Révision ES-1re- Mai 2026 - Corrigé

Chapitre 01 : *Les éléments chimiques.*

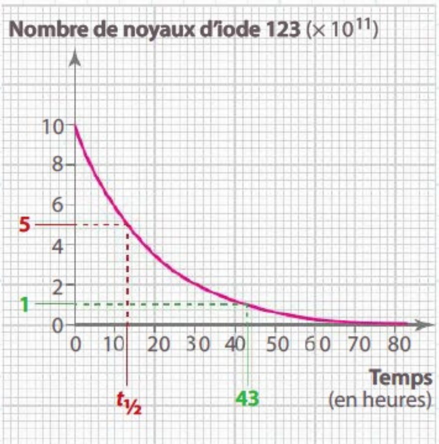
Je retiens en me posant des questions

1. *H et He.* **2.** *Par réaction de fusion nucléaire, à partir de l'hydrogène initial.* **3.** *Univers : H et He. Terre : O, Fe, Si, Mg. Êtres vivants : C, H, O et N* **. 4.** *Un noyau instable qui se désintègre spontanément pour former deux nouveaux noyaux, en émettant un rayonnement. La durée nécessaire pour que la moitié des noyaux se désintègrent.* **5.** *De dater un échantillon.*

6 La scintigraphie

1. Lors d'une scintigraphie, des doses limitées d'iode 123 sont injectées pour réduire les dangers liés aux rayonnements émis lors des désintégrations nucléaires.

2. La courbe du document 2 correspond à la courbe de décroissance de l'iode 123. Avant l'examen (à $t = 0$), on injecte 10×10^{11} noyaux d'iode 123.



La moitié du nombre initial de noyaux est donc :

$$\frac{10 \times 10^{11}}{2} = 5 \times 10^{11} \text{ noyaux d'iode 123.}$$

La durée de demi-vie de l'iode 123 est : $t_{1/2} \approx 13$ heures.

3. Au bout de la première demi-vie, le nombre de noyaux est divisé par deux. Au bout de la demi-vie suivante, le nombre de noyaux restants est à nouveau divisé par deux, et ainsi de suite. Par conséquent, au bout de trois demi-vies, le nombre de noyaux initial est divisé par huit.
Il reste donc : $\frac{10 \times 10^{11}}{8} = 1{,}25 \times 10^{11}$ noyaux.

4. Un dixième du nombre initial de noyaux correspond à : $\frac{10 \times 10^{11}}{10} = 10^{11}$ noyaux.
Une lecture graphique montre que près de 43 heures sont nécessaires pour qu'il ne reste qu'un dixième du nombre initial des noyaux injectés.

L'ordonnée à l'origine de la courbe permet de déterminer le nombre initial de noyaux. Il faut repérer le point sur la courbe ayant pour ordonnée la moitié de cette valeur. Son abscisse donne alors la valeur de $t_{1/2}$ (tracé rouge).

Après avoir repéré le dixième du nombre initial de noyaux, il faut chercher l'abscisse correspondante à ce point.

Je retiens en me posant des questions

1. *Un solide cristallin possède une structure ordonnée, contrairement au solide amorphe.* **2.** *Une forme géométrique sur laquelle les entités chimiques sont positionnées.* **3.** *Sa structure cristalline.* **4.** *Principalement de minéraux.* **5.** *Une structure amorphe associée à quelques cristaux.*

8 La ruée vers l'or

1. À l'œil nu, la pyrite et l'or ont le même aspect doré et brillant.

2. Un minéral cristallin est caractérisé par sa composition chimique et sa structure cristalline. L'or est constitué uniquement d'atomes d'or (Au) alors que la pyrite est composée d'ions fer II (Fe^{2+}) et d'ions disulfure (S_2^{2-}). Ils n'ont pas la même composition chimique. De plus, l'agencement des entités chimiques dans les mailles étant différent pour chacun, leur structure cristalline l'est aussi. Ainsi, l'or et la pyrite n'ayant ni la même composition chimique ni la même structure cristalline, ce sont bien deux minéraux différents.

3. La masse volumique est l'une des propriétés macroscopiques permettant de distinguer des solides cristallins. Elle est donnée par la relation :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{n \times m_e}{a^3}$$

$$\rho_{pyrite} = \frac{4 \times 1{,}99 \times 10^{-22}}{(5{,}42 \times 10^{-8})^3} \simeq 5{,}00 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3} \qquad \rho_{or} = \frac{4 \times 3{,}27 \times 10^{-22}}{(4{,}16 \times 10^{-8})^3} \simeq 18{,}2 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$$

La masse volumique de l'or est environ trois fois supérieure à celle de la pyrite, ce qui permet de les distinguer.

4. La dureté de l'or est bien plus faible que celle de la pyrite (2,5 à 3 contre 6 à 6,5). Il est donc également possible d'utiliser cette propriété pour les différencier : la pyrite raye l'or.

5. De nombreux chercheurs d'or n'avaient en fait découvert que de la pyrite. La confondant avec l'or, ils pensaient leur fortune faite et leur déception pouvait leur faire perdre la raison. De ce triste constat, la pyrite fut baptisée « l'or des fous ».

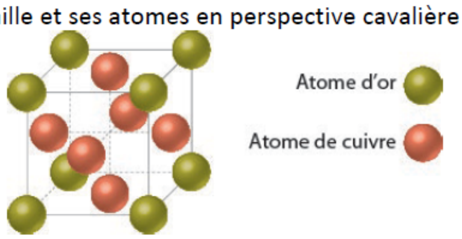
L'observation à l'œil nu relève de l'échelle macroscopique.

Rappeler et utiliser la définition d'un minéral.

Dans la formule de la masse volumique ρ, *n* représente le nombre d'entités chimiques dans la maille, et *V* le volume de la maille.

Attention aux unités !

16 1. Maille et ses atomes en perspective cavalière :



Il s'agit d'un type cubique à faces centrées.

2. Chaque sommet du cube est occupé par un atome d'or comptant pour 1/8e, il y a donc l'équivalent de $8 \times \frac{1}{8}$ = 1 atome d'or dans la maille. Chaque face est occupée par un atome de cuivre comptant pour $1/2$, il y a donc l'équivalent de $6 \times \frac{1}{2} = 3$ atomes de cuivre dans la maille.

3. La maille contient au total l'équivalent de 4 atomes, dont 1 atome d'or et 3 atomes de cuivre. La composition de la maille est $\frac{1}{4}$ = 25 % en or et $\frac{3}{4}$ = 75 % en cuivre.
Ces résultats sont compatibles avec la formule chimique (Cu_3Au) de cet alliage : 1 atome d'or pour 3 atomes de cuivre.

4. Soit x le nombre de carats de l'alliage d'or. On construit le tableau de proportionnalité suivant :

Nombre de carats	Pourcentage en or
24	100
x	25

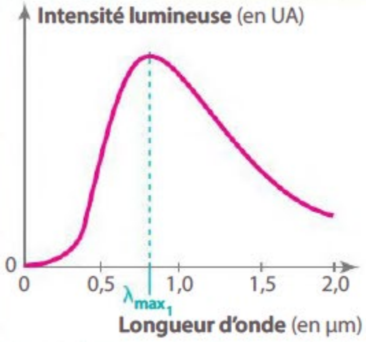
D'où $x = \frac{24 \times 35}{100}$ = 6 carats.

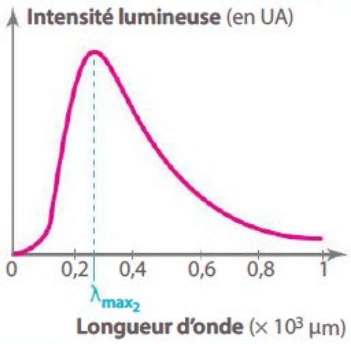
Je retiens en me posant des questions

1. *L'intensité d'un rayonnement en fonction de la longueur d'onde.* **2.** *Il faut relever la valeur de la longueur d'onde λ_{max} et appliquer la loi de Wien.* **3.** *Grâce aux réactions nucléaires qui y ont lieu et qui dégagent de l'énergie.* **4.** *Parce que les réactions de fusion nucléaire s'accompagnent toujours d'une perte de masse.* **5.** *L'équivalence entre la masse perdue et l'énergie obtenue lors d'une réaction de fusion nucléaire.*

9 Comparaison de la température de surface de deux étoiles

1. Pour évaluer la température de chaque étoile, on détermine la longueur d'onde λ_{max} correspondant à la valeur maximale de son spectre. Pour cela, on repère ce maximum de la courbe puis on lit l'abscisse correspondante.





Pour Bételgeuse, la longueur d'onde au maximum d'intensité est $\lambda_{max_1} \simeq 0{,}8$ µm.
Pour Rigel, $\lambda_{max_2} \simeq$
On applique ensuite la loi de Wien pour calculer la température de chaque étoile, après avoir exprimé la température T en fonction de la longueur d'onde λ_{max} :

$$T = \frac{2{,}9 \times 10^{-3}}{\lambda_{max}}$$

La relation permet alors de calculer les températures demandées :

- Bételgeuse : $T_B = \frac{2{,}9 \times 10^{-3}}{0{,}8 \times 10^{-6}} \simeq 3600$ K
- Rigel : $T_R = \frac{2{,}9 \times 10^{-3}}{0{,}3 \times 10^{-6}} \simeq 9700$ K

Rigel est donc l'étoile la plus chaude.

2. L'étoile qui a la température la plus élevée est de couleur bleue ; celle qui a une température plus faible est rouge. C'est donc le contraire de ce que l'on apprend en peinture, où la couleur chaude est le rouge et la couleur froide est le bleu.

Lecture graphique
La détermination de λ_{max} se fait sur l'axe des abscisses en traçant éventuellement la ligne de rappel à partir du maximum atteint par la courbe.

Manipulation d'une formule littérale
Lorsqu'un même calcule se répète, il est commode d'isoler la grandeur cherchée :

$$\frac{\lambda_{max} \times T}{\lambda_{max}} = \frac{2{,}9 \times 10^{-3}}{\lambda_{max}}$$

D'où :

$$T = \frac{2{,}9 \times 10^{-3}}{\lambda_{max}}$$

Utilisation des unités du système international
Il faut convertir en mètres les valeurs des longueurs d'onde :
1 µm = 10^{-6} m

Je retiens en me posant des questions

1. *De la distance Terre-Soleil et du rayon terrestre.* **2.** *La fraction du rayonnement solaire diffusée par la Terre vers l'espace.* **3.** *C'est l'échauffement de la surface terrestre qui provoque l'émission d'un rayonnement infrarouge.* **4.** *L'émission de rayonnement infrarouge par l'atmosphère vers la surface terrestre.* **5.** *La différence entre la puissance reçue et la puissance perdue par la Terre.*

15 1. L'albédo.

2.

	Nuages	Surface terrestre	Air
A	20 %	4 %	6 %
$P_{\text{diffusée}}$ (en W·m^{-2})	68,4	13,7	20,5
P_{totale} (en W·m^{-2})	68,4 + 13,7 + 20,5 = 103		

3. La puissance du rayonnement diffusé vers l'espace est égale à $342 \times 0{,}3 \approx 103$ W·m^{-2}.

4. Les résultats sont identiques.

16

Planète	Terre	Mars
Distance au Soleil (en m)	$1{,}5 \times 10^{11}$	$2{,}3 \times 10^{11}$
Rayon (en m)	$6{,}4 \times 10^{6}$	$3{,}4 \times 10^{6}$

Le rapport des puissances est $\dfrac{P_{\text{reçue par la Terre}}}{P_{\text{reçue par Mars}}}$

$$= \frac{9{,}68 \times 10^{25} \times \left(\frac{R_{\text{Terre}}}{d_{\text{TS}}}\right)^2}{9{,}68 \times 10^{25} \times \left(\frac{R_{\text{Mars}}}{d_{\text{MS}}}\right)^2} = \frac{\left(\frac{R_{\text{Terre}}}{d_{\text{TS}}}\right)^2}{\left(\frac{R_{\text{Mars}}}{d_{\text{MS}}}\right)^2} = \frac{\left(\frac{6{,}4 \times 10^{6}}{1{,}5 \times 10^{11}}\right)^2}{\left(\frac{3{,}4 \times 10^{6}}{2{,}3 \times 10^{11}}\right)^2} \approx 8{,}3$$

La puissance du rayonnement solaire reçue par la Terre est environ 8 fois plus grande que celle reçue par Mars.

Je retiens en me posant des questions

1. *Ératosthène.* **2.** *40 000 km environ.* **3.** *La triangulation plane.* **4.** *Avec les coordonnées angulaires : la latitude et la longitude.* **5.** *L'arc du grand cercle qui les relie.*

11 Sur les pas d'Ératosthène

1. Les bâtons plantés verticalement dans le sol de chaque ville forment, avec leur ombre, deux triangles rectangles.

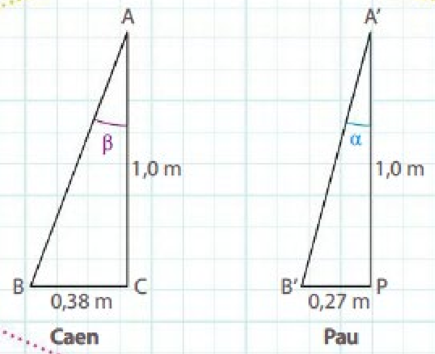
tan $\frac{BC}{AC}$ $\frac{0{,}38}{1{,}0}$ 0,38,

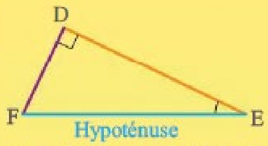
soit arctan (0,38) 21°.

tan $\frac{B'P}{A'P}$ $\frac{0{,}27}{1{,}0}$ 0,27,

soit arctan (0,27) 15°.

Les angles et ont pour valeurs respectives 15° et 21°.



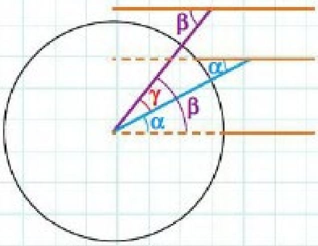


La trigonométrie permet de déterminer la valeur des angles cherchés.
Dans un triangle rectangle :

tan $\widehat{FED}$ = $\frac{\text{Longueur du côté opposé}}{\text{Longueur du côté adjacent}}$ = $\frac{DF}{DE}$

Vérifier que la calculatrice est en mode « Degré ». Pour réaliser une application numérique, faire attention aux unités et aux chiffres significatifs.

2. a. Le Soleil étant très éloigné de la Terre, on considère que les rayons du Soleil sont parallèles entre eux. On peut donc utiliser les angles alternes-internes :



b. 21 15 = 6,0°.

L'énoncé donne la distance de Pau à Caen, c'est-à-dire la longueur de l'arc $\widehat{PC}$: 654 km.
La circonférence de la Terre est le périmètre P du cercle, correspondant à un angle au centre de 360°. On le détermine par proportionnalité :

Angle au centre (en °)	6,0	360
Longueur de l'arc (en km)	654	P

P 360 $\frac{654}{6}$ 39 240 4,0 10 ^{4} km

La longueur de l'arc est proportionnelle à l'angle au centre.

3. Connaissant le périmètre P, on en déduit le rayon terrestre R_T :

R_T $\frac{P}{2}$ $\frac{4{,}0 \quad 10^4}{2}$ = 6366 = 6,4 10 ^{3} km

Avec cette méthode, on trouve un rayon terrestre de 6,4 10 ^{3} km.

Le périmètre P d'un cercle de rayon r est : P = 2 □ □ □ r

15 $\alpha = 180 - (\gamma + \beta) = 180 - (77 + 66) = 37°$

et $\theta = 180 - (\varepsilon + \delta) = 180 - (48 + 103) = 29°$

IP = $\frac{503}{\sin 37} \times \sin 66 = 764$ m

et PO = $\frac{503}{\sin 29} \times \sin 48 = 771$ m

IO = IP + PO = 764 + 771 = 1 535 m

6 Calcul de la longueur d'un arc de parallèle

Exemple de rédaction

1. Ces deux points sont situés sur un même parallèle car **ils ont la même latitude**.

2. Ce parallèle est une réduction du cercle de l'équateur. Le coefficient de réduction est cos α, où α est la latitude.
Ainsi, la longueur L_P du parallèle est : $L_P \approx 40\ 000 \cos 40°$, soit $L_P \approx 30\ 642$ km.

3. Comme A et B sont de part et d'autre du méridien de Greenwich, l'angle $\widehat{ACB}$ est la somme des longitudes de ces deux points. Donc $\widehat{ACB} = 100° + 42° = 142°$.

4. La longueur L de l'arc de cercle $\overset{\frown}{AB}$ est proportionnelle à l'angle $\widehat{ACB}$ qui l'intercepte. Donc : $\frac{L}{142} = \frac{L_P}{360}$.
Par conséquent, $L \approx \frac{30\ 642}{360} \times 142$, soit $\boldsymbol{L \approx 12\ 087}$ **km**.

5. a. Le chemin qui suit le parallèle est **le chemin bleu**.
b. **Non, ce n'est pas le plus court chemin**. Le plus court chemin est celui qui suit le grand cercle qui passe par A et B. Il est représenté en rouge.

Quelques conseils

2. La longueur d'un parallèle s'exprime en fonction de la circonférence de la Terre (environ 40 000 km) et du cosinus de la latitude.

3. Regarder si les points sont du même côté ou de part et d'autre du méridien de Greenwich.

4. La longueur d'un arc de parallèle s'exprime en fonction de la longueur du parallèle et de la somme ou de la différence des longitudes des deux extrémités de l'arc.

Je retiens en me posant des questions

1. *Une trajectoire circulaire.* 2. *Dans le référentiel géocentrique.* 3. *Elles sont dues à la révolution de la Lune autour de la Terre.* 4. *Les périodes de révolution et de rotation de la Lune sont égales.*
5. *Nicolas Copernic.*

Je retiens en me posant des questions

1. *Le spectre d'un son pur ne présente qu'un seul pic.* **2.** *La fréquence du pic de plus basse fréquence.* **3.** *Les fréquences des harmoniques sont des multiples de la fréquence fondamentale.* **4.** *Le niveau d'intensité sonore, exprimé en décibels.* **5.** *Elle dépend de la longueur, de la tension et de la masse linéique de la corde.*

8 Au son de la vuvuzela

1. La relation entre l'intensité sonore I et la puissance sonore P de l'onde est $I \quad \frac{P}{S}$
   - À 1 m de la source, r_1 1,0 m, donc $I_1 \quad \frac{6,3}{4 \quad 1,0 \quad ^2}$ 0,50 W m ^{2}.
   - À 2 m de la source, r_2 = 2,0 m, donc $I_2 \quad \frac{6,3}{4 \quad 2,0 \quad ^2}$ 0,13 W m ^{2}.

   On remarque que I_1 4 I_2 ; l'intensité sonore est donc environ quatre fois plus faible à deux mètres de la source.

2. Connaissant I_1, on en déduit le niveau sonore correspondant, L_1 :

   L_1 10 log $\frac{0,50}{10^{12}}$ 117 dB.

   À un mètre de la source, le niveau sonore est d'environ 117 dB.

3. Le supporter est situé à 1,0 m de chaque vuvuzela. L'intensité sonore associée aux deux vuvuzelas vaut donc :

   I' 2 I_1 2 0,50 1,0 W m ^{2}.

   Connaissant I', on peut calculer le niveau sonore L' correspondant :

   L' 10 log $\frac{1,0}{10^{12}}$ 120 dB.

   Le niveau sonore n'a pas doublé, mais a bien augmenté de 3 dB.

4. On calcule l'intensité sonore correspondant à un niveau sonore L 80 dB :

   L 10 log $\frac{I}{I_0}$, soit $\frac{L}{10}$ log $\frac{I}{I_0}$ donc $10^{\frac{L}{10}} \quad \frac{I}{I_0}$ d'où $I \quad I_0 \quad 10^{\frac{L}{10}} \quad 10^{\quad 12} \quad 10^{\frac{80}{10}}$

   On obtient : I 10 ^{4} W m ^{2}

   Sachant que la puissance sonore de la vuvuzela ne va pas changer, calculons la distance r à laquelle doit se trouver le supporter pour préserver son système auditif.

   $I \quad \frac{P}{S} \quad \frac{P}{(4 \quad r^2)}$ soit $r \quad \sqrt{\frac{P}{4 \quad I}}$

   L'application numérique conduit à : $r \quad \sqrt{\frac{6,3}{4 \quad 10 \quad ^4}}$ 71 m.

   Pour éviter tout désagrément, le spectateur devrait se trouver à 71 m ! Le son émis par une vuvuzela doit être pénible pour un grand nombre de spectateurs.

L'intensité sonore est une puissance surfacique ; elle est exprimée en watts par mètre carré. La surface de la sphère dans laquelle l'onde sonore se propage se calcule avec la formule : S 4 □ □ □ r ^{2}

L'intensité sonore I et le niveau sonore L sont liés par la formule : L 10 log $\frac{I}{I_0}$ avec $I_0 = 10^{12}$ W m ^{2}

La fonction logarithme décimal admet comme propriété : log(10^a) a d'où 10log(a) a

La puissance de la source sonore n'est pas modifiée lorsqu'on s'en éloigne.

Je retiens en me posant des questions

1. *C'est le rapport de leurs fréquences.* **2.** *Au plus petit intervalle séparant deux notes du même nom.* **3.** *Sur la quinte, de rapport 3/2.* **4.** *Les intervalles ne sont pas constants : on ne retombe jamais exactement sur l'octave.* **5.** *Le rapport vaut* $2^{1/12}$, *soit* $\sqrt[12]{2}$.

4 1. a et d sont des octaves, b et c des quintes.
2. b est une octave, a est une quinte, c n'est ni l'un ni l'autre.

6 1. On peut écrire $\frac{3^5}{2^7} = \frac{243}{128}$.
2. $f_{si} = \frac{243}{128} \times f_{do} = \frac{243}{128} \times 261{,}6 = 496{,}6$ Hz.

7 1. L'intervalle *do*$^\sharp$*-ré* est aussi un intervalle d'un demi-ton, il vaut donc $2^{1/12}$.
2. L'intervalle d'un ton vaut 2 demi-tons, soit $2^{2/12}$.

Je retiens en me posant des questions

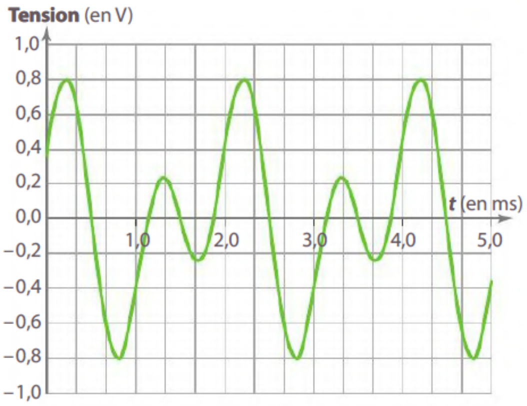
***1.** Un signal analogique est continu alors qu'un signal numérique est discontinu. **2.** La fréquence d'échantillonnage et la quantification. **3.** On doit avoir $f_e > 2 \times f_{max}$. **4.** Stocker plus de données et les échanger plus rapidement. **5.** Parce qu'on supprime des informations (celles auxquelles l'oreille n'est pas sensible et celles qui sont redondantes).*

9 Numérisation et compression

On souhaite enregistrer le signal correspondant au son émis par une flûte. Pour cela, on utilise un microphone relié à un CAN connecté à un ordinateur. Le microphone permet de transformer le signal sonore en signal électrique. La courbe ci-contre représente l'évolution de la tension électrique (proportionnelle à l'intensité sonore) aux bornes du microphone en fonction du temps.

Le constructeur du CAN fournit les indications suivantes :

- Quantification : $Q = 16$ bits.
- Fréquence d'échantillonnage maximale : 10 kHz.



Seule une partie du signal est représentée.

1. Le signal sonore émis par l'instrument de musique est-il un signal numérique ou un signal analogique ?

2. En utilisant le graphique ci-contre, déterminer la période du signal de départ. En déduire sa fréquence.

3. Les caractéristiques du CAN sont-elles adaptées pour obtenir un signal numérique suffisamment fidèle ?

4. Calculer la taille du fichier numérisé obtenu avec une fréquence d'échantillonnage égale à 5 kHz, en stéréo (deux voies), si la durée d'enregistrement totale est égale à 1 min.

5. Le fichier obtenu est ensuite compressé au format MP3, avec un taux de 90 %. Déterminer la taille du fichier compressé.

Corrigé :

1. Le son émis par une flûte est un signal sonore analogique.

2. D'après la courbe, la période vaut $T = 2$ ms. La fréquence f est donc égale à :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}002} = 500 \text{ Hz}$$

3. La fréquence du signal est égale à $f = 500$ Hz. D'après le critère de Shannon, la fréquence d'échantillonnage doit être égale au moins au double de cette valeur, soit 1000 Hz, pour que le signal numérique soit le plus fidèle possible au signal analogique. La fréquence d'échantillonnage maximale du CAN est largement supérieure : le signal numérique obtenu sera très proche du signal analogique.

4. La durée totale de l'enregistrement est égale à $\Delta t = 1$ min, soit 60 s à la fréquence d'échantillonnage $f_e = 5$ kHz. La taille du fichier est donnée par la relation :

$$N = f_e \times \frac{Q}{8} \times n \times \Delta t = 5000 \times \frac{16}{8} \times 2 \times 60 = 1{,}2 \times 10^6 \text{ o} = 1{,}2 \text{ Mo.}$$

5. Le taux de compression est défini par la formule :

$$\tau = \left(1 - \frac{\text{Taille du fichier compressé}}{\text{Taille du fichier initial}}\right)$$

Ici, connaissant le taux de compression, on a : $0{,}9 = \left(1 - \frac{\text{Taille du fichier compressé}}{1{,}2}\right)$.

On en déduit la taille du fichier compressé : $(1 - 0{,}9) \times 1{,}2 = 0{,}12$ Mo.

Le signal est continu, c'est un signal analogique.

La période du signal analogique correspond à la durée d'un motif élémentaire.

La fréquence est l'inverse de la période, cette dernière étant exprimée en secondes.

Le critère de Shannon doit être vérifié pour que la numérisation soit de bonne qualité.

Bien penser à utiliser les bonnes unités pour effectuer le calcul.