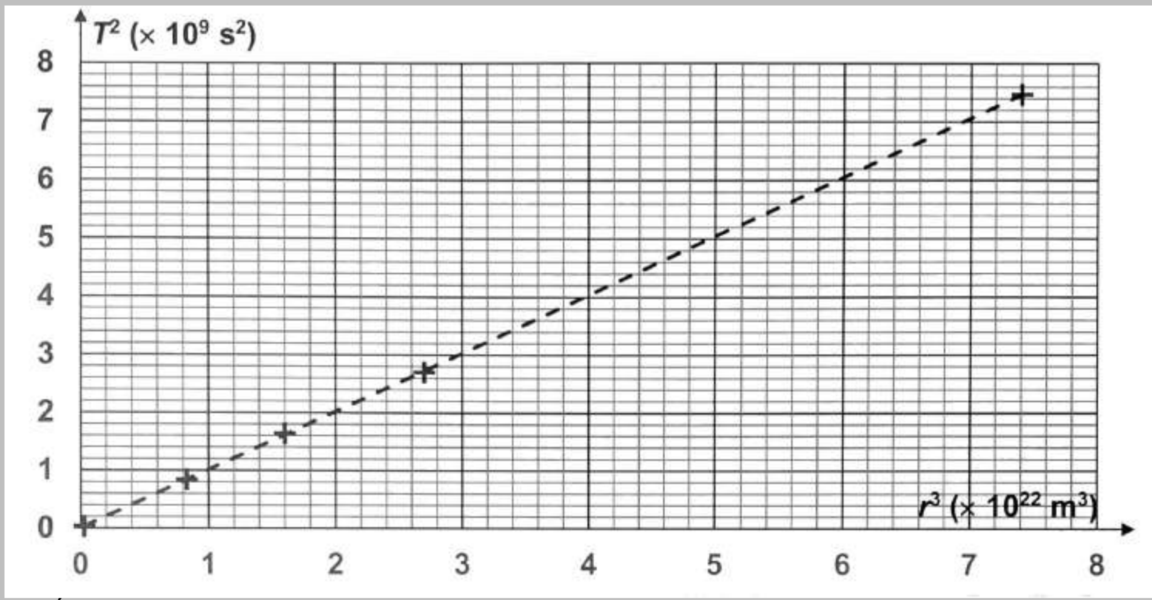


Figure 1 : Évolution du carré de la période de révolution de satellites terrestres en fonction du cube du rayon de leur orbite

Données :

- Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11}\ m^2 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$
- Rayon de la Terre : $R_T = 6,38 \times 10^3$ km
- Période de rotation de la Terre autour de l'axe des pôles : T_T = 23 h 56 min 4 s
- Célérité d'une onde électromagnétique dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8\ m \cdot s^{-1}$.

Q6. Montrer que la valeur de l'altitude *h* du satellite géostationnaire de centre de masse S est environ h ≈ 36 000 km.

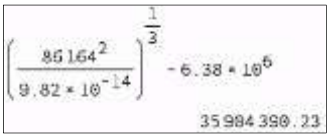
Le graphique de la figure 1 est une **droite qui passe par l'origine**. Le carré de la période de révolution des satellites terrestres est donc **proportionnel** au cube du rayon de leur orbite soit : $\boldsymbol{T^2 = k \times r^3}$ avec $\boldsymbol{k = 9,85 \times 10^{-14}\ s^2 \cdot m^{-3}}$.

Ainsi $r^3 = \dfrac{T^2}{k}$ avec $r = R_T + h$ donc $h = r - R_T$ et finalement : $\boxed{h = \sqrt[3]{\dfrac{T^2}{k}} - R_T}$.

Un satellite géostationnaire a une période de révolution T égale à la période de rotation T_T de la Terre autour de l'axe des pôles, soit :

$\boldsymbol{T} = T_T$ = 23 h 56 min 4 s = (23 × 3600 s) + 56 × 60 + 4 s = **86 164 s**.

$h = \sqrt[3]{\dfrac{86164^2}{9,85 \times 10^{-14}}} - 6,38 \times 10^6$ m = $3,59 \times 10^7$ m = $\boldsymbol{3,59 \times 10^4}$ **km**.



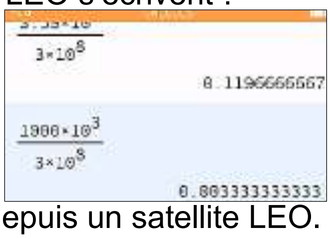
Donc l'altitude h est bien voisine de 36 000 km.

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

Les durées Δt_1 et Δt_2 d'un signal électromagnétique émis depuis la surface de la Terre respectivement vers un satellite géostationnaire et vers un satellite LEO s'écrivent :

$\Delta t_1 = \dfrac{h_1}{c} = \dfrac{h}{c}$ soit $\Delta t_1 = \dfrac{3,59 \times 10^7 m}{3,00 \times 10^8 m \cdot s^{-1}} = \mathbf{0,120\ s.}$

$\Delta t_2 = \dfrac{h_2}{c}$ soit $\Delta t_2 = \dfrac{1000 \times 10^3 m}{3,00 \times 10^8 m \cdot s^{-1}} = \mathbf{3,33 \times 10^{-3}\ s.}$

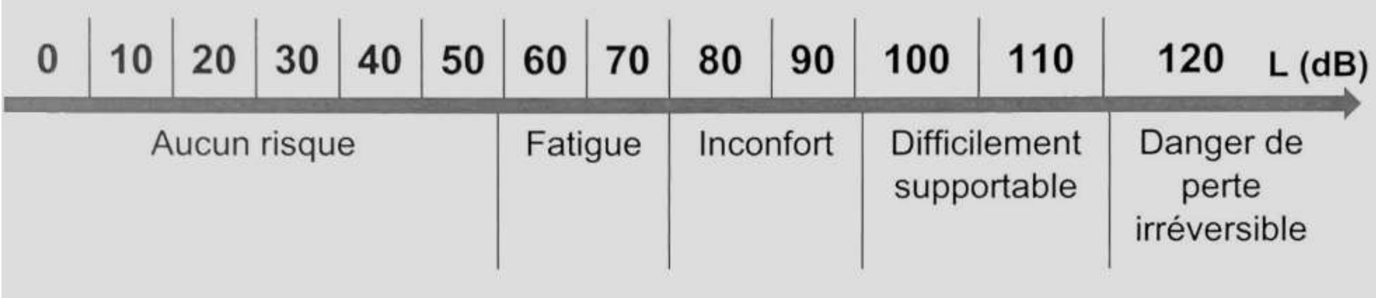


$\Delta t_2 < \Delta t_1$ La durée de transmission est environ 36 fois plus courte depuis un satellite LEO.

Q8. En utilisant les calculs et les informations issues du document, donner les avantages et les inconvénients des satellites géostationnaire et LEO pour la transmission de données par le réseau internet.

Type de satellite	Avantages	Inconvénients
Géostationnaire	• Fixe par rapport à la Terre (pas besoin de déplacer l'antenne). • Large couverture (très peu de satellites suffisent).	• Délai de transmission élevé 120 ms.
LEO (Orbite basse)	• Délai de transmission très faible 3,3 ms idéal pour la rapidité des échanges internet.	• Couverture faible par satellite : nécessite des constellations de milliers de satellites. • Risques de débris, pannes et fort impact environnemental

Merci de nous signaler d'éventuelles erreurs : labolycee@labolycee.org



Échelle des niveaux d'intensité sonore et conséquences auditives

Donnée :
- Relation entre le niveau d'intensité sonore L (dB) et l'intensité sonore I (W.m^{-2}) :

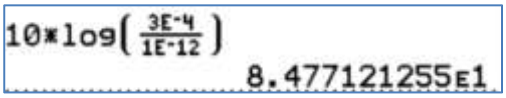
$$L = 10\,log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

où I_0 = 1,0 ×10^{-12} W.m^{-2} est l'intensité sonore de référence.

Dans un atelier de fabrication de pièces mécaniques, un ouvrier travaille sans protection auditive sur une machine émettant un son d'intensité I_1= 3,0×10^{-4} W.m^{-2}.

Q1- Calculer le niveau d'intensité sonore L1 perçu par cet ouvrier.

$$L_1 = 10\,log\left(\frac{3{,}0\times10^{-4}}{1{,}0\times10^{12}}\right) = 85 \text{ dB}$$



Q2- En déduire la conséquence auditive pour l'ouvrier en utilisant l'échelle des niveaux d'intensité sonore fournie dans le document.

Dans cet atelier, l'ouvrier ressent de l'inconfort.

À proximité de lui se trouve un de ses collègues qui utilise un outillage produisant un niveau d'intensité sonore L_2 = 80 dB.

Q3- Montrer que l'ouvrier perçoit un niveau d'intensité sonore L_{total} = 86 dB.

On détermine l'intensité I_2.

$$L_2 = 10\,log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) \text{ donc } I_2 = I_0 \cdot 10^{L_2/10}$$

$$I_2 = 1{,}0\times10^{-12}\times10^{80/10} = 1{,}0\times10^{-12}\times10^{8{,}0} = 1{,}0\times10^{-4} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$$

On additionne les intensités sonores

$I_{total} = I_1 + I_2$

I_{total} = 3,0×10^{-4} + 1,0×10^{-4} = 4,0×10^{-4} W·m^{-2}.

On calcule le niveau d'intensité sonore qui correspond

$$L_{total} = 10\,log\left(\frac{I_{total}}{I_0}\right)$$

$$L_{total} = 10\,log\left(\frac{4{,}0\times10^{-4}}{1{,}0\times10^{-12}}\right) = 86 \text{ dB.}$$

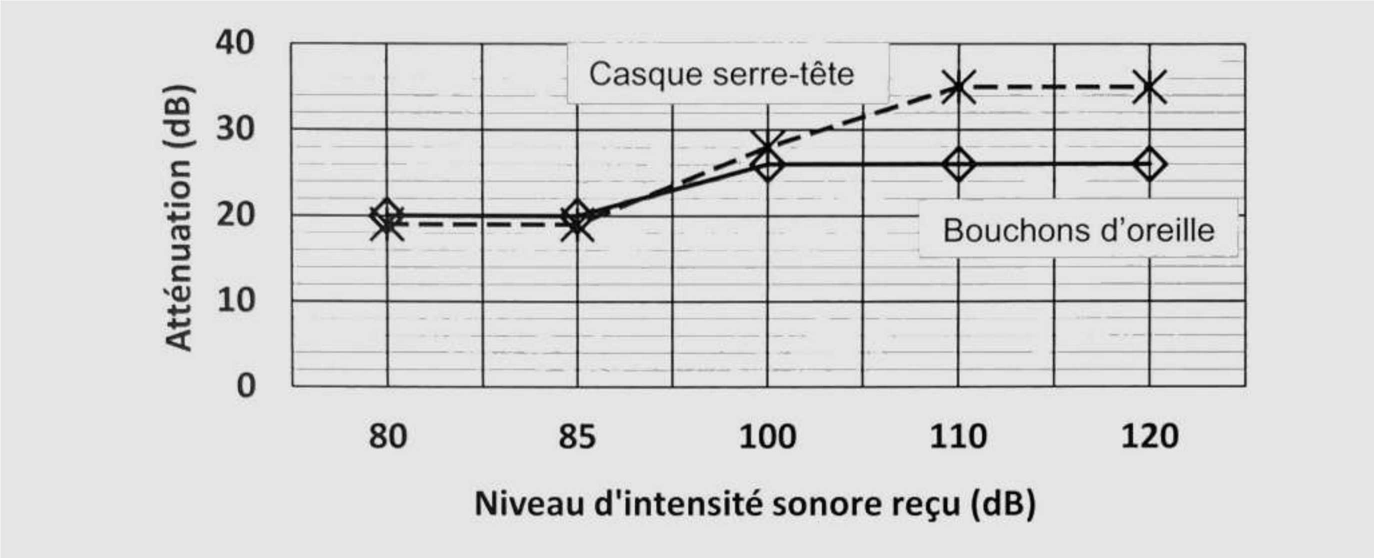


Figure 1 : Évaluation de l'atténuation sonore d'un casque serre-tête et de bouchons d'oreille en fonction du niveau d'intensité sonore reçu

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

L'ouvrier perçoit 86 dB, la figure 1 ne montre pas de différence d'atténuation entre ces deux modes de protection pour ce niveau d'intensité sonore.

Au fond de l'atelier, se trouve une machine d'usinage dont le niveau d'intensité sonore L atteint 110 dB lorsqu'elle fonctionne à une distance d = 20 m de l'ouvrier.
On admet que le niveau d'intensité sonore L' de cette machine à une distance d' s'obtient grâce à la relation : $L' = L - 10\,log\left(\frac{d'}{d}\right)$.

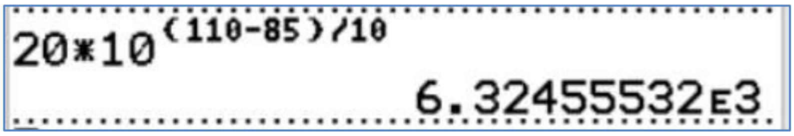
Q5- Si on ne prend en compte que la machine d'usinage en fonctionnement, calculer la distance *d'* à laquelle devrait se trouver l'ouvrier pour que le niveau d'intensité sonore soit inférieur au niveau d'intensité sonore maximal L_{max} = 85 dB. Commenter.

$$L' = L - 10\,log\left(\frac{d'}{d}\right)$$

$$10\,log\left(\frac{d'}{d}\right) = L - L'$$

$$log\left(\frac{d'}{d}\right) = \frac{L - L'}{10}$$

$$\frac{d'}{d} = 10^{\frac{L-L'}{10}}$$



$$d' = d \cdot 10^{\frac{L-L'}{10}} = d \cdot 10^{\frac{L-L_{max}}{10}}$$

$d' = 20 \times 10^{\frac{110-85}{10}}$ = $6{,}3 \times 10^3$ m = 6,3 km

Il est impossible de s'éloigner suffisamment de cette machine très bruyante pour réduire son niveau d'intensité sonore à moins de 85 dB.

En période de travail intensif dans l'atelier, l'ouvrier est soumis au niveau d'intensité sonore de sa machine, à celui de l'outil de son collègue et à celui de la machine d'usinage située à 20 m. Une protection auditive efficace est donc indispensable afin que le niveau d'intensité sonore soit acceptable sur le lieu de travail.

Q6- Déterminer, en justifiant, le mode de protection que doit utiliser l'ouvrier parmi les deux présentés sur la figure 1.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et doit être correctement présentée.

La machine est tellement bruyante qu'elle masque les autres sources sonores.
Avec un niveau d'intensité sonore si élevé, la figure 1 montre que le casque serre-tête atténue mieux le son que les bouchons d'oreille. C'est donc le casque qui est recommandé.

Allons plus loin avec un raisonnement quantitatif qui est sans doute attendu.

On détermine l'intensité sonore I_3 de la machine située à 20 m.

$L_3 = 10\,log\left(\frac{I_3}{I_0}\right)$ donc $I_3 = I_0 \cdot 10^{L_3/10}$

$I_3 = 1{,}0 \times 10^{-12} \times 10^{110/10} = 1{,}0 \times 10^{-12} \times 10^{11} = 1{,}0 \times 10^{-1}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

On additionne les intensités sonores

$I_{total} = I_1 + I_2 + I_3$

$I_{total} = 3{,}0\times10^{-4} + 1{,}0\times10^{-4} + 1{,}0\times10^{-1} = 1{,}004\times10^{-1}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$.

On calcule le niveau d'intensité sonore qui correspond

$L_{total} = 10\,log\left(\frac{I_{total}}{I_0}\right)$

$L_{total} = 10\,log\left(\frac{1{,}004 \times 10^{-1}}{1{,}0 \times 10^{-12}}\right)$ = 110 dB.

L'ouvrier devra bien porter un casque serre-tête pour se protéger correctement.

Merci de nous signaler la présence d'éventuelles erreurs à labolycee@labolycee.org