

**Bac S Antilles Guyane Session de remplacement 09/2013 Correction © <http://labolycee.org>  
EXERCICE 1 - DE LA LIAISON COVALENTE À LA SPECTROSCOPIE INFRAROUGE - 4 POINTS**

**1. Période propre d'un oscillateur harmonique**

1.1. (0,5) Ni le graphe  $T_0 = f(m)$  de la figure 1 ni le graphe  $T_0 = f(k)$  de la figure 2 ne sont des droites passant par l'origine. La période propre  $T_0$  de l'oscillateur harmonique n'est donc ni proportionnelle à la masse  $m$  du solide ni proportionnelle à la constante de raideur  $k$  du ressort.

1.2. (1) Le graphe  $T_0 = f\left(\sqrt{\frac{1}{k}}\right)$  de la figure 3 est une droite qui passe par l'origine donc la période

propre  $T_0$  est proportionnelle à  $\sqrt{\frac{1}{k}}$ . On peut éliminer les expressions  $T_0 = m \times k$  et  $T_0 = 2\pi \times \frac{m}{k}$ .

En revanche les deux expressions  $T_0 = 2\pi \times \sqrt{\frac{m}{k}}$  et  $T_0 = 2\pi \times \sqrt{\frac{1}{m \times k}}$  peuvent a priori convenir.

Cependant, le graphe de la figure 2 montre que  $T_0$  augmente lorsque  $m$  augmente. Alors seule l'expression  $T_0 = 2\pi \times \sqrt{\frac{m}{k}}$  convient.

**2. Spectre infrarouge**

2.1. (0,5) La masse réduite  $m_r$  pour la liaison covalente O-H est :  $m_r = \frac{m(O) \times m(H)}{m(O) + m(H)}$

2.2. (0,5) On a :  $m(O) = n(O) \times M(O)$  et  $n(O) = \frac{N(O)}{N_A}$  avec  $N(O) = 1$  car il y a un seul atome

d'oxygène dans la liaison O-H. Par conséquent :  $m(O) = \frac{M(O)}{N_A}$ .

De même pour l'atome d'hydrogène on peut écrire :  $m(H) = \frac{M(H)}{N_A}$ .

En reportant les expressions de  $m(O)$  et  $m(H)$  dans l'expression de la masse réduite, il vient :

$$m_r = \frac{\frac{M(O)}{N_A} \times \frac{M(H)}{N_A}}{\frac{M(O)}{N_A} + \frac{M(H)}{N_A}} = \frac{\frac{1}{N_A^2} \times (M(O) \times M(H))}{\frac{1}{N_A} \times (M(O) + M(H))} = \frac{1}{N_A} \times \frac{(M(O) \times M(H))}{M(O) + M(H)}$$

finalement :  $m_r = \frac{M(O) \times M(H)}{(M(O) + M(H)) \times N_A}$ .

$$m_r = \frac{16,0 \times 1,0}{(16,0 + 1,0) \times 6,02 \times 10^{23}} = 1,6 \times 10^{-24} \text{ g} = 1,6 \times 10^{-27} \text{ kg} \quad (\text{valeur exacte stockée en mémoire})$$

2.3. (0,5) La fréquence propre est :  $f_0 = \frac{1}{T_0}$  et  $T_0 = 2\pi \times \sqrt{\frac{m_r}{k}}$  donc  $f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{m_r}{k}}}$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{1,5634 \dots \times 10^{-27}}{7,2 \times 10^2}}} = 1,080063 \times 10^{14} \text{ Hz} = 1,1 \times 10^{14} \text{ Hz.} \quad (\text{valeur exacte stockée en mémoire})$$

2.4. (1) La longueur d'onde dans le vide associée à  $f_0$  s'écrit :  $\lambda = \frac{c}{f_0}$ .

$$\lambda = \frac{3,00 \times 10^8}{1,080063 \times 10^{14}} = 2,7776 \times 10^{-6} \text{ m} = 2,8 \times 10^{-6} \text{ m} = 2,8 \text{ } \mu\text{m}.$$

D'après le document 5, il existe un mode de vibration d'élongation symétrique de longueur d'onde de  $2,74 \mu\text{m}$ .

Cette valeur est très proche de celle calculée, il s'agit d'une vibration d'élongation.

Bac S Antilles Guyane Session de remplacement 09/2013

Correction © <http://labolycee.org>

EXERCICE 2 – UN EXEMPLE DE CHIMIE VERTE : LA SYNTHÈSE DE L'IBUPROFÈNE – 11 POINTS

**1. Première partie : description de l'ibuprofène**

1.1. (0,5) L'ibuprofène contient le groupe caractéristique carboxyle COOH qui correspond à la fonction chimique acide carboxylique.

1.2. (0,5) Le carbone n°2 est lié à 4 groupes d'atomes différents, il s'agit d'un atome de carbone asymétrique.

1.3. (0,5) Les molécules R et S sont images l'une de l'autre dans un miroir plan et sont non superposables : ce sont des molécules énantiomères.

**2. Deuxième partie : analyse des voies de synthèse**

2.1. (0,5) Pour le procédé des laboratoires Boots  $UA_1 = 0,40 = 40\%$  est inférieure à  $UA_2$  du procédé de la société BHC qui vaut environ 77%.

Le procédé BHC est plus efficace, la pollution à la source est réduite. Ce procédé BHC est plus respectueux de l'environnement.

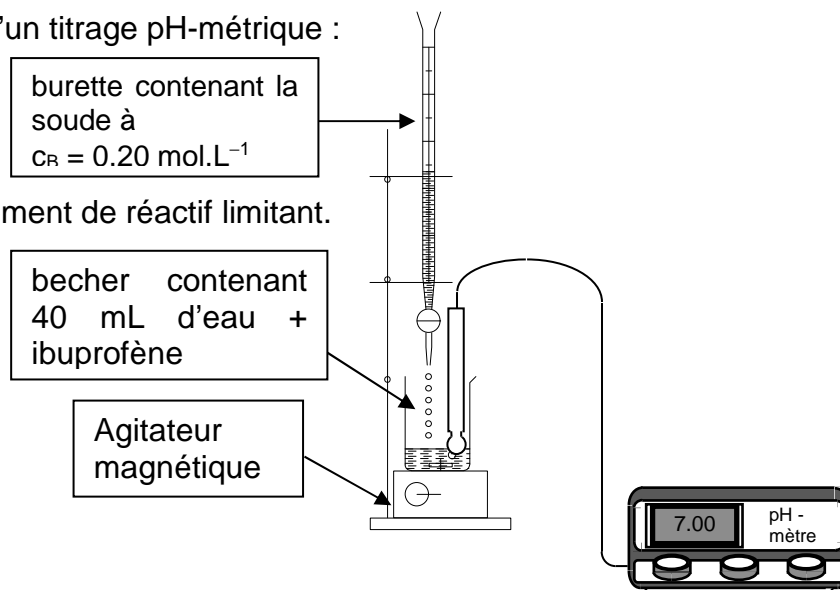
2.2. (0,5) Le nickel et le palladium sont des catalyseurs. Ils permettent de réduire la durée de réaction.

2.3. (0,5) L'étape 1 des procédés Boots et BHC est une substitution (H par COCH<sub>3</sub>).

2.4. (0,5) Lors de l'étape 5, il se produit une réaction d'élimination (d'eau).

**3. Troisième partie : titrage d'un comprimé d'ibuprofène**

3.1. (1 pt) Schéma du montage d'un titrage pH-métrique :



3.2. À l'équivalence, il y a changement de réactif limitant. (0,5 pt)

3.3.1. (0,5 pt) Lors du titrage, on ajoute une base dans une solution acide, dès lors le pH augmente. La courbe 1 représente  $\text{pH} = f(V_b)$ .

Lorsque le pH augmente fortement alors  $\frac{d\text{pH}}{dV_b}$  est maximale, ce qui est visible sur la courbe 2 sous forme d'un pic.

3.3.2. (0,5) La méthode des tangentes (<http://labolycee.org/animations/methode-tangente.swf>) permet de trouver un volume équivalent  $V_E = 9,7 \text{ mL}$ .

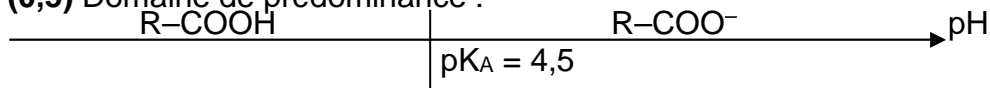
La dérivée passe par un extrémum (ici un maximum) à l'équivalence, la courbe 2 permet de confirmer le résultat.

3.4. (0,5) L'anion hydroxyde appartient au couple acide/base :  $\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-$ .

3.5. (0,5) L'équation de la réaction support du titrage est :  $\text{R-COOH} + \text{HO}^- \rightarrow \text{R-COO}^- + \text{H}_2\text{O}$ .

**3.6. (0,5)** Pour être utilisée lors d'un titrage, une réaction chimique doit être rapide et totale.

**3.7. (0,5)** Domaine de prédominance :



La courbe 1 montre qu'en début du titrage,  $\text{pH} < 3$  donc inférieur au  $\text{pK}_A$  donc l'acide  $\text{RCOOH}$  prédomine sur  $\text{RCOO}^-$ .

**3.8. (1 pt)**  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$

Or  $K_e = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{HO}^-]$  et  $[\text{HO}^-] = C_b$  donc  $[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_e}{C_b}$

Ainsi  $\text{pH} = -\log \frac{K_e}{C_b} = -\log K_e - \log \frac{1}{C_b} = -\log K_e + \log C_b$ .

$\text{pH} = -\log 1,0 \times 10^{-14} + \log 0,20 = 13$

Cette solution est très basique, il convient de la manipuler avec des lunettes de protection et une blouse.

**3.9. (0,5)** Quantité de matière d'ions hydroxyde  $n_E(\text{HO}^-)$  versée à l'équivalence :

$n_E(\text{HO}^-) = C_b \cdot V_E$

$n_E(\text{HO}^-) = 0,20 \times 9,7 \times 10^{-3} = 1,9 \times 10^{-3} \text{ mol}$

Quantité de matière  $n_i(\text{ibu})$  d'ibuprofène titré :

d'après l'équation support du titrage  $n_i(\text{ibu}) = n_E(\text{HO}^-)$

$n_i(\text{ibu}) = 1,9 \times 10^{-3} \text{ mol}$

**3.10. (0,5)** masse  $m$  d'ibuprofène titré  $m = n_i(\text{ibu}) \cdot M(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2)$

$m = 1,94 \times 10^{-3} \times 206 = 0,40 \text{ g}$

Ce résultat est en accord avec l'indication « ibuprofène 400 mg » (= 0,400 g).

**3.11. (0,5)**  $\frac{U(m)}{m} = \sqrt{\left(\frac{U_{\text{vol}}}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{U_{C_b}}{C_b}\right)^2}$  donc  $U(m) = m \cdot \sqrt{\left(\frac{U_{\text{vol}}}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{U_{C_b}}{C_b}\right)^2}$

$U(m) = 0,40 \times \sqrt{\left(\frac{0,16}{9,7}\right)^2 + \left(\frac{0,010}{0,20}\right)^2} = 0,021 \text{ g}$  l'incertitude est généralement arrondie par excès

avec un seul chiffre significatif soit  $U(m) = 0,03 \text{ g}$

$m = 0,40 \pm 0,03 \text{ g}$

**3.12. (0,5)** La zone de virage de l'indicateur coloré doit comprendre le pH à l'équivalence.

La méthode des tangentes montre que celui-ci vaut 8,5, ainsi seule la phénolphtaléine convient.

**BAC S 2013 Antilles Guyane Session remplacement EXERCICE 3  
DE HUBBLE A JAMES WEBB (5 POINTS) CORRECTION © <http://labolycee.org>**
**1. Première partie : étude de l'orbite de Hubble**

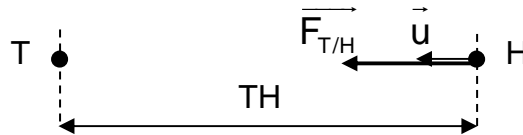
1.1. (0,25) Le télescope Hubble évolue à une altitude constante de la surface de la Terre. Dans le référentiel géocentrique, sa trajectoire est un cercle.

1.2. (1 pt) La 2ème loi de Newton appliquée au système {télescope}, dans le référentiel géocentrique supposé galiléen indique  $\Sigma \vec{F}_{\text{Ext.}} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ .

En considérant que le télescope n'est soumis qu'à la force  $\vec{F}_{T/H}$  d'attraction gravitationnelle de la Terre, on a  $\vec{F}_{T/H} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ .

La masse du satellite étant constante, on a :  $\vec{F}_{T/H} = \frac{dm \cdot \vec{v}}{dt} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = m \cdot \vec{a}$

L'expression vectorielle de la force gravitationnelle  $\vec{F}_{T/H}$  est  $\vec{F}_{T/H} = G \cdot \frac{m \cdot M_T}{(TH)^2} \cdot \vec{u}$



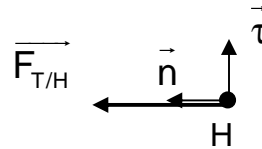
En posant  $TH = R_T + h$  il vient :  $G \cdot \frac{m \cdot M_T}{(R_T + h)^2} \cdot \vec{u} = m \cdot \vec{a}$

L'accélération de Hubble est donc  $G \cdot \frac{M_T}{(R_T + h)^2} \cdot \vec{u} = \vec{a}$ .

Dans le repère de Frenet  $(H, \vec{n}, \vec{\tau})$ ,

le vecteur accélération s'écrit :  $\vec{a} = \frac{v^2}{(R_T + h)} \cdot \vec{n} + \frac{dv}{dt} \cdot \vec{\tau}$ .

avec  $\vec{n} = \vec{u}$  on obtient :  $\vec{a} = \frac{v^2}{(R_T + h)} \cdot \vec{u} + \frac{dv}{dt} \cdot \vec{\tau}$ .



En égalant les deux expressions de l'accélération, il vient :  $\frac{G \cdot M_T}{(R_T + h)^2} \cdot \vec{u} = \frac{v^2}{(R_T + h)} \cdot \vec{u} + \frac{dv}{dt} \cdot \vec{\tau}$

Par identification on obtient : 
$$\begin{cases} \text{sur } \vec{u} : \frac{G \cdot M_T}{(R_T + h)^2} = \frac{v^2}{(R_T + h)} \\ \text{sur } \vec{\tau} : 0 = \frac{dv}{dt} \Rightarrow v = \text{cte} \end{cases}$$

La valeur de la vitesse de la station est constante donc le mouvement est uniforme.

1.3. (0,5) D'après la question précédente, on a  $\frac{G \cdot M_T}{(R_T + h)^2} = \frac{v^2}{(R_T + h)}$

On en déduit que  $v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{R_T + h}}$ .

1.4. (0,5) Pendant une période  $T$ , le satellite parcourt son orbite de longueur  $2\pi(R_T + h)$  à la vitesse  $v$ , donc  $T = \frac{2\pi \cdot (R_T + h)}{v}$ .

1.5. (0,5) Énoncé de la 3ème loi de Kepler : Le rapport du carré de la période de révolution par le cube du demi-grand axe de l'ellipse (ou du cube du rayon du cercle) est une constante qui ne dépend que du centre attracteur.

D'après la question 1.4 :  $T^2 = \frac{4\pi^2 \cdot (R_T + h)^2}{v^2}$

D'après la question 1.3 :  $v^2 = \frac{GM_T}{R_T + h}$

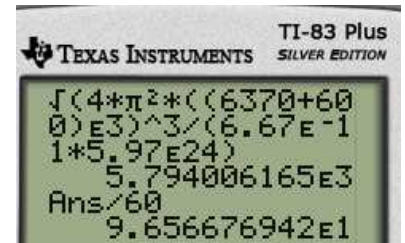
On en déduit que :  $T^2 = \frac{4\pi^2 \cdot (R_T + h)^2}{\frac{GM_T}{R_T + h}} = \frac{4\pi^2 \cdot (R_T + h)^3}{GM_T}$

Finalement en posant  $r = R_T + h$ , le rayon de l'orbite on obtient  $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_T}$

1.6. (0,5) Pour calculer la valeur de  $T$  :  $R_T$  et  $h$  sont à exprimer en m

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 \cdot (R_T + h)^3}{GM_T}}$$

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 \times ((6370 + 600) \times 10^3)^3}{6,67 \times 10^{-11} \times 5,97 \times 10^{24}}} = 5,79 \times 10^3 \text{ s} = 96,6 \text{ min}$$



## 2. Deuxième partie : étude de la mise en orbite du télescope spatial James Webb

2.1.1. (0,5) Calcul du poids de la fusée :  $P = M \cdot g$  avec  $M$  la masse en kg  
 $P = 780 \times 10^3 \times 9,8 = 7,6 \times 10^6 \text{ N}$

2.1.2. (0,5) En appliquant la deuxième loi de Newton, dans le référentiel terrestre, et en supposant la masse  $M$  de la fusée constante :  $\vec{P} + \vec{F} = M \cdot \vec{a}$

Par projection suivant l'axe vertical  $Oz$  orienté vers le haut, on a  $P_z + F_z = M \cdot a_z$   
 $-M \cdot g + F = M \cdot a_z$   
 $a_z = -g + \frac{F}{M}$

2.1.3. (0,25) Calculons l'altitude après une durée de 10 s :

$$z(t = 10 \text{ s}) = \frac{1}{2} \left( \frac{14,0 \cdot 10^6}{780 \cdot 10^3} - 9,8 \right) \times 10^2 = 4,1 \cdot 10^2 \text{ m}$$

2.1.4. (0,25) Les forces de frottements ne sont pas négligeables : le travail résistant de ces dernières engendre une diminution de l'énergie mécanique de la fusée.

2.2. (0,25) Au point L2, le télescope James WEBB sera dans l'ombre de la Terre et ne sera pas perturbé par la lumière issue du Soleil.

**1. Pourquoi utiliser un satellite géostationnaire pour ce projet ?**

**1.1. (0,25)** Un satellite géostationnaire est situé sur une orbite équatoriale, à une altitude de 36 000 kilomètres.

**(0,25)** Il apparaît immobile dans le référentiel terrestre, sa vitesse  $y$  est donc nulle (période infinie).

La courbe représentative de la vitesse orbitale en fonction de l'altitude permet de dire que dans le référentiel géocentrique sa vitesse est égale à 3 km/s. Enfin sa période est égale à 24h.

**1.2. (0,5)** La deuxième loi de Kepler ou loi des aires énonce que « les aires balayées par le vecteur Terre-Satellite pendant des durées égales sont égales ». Puisque sa trajectoire est circulaire, pour balayer toujours la même aire en un temps donné, le satellite doit avoir une vitesse constante. Son mouvement est circulaire et uniforme.

**1.3. (0,5)** Pour un mouvement circulaire, l'expression du vecteur accélération dans la base de Frenet est  $\vec{a} = \frac{dv}{dt} \cdot \vec{\tau} + \frac{v^2}{r} \cdot \vec{n}$  où  $r$  est le rayon de l'orbite circulaire.

Si le mouvement est uniforme alors  $\frac{dv}{dt} = 0$  et il vient  $\vec{a} = \frac{v^2}{r} \cdot \vec{n}$ .

Le vecteur accélération a pour

- direction : le rayon de la trajectoire ; il est radial
- sens : du satellite vers le centre de la Terre ; il est centripète.

Dans le référentiel géocentrique, le satellite n'est soumis qu'à  $\vec{F}_{T/S}$  l'attraction gravitationnelle de la Terre.

La deuxième loi de Newton indique  $\vec{F}_{T/S} = m \cdot \vec{a}$  où  $m$  est la masse du satellite, soit  $\vec{a} = \frac{\vec{F}_{T/S}}{m}$ .

Cette loi nous indique également que l'accélération est radiale et centripète tout comme la force d'attraction gravitationnelle.

**1.4. (0,5)** Le satellite parcourt son orbite de longueur égale à  $2\pi \cdot (R_T + h)$  en une durée égale à sa période de révolution  $T_{Géo}$

$$v = \frac{2\pi \cdot (R_T + h)}{T_{Géo}}$$

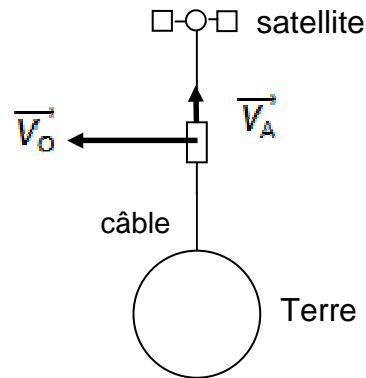
$$v = \frac{2\pi \times (6,4 \times 10^3 + 36 \times 10^3) \times 10^3}{24 \times 3600} = 3,1 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1} = 3,1 \text{ km.s}^{-1}$$

**1.5. (0,25)** Pour transformer un satellite géostationnaire en ascenseur spatial, il faudrait le relier au sol terrestre avec un câble.

**(0,25)** L'altitude de 36 000 km permet au satellite de rester toujours à l'aplomb du même point de la surface terrestre.

## 2. L'ascenseur spatial

## 2.1. (0,25)



$$2.2. (0,25) \quad v_0(z) = \frac{2\pi(R_T + z)}{T_{Géo}} = \frac{2\pi.R_T}{T_{Géo}} + \frac{2\pi.z}{T_{Géo}}$$

D'après cette expression  $v_0(z)$  est une fonction affine de l'altitude  $z$ . Sa représentation est une droite d'ordonnée à l'origine  $\frac{2\pi.R_T}{T_{Géo}}$  et de coefficient directeur  $\frac{2\pi}{T_{Géo}}$ . Ce qui est en accord avec le document 2.

2.3. (0,5) Le document 1 indique que l'ascension du satellite aurait une durée  $\Delta t$  égale à cinq jours.

$$\text{Vitesse moyenne ascensionnelle : } v_A = \frac{h}{\Delta t}$$

$$v_A = \frac{36 \times 10^3 \times 10^3}{(5 \times 24 \times 3600)} = 8 \times 10^1 \text{ m.s}^{-1}$$

$$(\text{ou } v_A = \frac{36 \times 10^3}{(5 \times 24)} = 3 \times 10^2 \text{ km.h}^{-1})$$

$$2.4. (0,5) \quad \text{À l'altitude } h' = 20\,000 \text{ km, on a } v_0(h') = \frac{2\pi(R_T + h')}{T_{Géo}}$$

$$v_0(z) = \frac{2\pi \times (6,4 \times 10^3 + 20 \times 10^3)}{24 \times 3600} = 1,9 \text{ km.s}^{-1} = 1,9 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1} \quad (\text{ou } v_0(z) = 6,9 \times 10^3 \text{ km.h}^{-1})$$

À l'altitude  $h'$ , la vitesse moyenne ascensionnelle  $v_A$  est très inférieure à la vitesse orbitale  $v_0$ .

2.5.1. (0,5) Pour échapper à l'attraction terrestre, la vitesse de lancement du satellite (égale à la vitesse du point de l'ascenseur où il se trouve) doit être au moins égale à la vitesse de libération. Par lecture graphique de l'intersection des deux courbes du document 2, l'altitude minimale est de 46000 km.

2.5.2. (0,5) D'après la réponse 1.4., à 36 000 km le satellite possède une vitesse orbitale  $v = 3,1 \text{ km.s}^{-1}$ .

Le document 2, montre qu'à cette altitude la vitesse de libération est d'environ  $v_L = 4,4 \text{ km.s}^{-1}$ . L'apport  $\Delta E_C$  d'énergie cinétique doit permettre à la vitesse d'augmenter de la valeur  $v$  à la valeur  $v_L$ .

$$\Delta E_C = \frac{1}{2} . m . v_L^2 - \frac{1}{2} . m . v^2 = \frac{1}{2} . m . (v_L^2 - v^2)$$

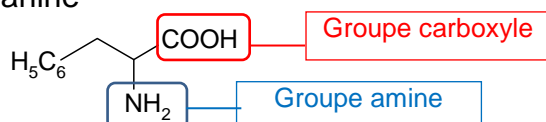
$$E_C = 0,5 \times 1,5 \times 10^3 \times [(4,4 \times 10^3)^2 - (3,1 \times 10^3)^2] = 7,3 \times 10^9 \text{ J.}$$

(0,25) Cette énergie peut être communiquée au satellite à l'aide d'un moteur.

## 1. La phénylalanine et l'acide aspartique

## 1.1. La phénylalanine

## 1.1.1. (0,5)

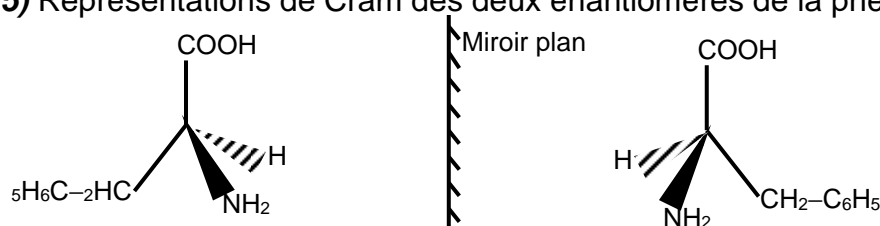


## 1.1.2. (0,5) L'atome de carbone asymétrique est repéré par un astérisque « \* » :

Cet atome de carbone est relié à quatre groupes d'atomes différents :  $-H$  ;  $-NH_2$  ;  $-COOH$  ;  $-CH_2-C_6H_5$ .

La phénylalanine possède un seul atome de carbone asymétrique : c'est donc une molécule chirale.

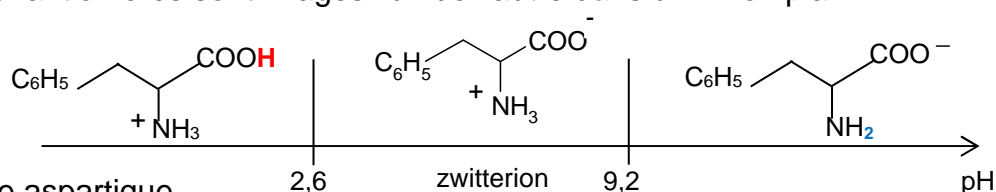
## 1.1.3. (0,25) Représentations de Cram des deux énantiomères de la phénylalanine :



Les deux énantiomères sont images l'un de l'autre dans un miroir plan.

## 1.1.4.

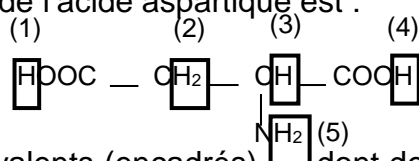
## (0,25)



## 1.2. L'acide aspartique

## 1.2.1. La formule semi-développée de l'acide aspartique est :

## (1)



Il y a cinq groupes de protons équivalents (encadrés) dont deux sont identiques, (1) et (4), car associés aux deux groupes carboxyle  $-COOH$ .

Signal du spectre de RMN	Intégration = nombre de protons qui résonnent	Groupe(s) de protons équivalents associé(s)
Large singlet à 11 ppm	2	• Le proton du groupe $-COOH$ résonne pour un déplacement chimique compris entre 9,5 et 13 ppm (tableau). Le signal large à 11 ppm et qui intègre pour deux protons correspond donc aux deux protons des deux groupes carboxyle (1) et (4).
Singlet très large à 2 ppm	2	• Les deux protons du groupe (5) $-NH_2$ résonnent pour un déplacement chimique compris entre 1,0 et 5,0 ppm (tableau). Ils ne se couplent pas avec d'autres protons : ils donnent donc un singlet. Le singlet très large à 2 ppm et qui intègre pour deux protons correspond aux deux atomes d'hydrogène du groupe $-NH_2$ .
Doublet à 2,7 ppm	2	• Les deux protons du groupe (2) $-CH_2-$ résonnent entre 2,0 et 4,0 ppm. Il ne peut s'agir que du doublet à 2,7 ppm car ce signal intègre pour deux protons et non un seul.
Triplet à 3,8 ppm	1	Le triplet à 3,8 ppm et qui intègre pour un seul proton est associé au groupe (3) CH qui ne contient qu'un seul proton.



**1.2.2. (0,25)** Le proton du groupe CH a deux protons voisins portés par le groupe  $-CH_2$ . Ainsi, le signal associé au groupe de protons équivalents (3) est un triplet.

## 2. Synthèse d'un dérivé de la phénylalanine

2.1.	Protocole 1	Protocole 2	Protocole 3
Avantage(s)	Rendement élevé (96%)	Rendement élevé (97%)	- Acide sulfurique moins toxique que les autres solvants - synthèse courte (4 h)
Inconvénient(s)	- Solvant toxique - Synthèse longue (12 h)	- Solvant toxique - Synthèse longue (24 h)	Rendement peu élevé (67%)
Coût de la synthèse	$16,90 \times (10/25) + 23,30 \times (15/100) + 10,90 \times (60/1000) = 10,9 \text{ €}$	$16,90 \times (10/25) + 22,90 \times (6/100) + 10,90 \times (100/1000) = 9,2 \text{ €}$	$16,90 \times (15/25) + 8,80 \times (5/1000) + 10,90 \times ((27+125)/1000) = 11,8 \text{ €}$

(Barème/1,25)

- évaluer le risque (0,25)

- prendre en compte le coût des produits chimiques utilisés (0,5)

- comparer les rendements (0,25)

- comparer les durées (0,25)

**2.2.1. (0,5)** Le méthanol est inflammable, toxique par ingestion, inhalation et contact cutané et il provoque des effets graves sur les organes avec lesquels il est en contact. Par ailleurs l'acide sulfurique provoque des brûlures graves sur la peau et les yeux. Pour mettre en œuvre ce protocole il faut porter une blouse, des gants et des lunettes de protection et travailler sous hotte aspirante.

**2.2.2. (0,5)** La réaction est accélérée en :

- utilisant un catalyseur, l'acide sulfurique ;

- portant le mélange à ébullition dans un montage de chauffage à reflux, car la température est un facteur cinétique.

**2.2.3. (0,5)** On ne peut pas suivre la transformation par chromatographie car la réaction n'est pas totale mais elle conduit à un état d'équilibre (cf.  $\rightleftharpoons$ ). Ainsi, dans l'état final, les réactifs et les produits vont coexister. Comme il n'y a pas de réactif limitant on ne pourra observer la disparition de la tache correspondante sur la plaque de CCM marquant la fin de la réaction. Les taches des réactifs et des produits sont toujours présentes pendant toute la durée de la réaction.

**2.2.4. (1)** Rendement de la synthèse de l'ester méthylique de la phénylalanine:

$$\eta = \frac{m(\text{ester obtenue})}{m(\text{maximale ester})} = \frac{m'}{m_{\max}}$$

Avec  $m' = 11,4 \text{ g}$ .

Tableau d'avancement :

Équation de la réaction	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH} + \text{H}_3\text{C}-\text{OH} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$			
État initial (x=0)	$n_0$	$n_1$	0	0
État en cours de transformation (x)	$n_0 - x$	$n_1 - x$	x	x
État final ( $x_F$ )	$n_0 - x_F$	$n_1 - x_F$	$x_F$	$x_F$

Remarque : l'eau n'est pas le solvant ici.

- Calcul des quantités initiales des réactifs :

$$n_0 = \frac{m}{M(\text{phénylalanine})}, \text{ soit } n_0 = \frac{16,5}{165} = 0,100 \text{ mol}$$

$$n_1 = \frac{m(\text{méthanol})}{M(\text{méthanol})} = \frac{\mu(\text{méthanol}) \times V}{M(\text{méthanol})}, \text{ soit } n_1 = \frac{0,79 \times 40}{32} = 0,99 \text{ mol.}$$

- Détermination du réactif limitant : on considère la réaction totale ( $x_F = x_{\max}$ ) ;

Si la phénylalanine est le réactif limitant alors  $n_0 - x_{\max} = 0$  alors  $x_{\max} = n_0 = 0,100 \text{ mol}$  ;

Si le méthanol est le réactif limitant alors  $n_1 - x_{\max} = 0$  alors  $x_{\max} = n_1 = 0,99 \text{ mol}$  ;

Le réactif limitant est celui qui conduit à l'avancement maximal le plus faible : il s'agit donc de la phénylalanine.

Donc  $x_{\max} = 0,100 \text{ mol}$ .

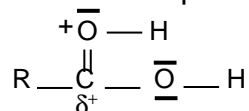
- La masse maximale d'ester formée est :  $m_{\max} = x_{\max} \cdot M(\text{ester})$ , soit  $m_{\max} = 0,100 \times 179 = 17,9 \text{ g}$

- Le rendement vaut alors :  $\eta = \frac{11,4}{17,9} = 0,637 = 63,7 \%$ .

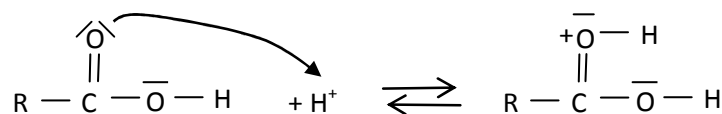
### 2.3. Mécanisme réactionnel

2.3.1. (0,25) L'acide sulfurique apporte les ions  $H^+$  nécessaires à la transformation.

2.3.2. (0,25) Dans la liaison  $C = O$  ; l'atome d'oxygène est plus électronégatif que l'atome de carbone. L'atome de carbone est donc le site accepteur de doublet d'électrons. Il porte une charge partielle positive notée  $\delta^+$ .

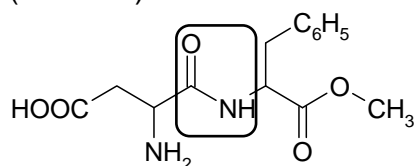


2.3.3. (0,25) L'ion  $H^+$  est le site accepteur de doublet d'électrons tandis que les doublets non liants de l'atome d'oxygène de la liaison  $C = O$  constituent des sites donneurs de doublets d'électrons. Le mouvement du doublet d'électrons entre ces deux sites est schématisé par la flèche courbe ci-dessous :



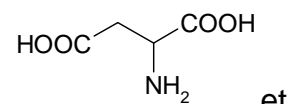
### 3. Synthèse de l'aspartame

3.1. (0,25) Le groupe caractéristique créé lors de la synthèse de l'aspartame est le groupe amide (encadré) :



3.2. (0,75) L'eau n'apparaît pas sur la plaque et les taches observées ne sont pas à la même hauteur que celle des réactifs : elles ne correspondent pas à des réactifs. Il se forme plusieurs produits.

Le groupe amino  $-NH_2$  réagit avec le groupe carboxyle  $-COOH$ .



Or l'acide aspartique possède deux groupes carboxyle et un groupe amino l'ester méthylique de la phénylalanine possède un groupe amino.

Il y a donc plusieurs possibilités de réaction entre les groupes amino et carboxyle ce qui conduit à la formation de plusieurs produits.

Par exemple :

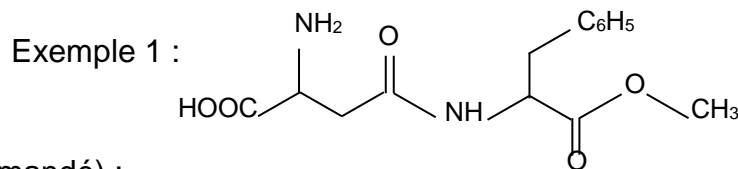
- le groupe  $-NH_2$  du dérivé de la phénylalanine peut réagir avec le deuxième groupe  $-COOH$  de l'acide aspartique (voir ci-après 3.3. exemple 1) ;

- le groupe  $\text{-NH}_2$  d'une molécule d'acide aspartique peut réagir avec l'un des deux groupes  $\text{-COOH}$  d'une autre molécule d'acide aspartique (voir ci-après 3.3. exemple 2).

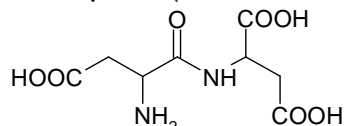
De nombreuses autres combinaisons sont possibles conduisant à des dipeptides, tripeptides...

Ces divers produits correspondent aux différentes taches qui apparaissent sur la plaque de chromatographie.

**3.3. (0,25)** Exemple d'autre molécule que l'aspartame présente dans le milieu réactionnel :

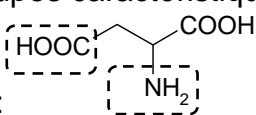


Exemple 2 (non demandé) :

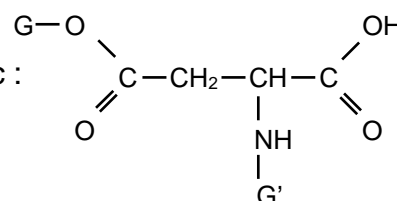


**3.4.1. (0,5)** Il faut protéger les deux groupes caractéristiques en pointillés dans la molécule d'acide

aspartique pour obtenir de l'aspartame :

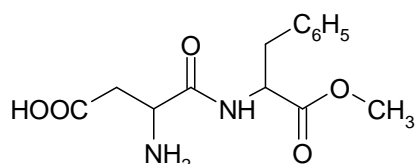


La formule semi-développée de l'acide aspartique protégé est donc :



**3.4.2. (0,25)** Pour obtenir de l'aspartame à partir de ce dérivé, il faut déprotéger les groupes carboxyle et amino qui avaient été protégés.

**3.5. (0,75)**



Aspartame :

L'aspartame et les autres molécules formées au cours de la synthèse possèdent les mêmes groupes caractéristiques carboxyle, amino et amide. Les bandes d'absorption associées aux liaisons  $\text{C}=\text{O}$  des amides, esters et acides carboxyliques sont très proches et peuvent se superposer. Il en est de même de celles associées aux liaisons  $\text{N}-\text{H}$  des amides et amines.

L'analyse du spectre infrarouge du mélange réactionnel ne permettra pas de s'assurer de l'obtention de l'aspartame.

Liaison	Nombre d'onde ( $\text{cm}^{-1}$ )	Intensité F : fort ; m : moyen	Espèce
N-H	3300-3500	m (2 bandes)	Amine primaire
N-H		m (1 bande)	Amine secondaire
N-H	3100-3500	F	Amide
$\text{C}_{\text{tet}}-\text{H}$	2850-3000 et 1430-1480	F	Alcane
O-H	2500-3200	F à m (large)	Acide carboxylique
$\text{C}_{\text{tri}}=\text{O}$	1700-1725	F	Acide carboxylique
$\text{C}_{\text{tri}}=\text{O}$	1735-1750	F	Ester
$\text{C}_{\text{tri}}=\text{O}$	1630-1700	F	Amide

**1. Les transferts thermiques mis en jeu lors du chauffage**

<b>1.1. (0,5 + 0,25 pt)</b>	Chauffage par le poêle de l'air de la pièce	Chauffage par le poêle des pierres
Mode de transfert thermique principal	Convection	Conduction
Avec ou sans déplacement de matière	Avec	Sans

**1.2.(0,25)** Les flèches de la figure 1 symbolisent les mouvements de convection de l'air dans le sauna.

**1.3. (0,25+0,25)** Les entrées d'air sont situées en-dessous ou au-dessus du poêle. Ces emplacements ont été choisis afin d'assurer une bonne convection dans le sauna. L'air froid est rapidement chauffé par le poêle et ainsi efficacement mis en mouvement.

La sortie d'air doit être éloignée de l'entrée d'air froid pour éviter que l'air froid ne s'évacue directement sans avoir été chauffé.

**1.4. (0,25)** Les caractéristiques techniques du poêle montrent que celui-ci est adapté à un volume compris entre 8 et 15 m<sup>3</sup>. Ce qui est bien adapté aux dimensions du sauna (2,0 × 2,0 × 3,0 = 12 m<sup>3</sup>).

**2. Les matériaux pour la construction de la pièce**

**2.1. (0,75 + 0,25)**  $\Phi = \frac{\Delta T}{R_{th}}$  et  $R_{th} = \frac{e}{\lambda.S}$  alors  $\Phi = \frac{\Delta T}{\frac{e}{\lambda.S}} = \frac{\Delta T.\lambda.S}{e}$

En considérant la différence de température  $\Delta T$ , la surface d'échange  $S$  et l'épaisseur de la paroi comme étant constantes, et sachant que  $\lambda(\text{béton}) > \lambda(\text{sapin})$  alors le flux thermique échangé entre l'intérieur du sauna et le milieu extérieur serait plus grand avec du béton qu'avec du sapin.

Le **sapin isolera mieux** le sauna que le béton, il faut donc le privilégier.

**2.2. (1 pt)** Les parois sont équivalentes si elles possèdent la même résistance thermique  $R_{th}$ .

$$R_{th}(\text{sapin}) = R_{th}(\text{béton})$$

$$\frac{e(\text{sapin})}{\lambda(\text{sapin}).S} = \frac{e(\text{béton})}{\lambda(\text{béton}).S}$$

La surface des parois reste identique alors  $\frac{e(\text{sapin})}{\lambda(\text{sapin})} = \frac{e(\text{béton})}{\lambda(\text{béton})}$

$$e(\text{béton}) = \frac{e(\text{sapin})}{\lambda(\text{sapin})}.\lambda(\text{béton})$$

$$e(\text{béton}) = \frac{5,0}{0,15} \times 1,75 = \mathbf{58 \text{ cm.}}$$

Une paroi de 58 cm de béton serait équivalente à une paroi de 5 cm de sapin. Le sapin est clairement un meilleur isolant thermique.

**3. Les pierres posées sur le poêle**

**3.1. (0,5+0,5)** Le poêle a une puissance de  $P = 10,00 \text{ kW}$ .

Il fournit une énergie  $E = P.\Delta t$  aux pierres qui ainsi voient leur énergie interne varier de  $\Delta U$ .

En considérant que toute l'énergie électrique reçue par le poêle est transférée aux pierres alors  $\Delta U = E$

$$m.c.\Delta T = P.\Delta t$$

$$\Delta t = \frac{m.c.\Delta T}{P}$$

$$\Delta t = \frac{20 \times 980 \times (250 - 25)}{10,0 \times 10^3} = \mathbf{4,4 \times 10^2 \text{ s}}$$

**3.2. (0,25)** La notice indique un temps de préchauffage bien plus long puisque compris entre 40 et 70 min, soit entre  $2,4 \times 10^3 \text{ s}$  et  $4,2 \times 10^3 \text{ s}$ .

L'énergie électrique consommée par le poêle ne sert pas exclusivement au chauffage des pierres, elle sert aussi au chauffage de l'air par exemple.

**Bac S Métropole Spécialité**  
**EXERCICE II. La quête du GRAVE**

**Session de remplacement 09/2013**  
**Correction © <http://labolycee.org>**

**Questions préalables**

- Relation liant la fréquence  $f$  du mode de vibration fondamental, la longueur de la corde  $L$  et la célérité  $v$  de l'onde sur la corde :

On sait que  $\lambda = \frac{v}{f}$  soit  $f = \frac{v}{\lambda}$  (1)

D'après le document 1, on a  $L = \frac{\lambda}{2}$ , soit  $\lambda = 2.L$  (2).

En combinant (1) et (2), il vient  $f = \frac{v}{2.L}$  (3)

- Montrer que cette relation peut s'écrire :  $f = \frac{1}{2L} \cdot \sqrt{\frac{T}{\mu}}$  :

D'après le document 1, on apprend que  $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$  ainsi d'après (3) on obtient  $f = \frac{1}{2L} \cdot \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

- Longueur de la corde  $L_{-1}$  de l'octobasse nécessaire pour émettre la note  $do_{-1}$  :

Hypothèse :  $T$  et  $\mu$  sont constantes

$$f_{mi0} = \frac{1}{2L_0} \cdot \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$f_{do-1} = \frac{1}{2L_{-1}} \cdot \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$\frac{f_{mi0}}{f_{do-1}} = \frac{\frac{1}{2L_0}}{\frac{1}{2L_{-1}}} = \frac{L_{-1}}{L_0}$$

$$L_{-1} = \frac{f_{mi0}}{f_{do-1}} \cdot L_0$$

$$L_{-1} = \frac{41,2}{16,3} \times 1,05 = 2,65 \text{ m}$$

La corde doit mesurer 2,65 m pour émettre la note  $do_{-1}$  de fréquence 16,3 Hz.

Or le document 3 indique que les cordes de l'octobasse mesurent 2,18 m. Ainsi le luthier ne peut pas obtenir cette note sans changer la tension  $T$  ou la masse linéique  $\mu$  de la corde.

**Problème**

*En s'affranchissant de l'hypothèse précédente, quelle(s) solution(s) technique(s) le luthier peut-il proposer pour que, en respectant le cahier des charges (document 3), une même corde de l'octobasse puisse émettre un  $do_{-1}$  et aussi un  $ré_{-1}$  ?*

Comme on s'affranchit de l'hypothèse précédente, le luthier va pouvoir modifier la tension  $T$  de la corde ou sa masse linéique  $\mu$ .

Pour diminuer la longueur de 2,65 m à 2,18 m, tout en maintenant  $f$  constante avec  $f = \frac{1}{2L} \cdot \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

alors le luthier doit **diminuer la tension  $T$**  de la corde et/ou **augmenter la masse linéique  $\mu$**  de la corde.

Ainsi avec une corde de 2,18 m vibrant à vide, il obtiendra un  $do_{-1}$  de fréquence  $f_{do-1} = 16,3$  Hz.

Comment alors obtenir avec cette même corde la note ré<sub>-1</sub> ?

La note ré<sub>-1</sub> possède une fréquence de 18,3 Hz, donc plus élevée que celle du do<sub>-1</sub>.

Cette fois-ci, comme on conserve la corde précédente, on ne peut pas modifier la tension ni la masse linéique.

On a toujours  $f = \frac{1}{2L} \cdot \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ , pour augmenter f avec T et  $\mu$  constantes, il faut alors réduire la longueur L de la corde à l'aide des manettes et des doigts métalliques.

D'après le raisonnement conduit dans les questions préliminaires :  $L_{\text{ré-1}} = \frac{f_{\text{do-1}}}{f_{\text{ré-1}}} \cdot L_{\text{do-1}}$

$$L_{\text{ré-1}} = \frac{16,3}{18,3} \times 2,18 = 1,94 \text{ m.}$$

Un doigt métallique va appuyer sur la partie haute de la corde afin de réduire sa longueur.

	Coeff.	Indicateurs de réussite correspondant au niveau A	A	B	C	D
<b>S'approprier</b> - Extraire l'information utile - Mobiliser ses connaissances - Se questionner	3	Le lien est correctement fait entre les connaissances et les informations du doc 1 pour arriver à l'expression demandée.				
	1	La relation $L \times f = \text{constante}$ est mobilisée				
	1	La valeur des fréquences des notes sont extraites du doc 2				
	1	La question de la longueur trop grande est soulevée				
<b>Analyser</b> - Identifier les paramètres influant un phénomène  - Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites	1	Pour jouer un do avec une corde plus courte, le luthier peut diminuer la tension T de la corde et/ou augmenter la masse linéique.				
	1	Les modifications qualitatives nécessaires de T et $\mu$ pour atteindre le do <sub>-1</sub> sont justifiées correctement à partir de la relation donnant f.				
	1	Le raisonnement conduisant à L <sub>ré-1</sub> et à la position du doigt métallique est satisfaisant.				
	1	Le doigt métallique permettant de réduire la longueur de la corde doit être situé à une distance précise de l'extrémité de la corde.				
	1	Le ré <sub>-1</sub> doit être obtenu avec la même corde.				
	1	La masse linéique de la corde n'est pas modifiée et la tension quasiment pas.				
<b>Réaliser</b> - Effectuer des calculs littéraux ou numériques	2	Les calculs numériques de L <sub>ré-1</sub> et de la position du doigt sont satisfaisants.				

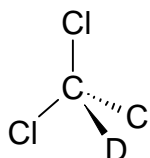
Fichier excel avec la grille pour calculer sa note :

<http://labolycee.org/2013/2013-09-Metro-Spe-Exo3-Correction-Octobasse-5pts.xlsx>

## 1. RMN du proton dans une molécule organique

1.1. Le solvant deutéré

1.1.1. (0,25 pt) Le noyau de deutérium est composé de 2 nucléons (nombre de masse A égal à 2) dont 1 proton (numéro atomique Z égal à 1) et 2 - 1 = 1 neutron.

(0,25 pt) L'hydrogène  ${}^1_1\text{H}$  et le deutérium  ${}^2_1\text{H}$  sont des noyaux isotopes car ils ont le même numéro atomique, mais un nombre de neutrons différent.1.1.2. (0,25 pt) Représentation de Cram de  $\text{CDCl}_3$  :

(0,25 pt) L'atome de carbone étant relié à trois atomes de chlore identiques, il ne peut pas être asymétrique.

1.1.3. (0,25 pt) L'intérêt d'utiliser un solvant ne comportant pas de noyau d'hydrogène  ${}^1\text{H}$  est que ce solvant ne sera pas détecté par la spectroscopie RMN (celle-ci ne détecte que les protons).

## 1.2. Rayonnement utilisé

1.2.1. (0,5 pt) Relation entre l'énergie d'un photon et sa fréquence :  $\Delta E = h \cdot \nu$  donc  $\nu = \frac{\Delta E}{h}$ avec  $\Delta E$  exprimé en joules.

$$\Delta E = 1,20 \mu\text{eV} = 1,20 \times 10^{-6} \text{ eV} = 1,20 \times 10^{-6} \times 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{Et donc } \nu = \frac{1,20 \times 10^{-6} \times 1,60 \times 10^{-19}}{6,63 \times 10^{-34}} = 2,90 \times 10^8 \text{ Hz} = \mathbf{290 \text{ MHz}}$$

(0,25 pt) Calcul de la longueur d'onde :

$$\Delta E = h \cdot \frac{c}{\lambda} \text{ donc } \lambda = h \cdot \frac{c}{\Delta E}$$

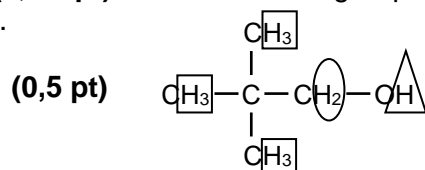
$$\lambda = 6,63 \times 10^{-34} \times \frac{3,00 \times 10^8}{1,20 \times 10^{-6} \times 1,60 \times 10^{-19}} = \mathbf{1,04 \text{ m}}$$

1.2.2. (0,25 pt) D'après le document montrant les domaines électromagnétiques,  $\lambda$  est supérieur à 1 m. Il s'agit d'une onde radiofréquence. C'est cohérent avec le texte introductif : « consiste à soumettre une espèce chimique à une onde électromagnétique radiofréquence ».

## 1.3. Exploitation du spectre RMN d'une molécule organique

1.3.1. (0,25 pt) Le nom systématique de cette molécule est le 2,2-diméthylpropanol.

1.3.2. (0,25 pt) On observe 3 groupes de protons équivalents donc le spectre de RMN contient 3 signaux.





On mesure les hauteurs des courbes d'intégration pour chaque pic et on rassemble les mesures dans un tableau :

pic	hauteur	Nombre de H
Pic A	1,1 cm	2 H
Pic B	0,6 cm	1 H
Pic C	5,3 cm	9 H
Total	7,0 cm	12 H

Chaque noyau d'hydrogène correspond à une hauteur de  $\frac{7,0}{12} = 0,58$  cm.

On peut alors attribuer le nombre de noyaux d'hydrogène équivalents pour chaque pic.

**(0,5 pt)** Attribution :

- Les 3 groupes méthyle  $\text{CH}_3$ , comportent au total 9 atomes d'hydrogène équivalents (avec le même environnement). Ces 3 groupes correspondent au **pic C** (singulet, pas de couplage avec des noyaux d'hydrogène voisins).
- L'atome d'hydrogène du groupe hydroxyle OH n'est pas couplé. Il s'agit d'un singulet avec un seul H qui correspond au **pic B**.
- Les deux atomes d'hydrogène voisin du groupe hydroxyle sont équivalents, mais ne sont pas couplés à l'hydrogène du groupe -OH. Il s'agit d'un singulet : le **pic A**.

## 2. L'imagerie par résonance magnétique (IRM)

**2.1. (0,25 pt)** Les organes et tissus mous contiennent de l'élément hydrogène : ils sont visibles en IRM. Les os, quant à eux, sont constitués essentiellement à partir d'éléments calcium et phosphore : ils ne sont donc pas visibles en IRM.

**2.2.** Image numérique

**2.2.1. (0,25 pt)** Les 512 pixels permettent d'échantillonner un carré de 50 cm de côté.

Un pixel est donc un carré de :  $\frac{50}{512} = 9,8 \times 10^{-2}$  cm = 0,98 mm de côté.

**2.2.2. (0,25 pt)** Nombre de pixels de l'image :  $512 \times 512 = 262\,164$  pixels

Chaque pixel étant codé par 1 octet, cette image aura une taille de 262 164 octets.

**2.2.3. (0,25 pt)** Chaque octet est constitué de 8 bits et permet de coder  $2^8 = 256$  niveaux de gris différents (y compris le noir et le blanc).

**2.2.4. (0,25 pt)**

Toutes les  $\Delta t = 2$  s, l'appareil doit transmettre  $N = 262\,164$  octets =  $262\,164 \times 8 = 2\,097\,152$  bits.

Le débit binaire est égal à  $D = \frac{N}{\Delta t}$ , soit  $D = \frac{2\,097\,152}{2} = 1 \times 10^6$  bit.s<sup>-1</sup> = **1 Mbit.s<sup>-1</sup>**

## 2.3. Mesure du champ magnétique

Le teslamètre mesure un champ  $B = 1492$  mT, il est donc réglé sur le calibre 2000 mT, avec une résolution de 1 mT.

Déterminons la précision de la mesure :  $\pm (2\% \text{ de la mesure} + 5 \text{ unités de résolution})$

$$\text{Précision} = 1492 \times \frac{2}{100} + 5 \times 1 = 34,84 \text{ mT}$$

Déterminons l'incertitude élargie :

$$U = \frac{2 \times \text{précision}}{\sqrt{3}}$$

**(0,5 pt)**  $U = \frac{2 \times 34,84}{\sqrt{3}} = 40,23$  mT

**Incertainde U arrondie avec un seul chiffre significatif :**

$$U = 4 \times 10^1 \text{ mT} = 0,04 \text{ T}$$

**(0,5 pt)** La valeur du champ magnétique est égale à  **$B = (1,49 \pm 0,04) \text{ T}$**

**Incertainde U arrondie avec deux chiffres significatifs :**

On arrondit l'incertitude par excès soit  $U = 41$  mT

La valeur du champ magnétique est égale à  **$B = (1492 \pm 41) \text{ mT}$**

Il y a 95 % de chance que la vraie valeur du champ magnétique soit comprise dans cet intervalle.

Pour les profs : [http://eduscol.education.fr/rnchimie/recom/mesures\\_incertaindes.pdf](http://eduscol.education.fr/rnchimie/recom/mesures_incertaindes.pdf)

[http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Mathematiques/12/7/LyceegT\\_ressources\\_MathPC\\_Mesure\\_et\\_incertaindes\\_218127.pdf](http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Mathematiques/12/7/LyceegT_ressources_MathPC_Mesure_et_incertaindes_218127.pdf)



**1. Acidification des océans**

**1.1. (1,5)** Le document 1 montre qu'à Mauna Loa la concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère augmente depuis 1958. On remarque également que la pression de CO<sub>2</sub> augmente tandis que le pH de l'océan diminue.

**1.2.1. (1)** Le document 2 permet de comprendre que si la concentration en dioxyde de carbone gazeux dans l'air augmente alors la concentration en CO<sub>2</sub> aqueux dans l'océan augmente aussi. Le document 3 montre que l'apparition de CO<sub>2</sub> aqueux dans l'océan a pour conséquence la formation d'ions oxonium H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> dans l'océan via les réactions 1 et 2. Comme  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$ , si  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  augmente alors le pH diminue.

**1.2.2. (1)**

Si la concentration en ions oxonium augmente de 30 % alors  $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{après}} = 1,3 \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{avant}}$ .

$$\text{pH}_{\text{après}} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{après}} = -\log 1,3 \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{avant}} = -\log 1,3 - \log[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{avant}}$$

$$\text{pH}_{\text{après}} = -0,11 + \text{pH}_{\text{avant}}$$

On montre ainsi que le pH diminue de 0,11 unité lorsque  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  augmente de 30%.

Autre méthode : 
$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{après}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{avant}}} = \frac{10^{-\text{pH}_{\text{après}}}}{10^{-\text{pH}_{\text{avant}}}} = 10^{-\text{pH}_{\text{après}} + \text{pH}_{\text{avant}}}$$

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{après}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{avant}}} = 10^{-8,0+8,1} = 10^{0,1} = 1,3 \text{ ce qui correspond à une hausse d'environ 30\%.}$$

**2. Le carbone dans les océans**

**2.1. pH = pK<sub>a</sub> + log( $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ )** ainsi **(0,25)** lorsque  $[\text{A}^-] = [\text{HA}]$  alors  $\text{pH} = \text{pK}_a$ .

Pour le couple associé à la réaction 1, lorsque  $[\text{CO}_2] = [\text{HCO}_3^-]$  alors  $\text{pH} = \text{pK}_{a1}$ .

On a  $\frac{[\text{CO}_2]}{C_T} = \frac{[\text{HCO}_3^-]}{C_T}$ , soit  $\alpha_1 = \alpha_2$ .

Le document 4 permet de déterminer graphiquement  $\text{pK}_{a1}$  :

$$15,6 \text{ cm} \rightarrow 14 \text{ unités pH}$$

$$7,0 \text{ cm} \rightarrow \text{pK}_{a1}$$

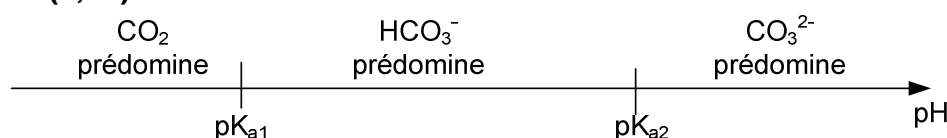
**(0,25)** Ainsi  $\text{pK}_{a1} = 6,3$

De même  $[\text{CO}_3^{2-}] = [\text{HCO}_3^-]$  lorsque  $\alpha_2 = \alpha_3$

$$15,6 \text{ cm} \rightarrow 14 \text{ unités pH}$$

$$11,5 \text{ cm} \rightarrow \text{pK}_{a2}$$

**(0,25)** Ainsi  $\text{pK}_{a2} = 10,3$

**2.2. (0,75)**

**2.3. (0,75)** D'après l'énoncé (cf. 1.2.), aujourd'hui les océans ont un pH voisin de 8,1.

Sur le document 4, on cherche les ordonnées  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  et  $\alpha_3$  des points d'abscisse  $\text{pH} = 8,1$ .

Il est difficile de faire preuve de précision vu les faibles valeurs de  $\alpha_1$  et  $\alpha_3$ .

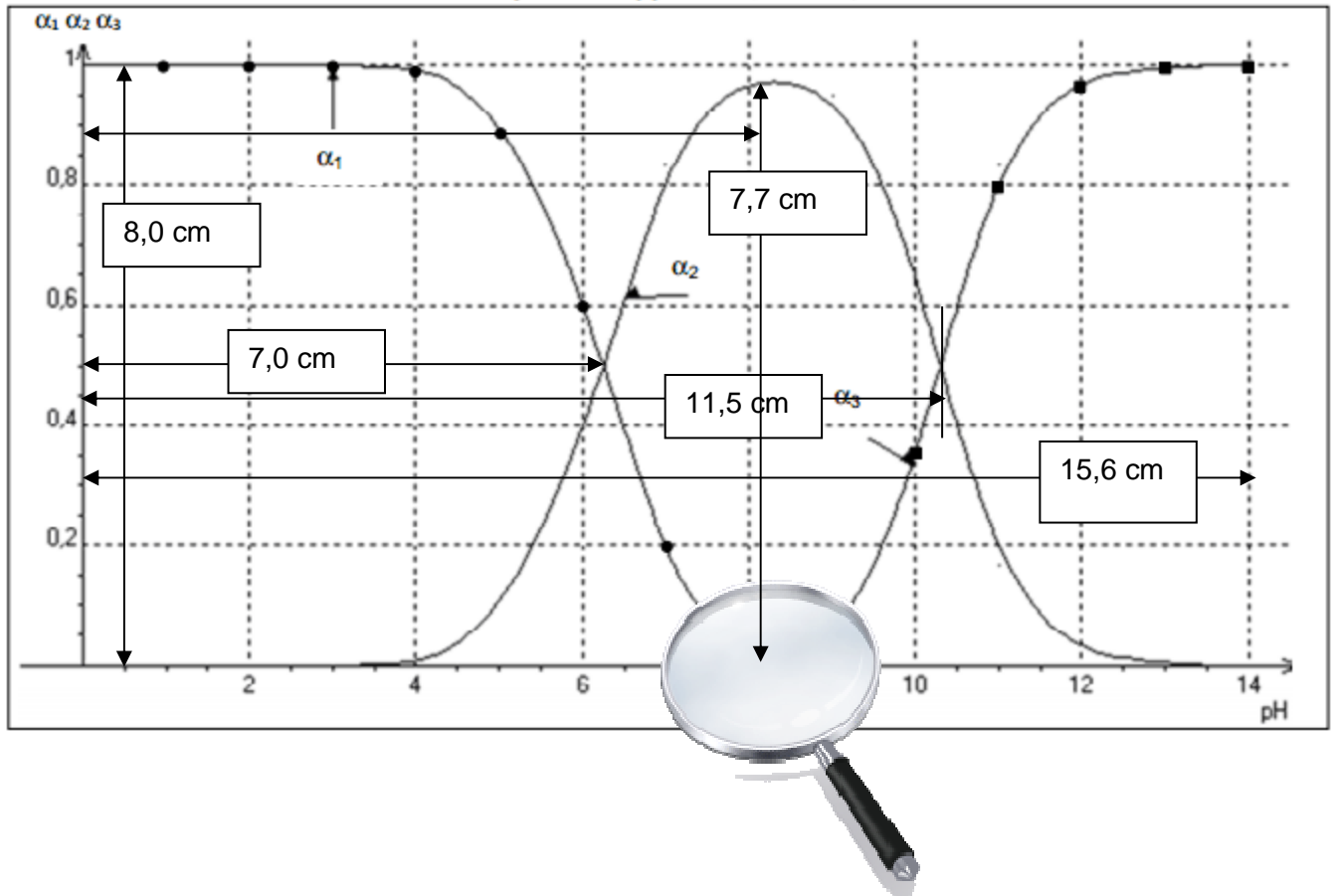
On trouve approximativement  $\alpha_1 = 0,03$ , tandis qu' $\alpha_3$  est plus faible  $\alpha_3 = 0,01$ .

Pour  $\alpha_2$  :  $8,0 \text{ cm} \rightarrow 1$

$$7,7 \text{ cm} \rightarrow \alpha_2$$

Donc  $\alpha_2 = 0,96$ .

On doit vérifier que  $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$ .



**2.4. (0,25)** La forme arrondie de la courbe représentative de  $\alpha_2$  aux alentours de  $\text{pH} = 8,1$  permet de dire que la valeur de  $\alpha_2$  est peu modifiée par une variation de  $\text{pH}$  de 0,1 unité.

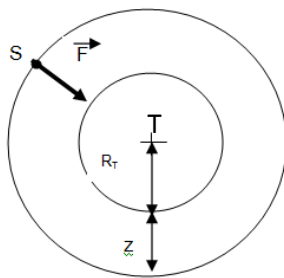
**2.5. (0,25)** Le document 5 indique qu'en présence d'un excès de dioxyde de carbone, le carbonate de calcium se dissout.

**(0,5)** L'augmentation de la concentration en dioxyde de carbone dissous a pour conséquence la dissolution des coquilles des organismes marins et donc leur amincissement voire leur disparition.

### 3. Étude du mouvement du satellite IBUKI

#### 3.1.

**(0,25)**



$\vec{F}$  force d'interaction gravitationnelle exercée par la Terre sur le satellite IBUKI.

S : satellite  
T : Terre

#### 3.2.

**(0,25)** Dans le référentiel géocentrique supposé galiléen, on applique la 2<sup>ème</sup> loi de Newton au système {satellite} :  $\vec{F} = m_s \cdot \vec{a}$

La force  $\vec{F}$  et l'accélération  $\vec{a}$  ont même sens (centripète) et même direction (radiale), donc

$$F = m_s \cdot a$$

$$G \cdot \frac{M_T \cdot m_s}{(z + R_T)^2} = m_s \cdot a$$

**(0,25)** ainsi  $a = G \cdot \frac{M_T}{(z + R_T)^2}$

- Le mouvement du satellite est circulaire uniforme sur l'orbite de rayon  $R_T+z$  donc  $a = \frac{v^2}{(z+R_T)}$

En égalant les deux expressions de l'accélération, on a  $\frac{v^2}{(z+R_T)} = G \cdot \frac{M_T}{(z+R_T)^2}$

$$v^2 = \frac{G.M_T}{(z+R_T)}$$

**(0,5)**

$$v = \sqrt{\frac{G.M_T}{(z+R_T)}} \quad (1)$$

- Pendant une période  $T$ , le satellite parcourt son orbite de longueur  $2\pi(z+R_T)$  à la vitesse  $v$ , donc  $T = \frac{2\pi \cdot (z+R_T)}{v}$ . (2)

Dans l'expression (2), on remplace  $v$  par son expression (1),  $T = \frac{2\pi \cdot (z+R_T)}{\sqrt{\frac{G.M_T}{(z+R_T)}}$

$$T^2 = \frac{(2\pi)^2 \cdot (z+R_T)^2}{\frac{G.M_T}{(z+R_T)}} = \frac{(2\pi)^2 \cdot (z+R_T)^3}{G.M_T}$$

**(0,5)** finalement on obtient  $T = 2\pi \sqrt{\frac{(z+R_T)^3}{G.M_T}}$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{((667 + 6,38 \times 10^3) \times 10^3)^3}{6,67 \times 10^{-11} \times 5,98 \times 10^{24}}} = 5,89 \times 10^3 \text{ s}$$

**(0,5)**  $T = 98 \text{ min} = 1 \text{ h } 38 \text{ min}$

**1.1. Obtention de l'aspirine :****1.1.1. (0,25 pt) Quantité de matière d'anhydride éthanoïque introduite :**

On a introduit un volume  $V = 14,0$  mL d'anhydride éthanoïque.

$$\mu = \frac{m}{V} \quad \text{soit } m = \mu \cdot V$$

$$n = \frac{m}{M} \quad \text{donc } n = \frac{\mu \cdot V}{M} \quad (\text{avec } \mu \text{ convertie en g.L}^{-1} \text{ et } V \text{ en L})$$

$$n = \frac{1,082 \times 10^3 \times 14,0 \times 10^{-3}}{102} = \mathbf{0,149 \text{ mol}}$$
 d'anhydride éthanoïque

**(0,25 pt) Quantité de matière d'acide salicylique introduite :**

On a introduit une masse  $m' = 10,0$  g d'acide salicylique.

$$n' = \frac{m'}{M'}$$

$$n' = \frac{10,0}{138} = \mathbf{7,25 \times 10^{-2} \text{ mol}}$$
 d'acide salicylique

**(0,25 pt) Réactif limitant :** 2 méthodes au choix

*Méthode 1 :* à privilégier quand les coefficients stœchiométriques sont égaux à 1

$n' < n$  et comme une mole d'anhydride éthanoïque réagit avec une mole d'acide salicylique, le réactif limitant est alors l'acide salicylique. **L'anhydride éthanoïque est introduit en excès.**

*Méthode 2 :* On peut aussi utiliser un tableau d'avancement.

équation chimique		acide salicylique + anhydride éthanoïque $\rightarrow$ aspirine + ...			
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	$x = 0$	$n'$	$n$	0	
En cours de transformation	$x$	$n' - x$	$n - x$	$x$	
État final	$x = x_{\max}$	$n' - x_{\max}$	$n - x_{\max}$	$x_{\max}$	

Si l'acide salicylique est limitant, alors  $n' - x_{\max} = 0$ , donc  $n' = x_{\max}$ .

Si l'anhydride éthanoïque est limitant alors  $n - x_{\max} = 0$  donc  $n = x_{\max}$ .

Le réactif limitant est celui qui conduit à la valeur de l'avancement maximal la plus faible ;  $n' < n$  donc il s'agit de l'acide salicylique et l'anhydride éthanoïque est en excès.

**1.1.2. (0,25 pt) D'après l'équation de la réaction, une mole d'acide salicylique fournit une mole d'aspirine, or on dispose de  $n'$  mole d'acide salicylique, il se formera  $n'$  mole d'aspirine.**

$$\mathbf{(0,25 \text{ pt}) } m(\text{aspirine}) = n' \cdot M(\text{aspirine})$$

$$m(\text{aspirine}) = 7,25 \times 10^{-2} \times 180 = \mathbf{13,0 \text{ g}}$$

*Autre méthode :* d'après le tableau d'avancement  $n(\text{aspirine}) = x_{\max} = n'$

**1.2 Suivi par chromatographie :****1.2.1. (0,75 pt) Sur une plaque pour CCM on va déposer différents prélèvements afin de s'assurer de la formation de l'aspirine.**

On trace sur la plaque, orientée en portrait, un trait à 1 cm du bord inférieur afin d'y effectuer les dépôts.

On dépose deux témoins à l'aide d'un capillaire : l'acide salicylique pur et l'aspirine du commerce.

On effectue ensuite les cinq dépôts correspondants aux prélèvements effectués dans le mélange réactionnel.

On dépose la plaque pour CCM dans la cuve à chromatographie avec l'éluant. On attend que le front du solvant monte suffisamment.

On révèle ensuite sous UV ou dans le permanganate de potassium.

**1.2.2. (0,5 pt)** Si le système réactionnel est dans son état final, tout l'acide salicylique doit être consommé. Sur le chromatogramme, il n'y aura plus de tache correspondant à celle de l'acide salicylique, par contre on aura formé de l'aspirine. On doit obtenir une tache à la même hauteur que celle obtenue avec l'aspirine du commerce.

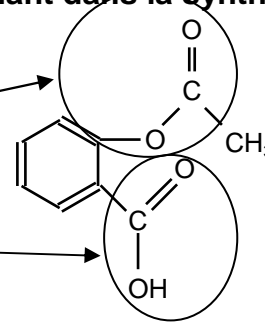
## 2. Analyse spectrale des espèces chimiques intervenant dans la synthèse de l'aspirine

### 2.1. Spectre RMN de la molécule d'aspirine.

#### 2.1.1. (0,25 pt + 0,25 pt)

Groupe ester

Groupe carboxyle

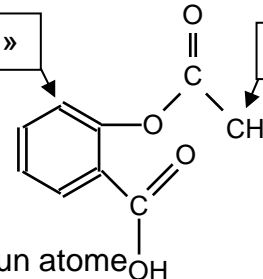


#### 2.1.2. Carbone « a »

**(0,25 pt)** Le carbone voisin du carbone « a » ne possède pas d'atomes d'hydrogène, donc les atomes d'hydrogène liés au carbone « a » correspondent à un singulet.

Carbone « b »

Carbone « a »

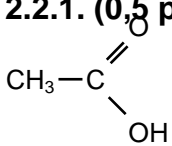


#### Carbone « b »

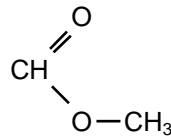
**(0,25 pt)** Le carbone « b » a deux carbone voisins, l'un porteur d'un atome d'hydrogène, l'autre n'en portant pas donc l'hydrogène du carbone « b » correspond à un doublet.

### 2.2. Spectre IR de la molécule d'acide éthanoïque.

#### 2.2.1. (0,5 pt)



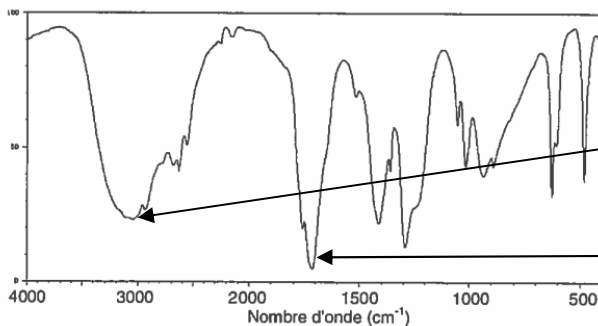
Acide éthanoïque



méthanoate de méthyle

Il s'agit d'un ester.

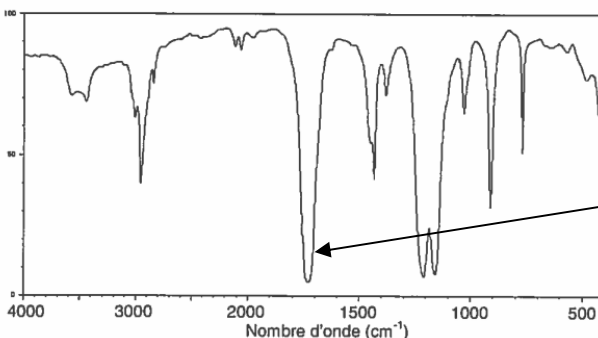
#### 2.2.2. (0,5 pt)



Spectre IR 1

Bande à 2500 – 3200  $\text{cm}^{-1}$   
Caractéristique de la liaison OH  
de l'acide carboxylique

Bande à 1740 – 1800  $\text{cm}^{-1}$   
Caractéristique de la liaison C = O  
de l'acide carboxylique



Spectre IR 2

Bande à 1730 – 1750  $\text{cm}^{-1}$   
Caractéristique de la liaison  
C = O de l'ester

Le spectre IR1 correspond à celui de l'acide éthanoïque et le spectre IR2 à celui du méthanoate de méthyle.

### 3. Dosage d'un sachet d'aspirine



3.2. (0,5 pt) À l'équivalence d'un titrage, les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques :  $n(\text{HA})_{\text{présente}} = n(\text{HO}^-)_{\text{versée}}$

(0,25 pt)  $n(\text{HA})_{\text{présente}} = c_B \cdot V_E$  dans dans  $V_A = 100,0 \text{ mL}$  de solution

Soit  $n(\text{HA})$  la quantité d'aspirine présente dans le sachet donc dans 500 mL de solution, (0,25 pt) on a  $n(\text{HA}) = 5 \cdot n(\text{HA})_{\text{présente}}$

$$m_{\text{exp}} = n(\text{HA}) \cdot M_{\text{aspirine}}$$

$$m_{\text{exp}} = 5 \cdot c_B \cdot V_E \cdot M_{\text{aspirine}}$$

(0,25 pt)  $m_{\text{exp}} = 5 \times 1,00 \times 10^{-2} \times 10,7 \times 10^{-3} \times 180 = 9,63 \times 10^{-2} \text{ g} = 96,3 \text{ mg}$

3.3. 
$$\left( \frac{\Delta m_{\text{exp}}}{m_{\text{exp}}} \right)^2 = \left( \frac{\Delta V_E}{V_E} \right)^2 + \left( \frac{\Delta c_B}{c_B} \right)^2$$

$$\frac{\Delta m_{\text{exp}}}{m_{\text{exp}}} = \sqrt{\left( \frac{\Delta V_E}{V_E} \right)^2 + \left( \frac{\Delta c_B}{c_B} \right)^2}$$

(0,25 pt) 
$$\frac{\Delta m_{\text{exp}}}{m_{\text{exp}}} = \sqrt{\left( \frac{0,1}{10,7} \right)^2 + \left( \frac{0,02 \times 10^{-2}}{1,00 \times 10^{-2}} \right)^2} = 2 \times 10^{-2} = 2 \%$$

$$\Delta m_{\text{exp}} = \frac{\Delta m_{\text{exp}}}{m_{\text{exp}}} \cdot m_{\text{exp}}$$

(0,25 pt)  $\Delta m_{\text{exp}} = 2 \times 10^{-2} \times 9,63 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-3} \text{ g} = 2 \text{ mg}$

Encadrement :  $m_{\text{exp}} - \Delta m_{\text{exp}} < m_{\text{exp}} < m_{\text{exp}} + \Delta m_{\text{exp}}$

(0,25 pt) **94 mg < m<sub>exp</sub> < 98 mg**

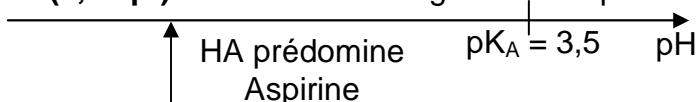
3.4. (0,5 pt) L'encadrement obtenu ne comprend pas la valeur de 100 mg mentionnée sur le sachet d'aspirine.

L'écart observé peut être dû :

- à une mauvaise détermination du volume équivalent (changement de coloration difficile à repérer, mauvaise lecture sur la burette) ;
- l'élève aurait dû rincer le sachet avec de l'eau distillée afin d'être certain de récupérer toute l'aspirine solide ;
- erreur dans le prélèvement du volume à doser,
- à la non dissolution totale de l'aspirine dans la solution.

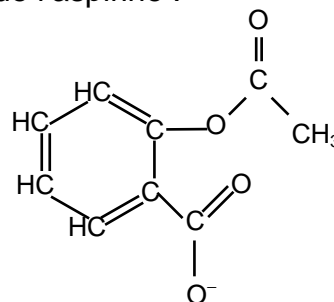
### 4. Autre forme de l'aspirine, moins agressive pour l'estomac

4.1. (0,25 pt) Établissons le diagramme de prédominance de l'aspirine :

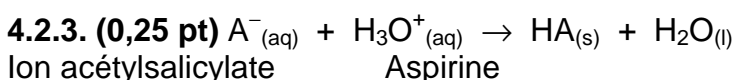


(0,25 pt) Dans l'estomac, à  $\text{pH} = 2$ , l'aspirine prédomine.

4.2.1. Formule semi-développée de l'ion acétylsalicylate : (0,25 pt)



4.2.2. (0,25 pt) La catalgine est soluble dans l'eau car elle ne contient pas d'acide acétylsalicylique (aspirine) mais des ions acétylsalicylate.



## EXERCICE II : STATION SPATIALE ISS (6,5 points)

## Partie A : Étude du mouvement de la station spatiale ISS

1. (0,25 pt) Schéma :



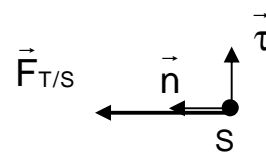
L'expression vectorielle de la force gravitationnelle

 $\vec{F}_{T/S}$  exercée par la Terre T sur la station S est :

(0,25 pt)

$$\vec{F}_{T/S} = G \cdot \frac{m \cdot M}{(d_{TS})^2} \cdot \vec{u}$$

2. Le système {station ISS} est étudié dans le référentiel géocentrique supposé galiléen.

(0,25 pt) La station n'est soumise qu'à la force gravitationnelle  $\vec{F}_{T/S}$ .La masse m de la station étant constante, la deuxième loi de Newton s'écrit :  $\vec{F}_{T/S} = m \cdot \vec{a}_S$ En posant  $d_{TS} = R + h$  il vient :  $G \cdot \frac{m \cdot M}{(R + h)^2} \cdot \vec{u} = m \cdot \vec{a}_S$ (0,25 pt) Finalement :  $\vec{a}_S = \frac{G \cdot M}{(R + h)^2} \cdot \vec{u}$ 3.1. (1 pt) Dans le repère de Frenet  $(S, \vec{n}, \vec{\tau})$ le vecteur accélération s'écrit :  $\vec{a}_S = \frac{v^2}{(R + h)} \cdot \vec{n} + \frac{dv}{dt} \cdot \vec{\tau}$ avec  $\vec{n} = \vec{u}$  on a :  $\vec{a}_S = \frac{v^2}{(R + h)} \cdot \vec{u} + \frac{dv}{dt} \cdot \vec{\tau}$ En égalant les deux expressions de l'accélération, il vient :  $\frac{G \cdot M}{(R + h)^2} \cdot \vec{u} = \frac{v^2}{(R + h)} \cdot \vec{u} + \frac{dv}{dt} \cdot \vec{\tau}$ Par identification on obtient : 
$$\begin{cases} \text{sur } \vec{u} : \frac{G \cdot M}{(R + h)^2} = \frac{v^2}{(R + h)} \\ \text{sur } \vec{\tau} : 0 = \frac{dv}{dt} \Rightarrow v = \text{cte} \end{cases}$$

La valeur de la vitesse de la station est constante donc le mouvement est uniforme.

L'expression de la vitesse v s'obtient à partir de la relation :  $\frac{G \cdot M}{(R + h)^2} = \frac{v^2}{(R + h)}$  $v^2 = \frac{G \cdot M}{(R + h)}$  soit finalement :  $v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{R + h}}$ 3.2. (0,25 pt) On convertit  $R + h$  en m :

$$v = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 5,98 \times 10^{24}}{6380 \times 10^3 + 400 \times 10^3}} = 7,67 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1} = 7,67 \text{ km.s}^{-1}$$

4. (0,5 pt) Soit T la période de révolution de la station autour de la Terre, comme le mouvement

est circulaire et uniforme de rayon  $R + h$ , la vitesse v s'écrit :  $v = \frac{2\pi \cdot (R + h)}{T}$ (0,25 pt) donc  $T = \frac{2\pi \cdot (R + h)}{v}$  soit  $T = \frac{2\pi \cdot (6380 \times 10^3 + 400 \times 10^3)}{7,67 \times 10^3} = 5,56 \times 10^3 \text{ s} = 1,54 \text{ h}$ (0,25 pt) Le nombre n de révolutions de la station en  $\Delta t = 24 \text{ h}$  est  $n = \frac{\Delta t}{T}$ 

$$n = \frac{24}{1,54} = 15,6$$

Un astronaute à bord de la station ISS fait **plus de 15 fois** le tour de la Terre en 24 h.

**Partie B : Ravitaillement de la station ISS**

## 1. Modèle simplifié du décollage

**1.1. (1,5 pt)** Le système  $S = \{\text{fusée} + \text{gaz}\}$  étant supposé isolé, la quantité de mouvement  $\vec{p}_S$  du système se conserve au cours du temps. Entre les dates  $t = 0$  et  $t = 1$  s on a donc :

$$\vec{p}_S(t = 0 \text{ s}) = \vec{p}_S(t = 1 \text{ s})$$

Initialement le système est immobile (on considère que les gaz n'ont pas encore eu le temps d'être éjectés de la fusée) donc  $\vec{p}_S(t = 0 \text{ s}) = \vec{0}$  d'où  $\vec{0} = \vec{p}_f + \vec{p}_g$ ,

$$\text{soit } \vec{0} = m_f \cdot \vec{v}_f + m_g \cdot \vec{v}_g$$

$$\text{donc finalement : } \vec{v}_f = -\frac{m_g}{m_f} \cdot \vec{v}_g$$

Lors du décollage, les gaz sont éjectés vers le bas. La relation précédente montre que la fusée est alors propulsée vers le haut. Il s'agit d'un exemple de mode de propulsion par réaction.

**1.2.** Entre les dates  $t = 0$  et  $t = 1$  s, la variation de masse  $|\Delta m|$  de la fusée est due à l'éjection de gaz qui a lieu avec un débit  $D$ .

La masse  $m_g$  des gaz éjectés s'écrit  $m_g = D \cdot \Delta t$

Donc  $|\Delta m| = D \cdot \Delta t$ .

Pour  $\Delta t = 1$  s on a :  $|\Delta m| = 2,9 \times 10^3 \times 1 = 2,9 \times 10^3 \text{ kg} \approx 3 \times 10^3 \text{ kg} = 3 \text{ t}$ .

En exprimant les masses en tonnes, calculons :  $\frac{\Delta m}{m_{fi}} = \frac{2,9}{7,8 \times 10^2} = 3,7 \times 10^{-3} = 0,37\% \approx 0,4 \%$

**(0,25 pt)** La variation de masse  $|\Delta m|$  de la fusée au bout d'une seconde après le décollage est inférieure à 1 % de la masse initiale  $m_{fi}$  de la fusée : elle est donc négligeable.

On considère que la masse  $m_f$  de la fusée n'a pas varié une seconde après le décollage.

Calculons alors la valeur de la vitesse de la fusée :

En projetant la relation  $\vec{v}_f = -\frac{m_g}{m_f} \cdot \vec{v}_g$  selon un axe vertical il vient :  $v_f = \frac{m_g}{m_f} \cdot v_g$

En laissant les masses en tonnes et la vitesse en  $\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$ , il vient :  $v_f = \frac{2,9}{7,8 \times 10^2} \times 4,0$

**(0,25 pt)**

$$v_f = 1,5 \times 10^{-2} \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} = \mathbf{15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

**2.1. (0,25 pt)** Si la vitesse est en réalité très inférieure à celle calculée, c'est que le système n'est pas isolé. Le système {fusée + gaz} subit la force poids qui le ralentit fortement (et dans une moindre mesure la force de frottement de l'air).

**2.2.1. (0,25 pt)**  $D$  s'exprime en  $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$ .

$v_g$  s'exprime en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Donc  $D \cdot v_g$  s'exprime en  $\mathbf{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}}$ .

Le produit  $D \cdot v_g$  est donc homogène à une masse (kg) multipliée par une accélération ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ).

La deuxième loi de Newton  $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \cdot \vec{a}$  permet de conclure que le produit  $D \cdot v_g$  est homogène à une force.

**2.2.2.** La fusée peut décoller si la valeur  $F$  de la force de poussée  $\vec{F} = -D \cdot \vec{v}_g$  est supérieure à la valeur  $P$  du poids  $\vec{P}$  de la fusée :

$$P = m_f \cdot g$$

**(0,25 pt)** soit  $P = 7,8 \times 10^5 \times 9,78 = 7,6 \times 10^6 \text{ N}$  (convertir  $m_f$  en kg).

$$F = D \cdot v_g$$

**(0,25 pt)** soit  $F = 2,9 \times 10^3 \times 4,0 \times 10^3 = 12 \times 10^6 \text{ N}$ .

**(0,25 pt)** Comme  $F > P$ , la fusée peut décoller.



## Bac S 2013 Amérique du nord EXERCICE III. SURFER SUR LA VAGUE (5 points)

CORRECTION © <http://labolycee.org>

## 1. La houle, onde mécanique progressive

1.1. (0,5 pt) La houle est une perturbation (déformation de la surface de l'eau) qui se propage sans transport de matière, et qui nécessite un milieu matériel pour se propager.

1.2. (0,25 pt)  $\lambda = \frac{v}{f}$  donc  $v = \lambda \cdot f$ .

Déterminons la longueur d'onde sur le document 1 :

(0,25 pt) C'est la plus petite distance entre deux points dans le même état vibratoire (ex : sommet de vagues).

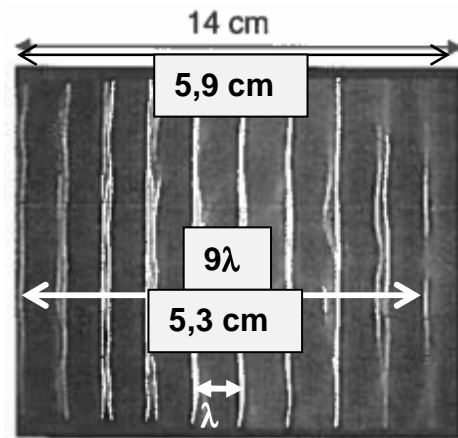
Pour plus de précision, on mesure plusieurs  $\lambda$ .

Schéma                      Réalité

5,9 cm  $\rightarrow$  14 cm

5,3 cm  $\rightarrow$  9  $\lambda$

(0,25 pt)  $\lambda = \frac{5,3 \times 14}{9 \times 5,9} = 1,4 \text{ cm} = 1,4 \times 10^{-2} \text{ m}$



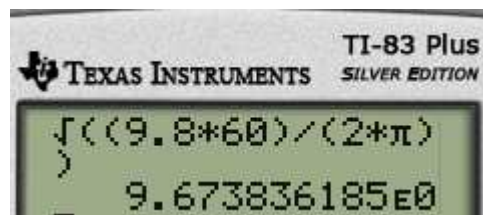
(0,25 pt)  $v = 1,4 \times 10^{-2} \times 23 = 0,32 \text{ m.s}^{-1}$

1.3. (0,25 pt)  $\lambda = 60 \text{ m}$  et  $h = 3000 \text{ m}$ , donc  $\lambda < 0,5h$ . Dans ces conditions, la célérité de l'onde se calcule avec la formule  $v_1 = \sqrt{\frac{g \cdot \lambda}{2\pi}}$

(0,25 pt)  $v_1 = \sqrt{\frac{9,8 \times 60}{2\pi}} = 9,7 \text{ m.s}^{-1}$

$\lambda = v_1 \cdot T$  donc  $T = \frac{\lambda}{v_1}$

(0,25 pt) Période  $T = \frac{60}{9,7} = 6,2 \text{ s}$



Ce résultat semble cohérent avec les valeurs des périodes des vagues données dans le document 5.

## 1.4. Arrivée de la houle dans une baie.

1.4.1. (0,25 pt) Sur la photographie aérienne du document 3, on observe la diffraction de la houle à l'entrée de la baie.

(0,25 pt) La diffraction sera d'autant plus visible que la longueur d'onde de la houle sera grande face à la dimension de l'entrée de la baie.

1.4.2. (0,25 pt) La lumière qui est une onde électromagnétique peut également être diffractée.

## 2. Surfer sur la vague

2.1. (0,25 pt) Vitesse de propagation : pour une onde longue, on a  $v_2 = \sqrt{g \cdot h}$ .

$v_2 = \sqrt{9,8 \times 4,0} = 6,3 \text{ m.s}^{-1}$ .

Longueur d'onde :  $\lambda_2 = v_2 \cdot T$

(0,25 pt) Le document 4 nous apprend que la période  $T$  ne change pas à l'approche des côtes.

On reprend la valeur précédente de  $T$ .

(0,25 pt)  $\lambda_2 = 6,3 \times 6,2 = 39 \text{ m}$

(0,25 pt) En arrivant près de la côte, on constate que

$v_2 < v_1$  : la houle est ralentie,

$\lambda_2 < \lambda$  : la longueur d'onde diminue.

Ces résultats sont conformes aux informations données dans le document 4.

2.2. (0,5 pt) Pour la pratique du surf, la configuration optimale est :

- à marée montante c'est-à-dire entre le moment de basse mer et celui de pleine mer ;
- avec une direction du vent venant du Sud-Ouest.

Créneaux où le vent est défavorable : rectangle en traits pointillés.

Il est possible de surfer le samedi après 14h24 car la marée monte, le vent est bien orienté et n'est pas trop fort.

Le jeudi à partir de 13h10 est également un créneau possible, mais le vent est trop fort.

**Document 5 : Prévisions maritimes.**

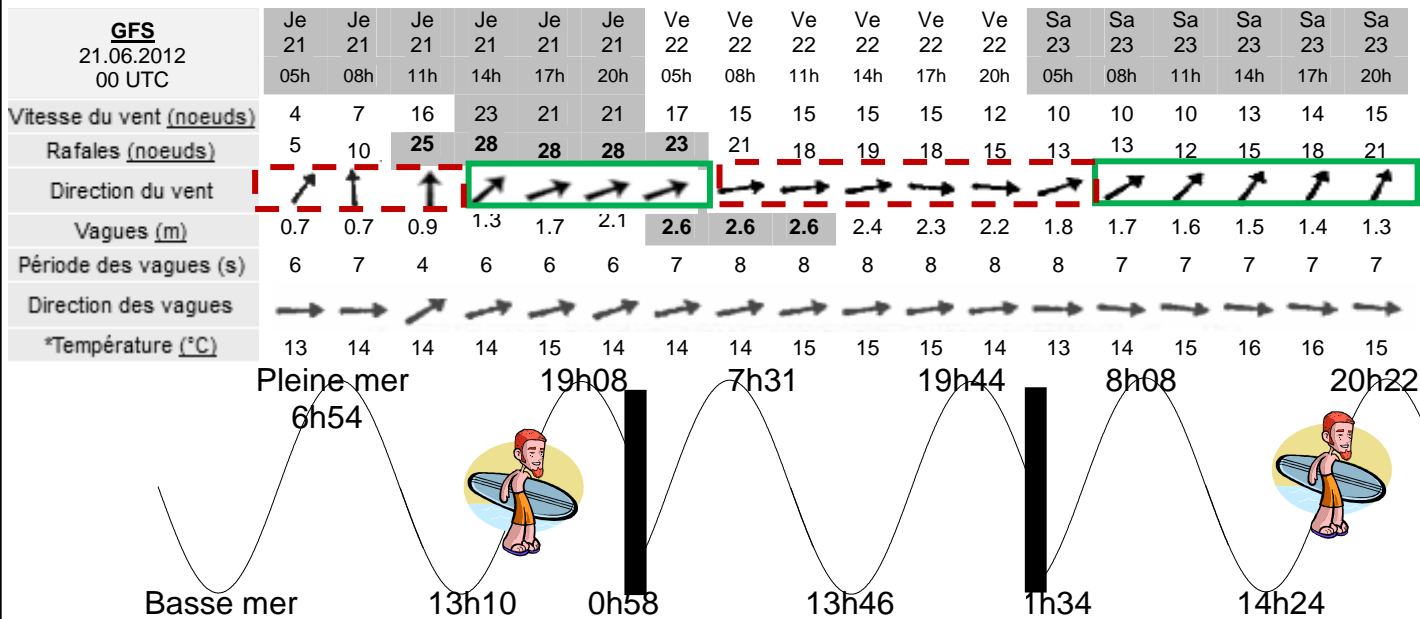
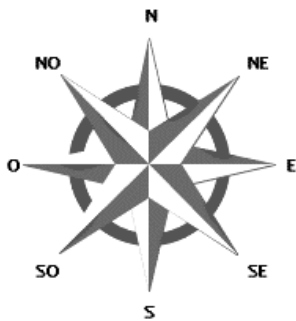


Tableau des marées – Juin 2012



Jour	Pleine mer (h :min)		Basse mer (h :min)	
	Jeudi 21 juin	06 :54	19 :08	00 :58
Vendredi 22 juin	07 :31	19 :44	01 :34	13 :46
Samedi 23 juin	08 :08	20 :22	02 :10	14 :24
Dimanche 24 juin	08 :47	21 :02	02 :49	15 :04

D'après <http://www.windguru.cz/fr/>

2.3. (0,5 pt) L'onde parvient en amont du fleuve avec un retard  $\tau$ .

$$v = \frac{d}{\tau} \text{ donc } \tau = \frac{d}{v}$$

$$\tau = \frac{13 \times 10^3}{5,1} = 2,5 \times 10^3 \text{ s soit environ } \frac{2,5 \times 10^3}{3600} = 0,71 \text{ h de retard (0,71} \times 60 = 42 \text{ min)}$$

t heure de départ = 17h58min

t' heure d'arrivée = ?

$$t' = t + \tau$$

$$t' = 42 \text{ min} + 17\text{h}58 \text{ min} = 18 \text{ h } 40 \text{ min}$$

Vu le manque de précision sur la distance d, on ne peut pas donner l'heure de passage du mascaret à la minute près.

**Bac S 2013 Amérique du nord EXERCICE III. CONCERT EN SOUS-SOL (5 points)**  
**Spécialité**

<http://labolycee.org>

### 1. Accord des instruments.

1.1. (0,75 pt) Fréquence  $f$  de vibration du son émis par le diapason :

Sur le document 2, on mesure la période de la tension.

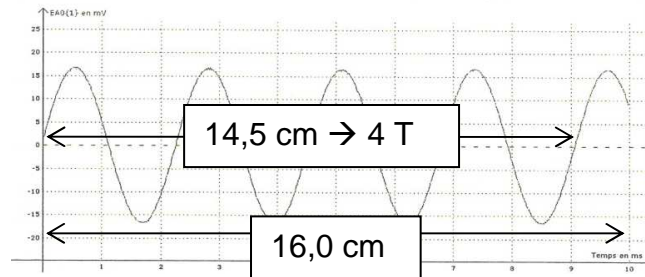
Pour une meilleure précision, on mesure plusieurs périodes.

$$10,0 \text{ ms} = 10,0 \times 10^{-3} \text{ s} \rightarrow 16,0 \text{ cm}$$

$$4 T \rightarrow 14,5 \text{ cm}$$

$$T = \frac{10,0 \times 10^{-3} \times 14,5}{4 \times 16,0}$$

$$f = \frac{1}{T} \text{ donc } f = \frac{4 \times 16,0}{10,0 \times 10^{-3} \times 14,5} = 441 \text{ Hz}$$



1.2. (0,75 pt) Il faut déterminer la fréquence du son émis par chaque instrument.

L'analyse spectrale donne la fréquence du fondamental qui caractérise la hauteur du son :

- pour le piano, la fréquence du fondamental vaut environ 0,4 kHz,
- pour la flûte, on lit environ 0,8 kHz,
- pour la guitare, on lit environ 0,4 kHz.

La flûte ne joue pas une note de même hauteur que les autres instruments.

Pour être certain que la guitare et le piano jouent la même note, il faut déterminer avec précision (voir méthode employée en 1.1.) la période.

Piano :  $15,0 \text{ ms} = 15,0 \times 10^{-3} \text{ s} \rightarrow 16,0 \text{ cm}$   
 $6 T \rightarrow 14,5 \text{ cm}$

$$T = \frac{15,0 \times 10^{-3} \times 14,5}{6 \times 16,0}$$

$$f = \frac{1}{T} \text{ donc } f = \frac{6 \times 16,0}{15,0 \times 10^{-3} \times 14,5} = 4,4 \times 10^2 \text{ Hz}$$

Guitare :  $15,0 \text{ ms} = 15,0 \times 10^{-3} \text{ s} \rightarrow 7,8 \text{ cm}$   
 $8 T \rightarrow 9,6 \text{ cm}$

$$T = \frac{15,0 \times 10^{-3} \times 9,6}{8 \times 7,8}$$

$$f = \frac{1}{T} \text{ donc } f = \frac{8 \times 7,8}{15,0 \times 10^{-3} \times 9,6} = 4,3 \times 10^2 \text{ Hz}$$

Les fréquences sont très proches, le piano et la guitare jouent sans doute la même note, même si l'imprécision des mesures ne permet pas de le démontrer rigoureusement.

### 2. La pièce du sous-sol est-elle une bonne salle de concert ?

2.1. (0,75 pt) Trois phénomènes physiques interviennent au cours de la propagation du son dans une salle : réflexion, absorption (atténuation), diffraction (par l'ouverture de la porte...).

2.2. (0,5 pt) Formule de Sabine :  $T_R = \frac{0,16 \times V}{A}$  soit  $0,16 = \frac{T_R \times A}{V}$

En remplaçant les grandeurs par leurs unités, on a  $\frac{\text{s} \times \text{m}^2}{\text{m}^3}$ , donc le coefficient s'exprime en  $\text{s} \cdot \text{m}^{-1}$ .

**2.3. (1 pt)** Le document 6 nous apprend qu'une bonne salle de concert présente une durée de réverbération de 1,0 s à 2,5 s.

Calculons la durée de réverbération du sous-sol :  $T_R = \frac{0,16 \times V}{A}$  avec  $A = \sum_i (\alpha \times S_i)$

$$T_R = \frac{0,16 \times V}{\alpha_{\text{Béton}} \cdot S_{\text{Béton}} + \alpha_{\text{Bois}} \cdot S_{\text{Bois}}} = \frac{0,16 \times L \cdot l \cdot h}{\alpha_{\text{Béton}} \cdot S_{\text{Béton}} + \alpha_{\text{Bois}} \cdot S_{\text{Bois}}}$$

$$T_R = \frac{0,16 \times 10,0 \times 5,0 \times 3,0}{0,010 \times 187 + 0,15 \times 3,0} = \mathbf{10 \text{ s}}$$

**(0,25 pt)** La durée de réverbération est trop longue, les notes successives vont se chevaucher et l'ensemble sera inintelligible.

**2.4. (1 pt)** La surface du béton sera réduite par la pose de panneaux, elle vaudra  $S_{\text{Béton}} - S_{\text{Panneau}}$

$$T_R = \frac{0,16 \times L \cdot l \cdot h}{\alpha_{\text{Béton}} \cdot (S_{\text{Béton}} - S_{\text{Panneau}}) + \alpha_{\text{Bois}} \cdot S_{\text{Bois}} + \alpha_{\text{Panneau}} \cdot S_{\text{Panneau}}}$$

$$\alpha_{\text{Béton}} \cdot (S_{\text{Béton}} - S_{\text{Panneau}}) + \alpha_{\text{Bois}} \cdot S_{\text{Bois}} + \alpha_{\text{Panneau}} \cdot S_{\text{panneau}} = \frac{0,16 \times L \cdot l \cdot h}{T_R}$$

$$\alpha_{\text{Béton}} \cdot S_{\text{Béton}} - \alpha_{\text{Béton}} \cdot S_{\text{Panneau}} + \alpha_{\text{Bois}} \cdot S_{\text{Bois}} + \alpha_{\text{Panneau}} \cdot S_{\text{panneau}} = \frac{0,16 \times L \cdot l \cdot h}{T_R}$$

$$\alpha_{\text{Béton}} \cdot S_{\text{Béton}} + S_{\text{Panneau}} \cdot (\alpha_{\text{Panneau}} - \alpha_{\text{Béton}}) + \alpha_{\text{Bois}} \cdot S_{\text{Bois}} = \frac{0,16 \times L \cdot l \cdot h}{T_R}$$

$$S_{\text{Panneau}} \cdot (\alpha_{\text{Panneau}} - \alpha_{\text{Béton}}) = \frac{0,16 \times L \cdot l \cdot h}{T_R} - \alpha_{\text{Béton}} \cdot S_{\text{Béton}} - \alpha_{\text{Bois}} \cdot S_{\text{Bois}}$$

$$S_{\text{Panneau}} = \frac{\frac{0,16 \times L \cdot l \cdot h}{T_R} - \alpha_{\text{Béton}} \cdot S_{\text{Béton}} - \alpha_{\text{Bois}} \cdot S_{\text{Bois}}}{(\alpha_{\text{Panneau}} - \alpha_{\text{Béton}})}$$

$$S_{\text{panneau}} = \frac{\frac{0,16 \times 10,0 \times 5,0 \times 3,0}{2,0} - 0,010 \times 187 - 0,15 \times 3,0}{(0,50 - 0,010)} = \frac{12 - 1,87 - 0,45}{0,49} = \mathbf{20 \text{ m}^2}$$

Il faut installer environ 20 m<sup>2</sup> de panneaux absorbants.

**1. Isolant thermique : faire le bon choix**

1.1. Le transfert thermique s'effectue de la maison de température  $\theta_2 = 20\text{ °C}$  (source chaude) vers le grenier de température  $\theta_1 < \theta_2$  (source froide).

1.2. La valeur du flux thermique est égale à :  $\Phi = \frac{\theta_2 - \theta_1}{R}$

$$\Phi = \frac{20 - 5,0}{7,5 \times 10^{-3}} = 2,0 \times 10^3 \text{ W} = \mathbf{2,0 \text{ kW}}$$

1.3. Pour isoler correctement, Frédéric doit choisir le matériau conduisant le moins facilement la chaleur, donc le matériau dont la conductivité thermique  $\lambda$  est la plus faible : **le polystyrène extrudé**.

1.4. D'après l'énoncé, si on colle une paroi sur le sol du grenier, la résistance totale sera la somme de la résistance du sol et de celle de la paroi :  $R_{tot} = R_{sol} + R_{paroi}$ .

$$\text{Calculons } R_{paroi} : R_{paroi} = R_{tot} - R_{sol} = 6,3 \times 10^{-2} - 7,5 \times 10^{-3} = 6,3 \times 10^{-2} - 0,75 \times 10^{-2} = \mathbf{5,6 \times 10^{-2} \text{ K.W}^{-1}}$$

1.5.1. La relation entre résistance thermique et conductivité thermique est :  $R = \frac{e}{\lambda S}$

Vérifions la par analyse dimensionnelle :

$e$  est une longueur :  $\dim(e) = L$

$S$  est une surface :  $\dim(S) = L^2$

$\lambda$  est une conductivité thermique exprimée en  $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$  : d'après les unités,  $\dim(\lambda) = \text{P.L}^{-1}.\theta^{-1}$ .

$R$  est une résistance thermique exprimée en  $\text{K.W}^{-1}$  : d'après les unités,  $\dim(R) = \theta.\text{P}^{-1}$

$$\text{Vérifions la dimension de } \frac{e}{\lambda S} : \dim\left(\frac{e}{\lambda S}\right) = \frac{L}{\text{P.L}^{-1}.\theta^{-1}.L^2} = \frac{L}{\text{P.L}.\theta^{-1}} = \theta.\text{P}^{-1}$$

$$\text{On vérifie bien que } \dim\left(\frac{e}{\lambda S}\right) = \dim(R)$$

1.5.2. Epaisseur minimale du panneau du matériau :

$$R_{paroi} \geq 5,6 \cdot 10^{-2} \text{ K.W}^{-1}$$

$$\Leftrightarrow \frac{e}{\lambda \times S} \geq 5,6 \cdot 10^{-2} \text{ K.W}^{-1}$$

$$\Leftrightarrow e \geq 5,6 \cdot 10^{-2} \times \lambda \times S$$

$$\Leftrightarrow e \geq 5,6 \cdot 10^{-2} \times 0,033 \times 80$$

$$\Leftrightarrow e \geq 0,15 \text{ m}$$

L'épaisseur minimale du panneau doit être de 0,15 m soit **15 cm**.

## 2. Principe d'un chauffe-eau solaire

2.1. Les trois modes de transfert thermique sont :

- **conduction** : elle nécessite un milieu matériel. L'énergie est transportée de proche en proche, généralement dans un solide, sans déplacement de matière.
- **convection** : elle nécessite un milieu matériel. L'énergie est transportée par des mouvements de matière, au sein d'un gaz ou d'un liquide.
- **rayonnement** : elle ne nécessite pas de milieu matériel. L'énergie est transportée par des ondes électromagnétiques.

2.2. Mode de transfert thermique qui intervient :

- au niveau du capteur solaire (1), c'est le **rayonnement** car le capteur reçoit le rayonnement électromagnétique provenant du Soleil,
- au niveau de l'échangeur thermique (3), c'est la **conduction** car l'énergie traverse la paroi solide de l'échangeur thermique,
- à l'intérieur du ballon de stockage (5), c'est la **convection** : l'énergie est transportée par le mouvement de l'eau sanitaire.

2.3. L'énergie interne est liée à l'agitation thermique des molécules d'eau. Plus la température est élevée, plus l'agitation thermique est importante : l'énergie interne augmente donc avec la température.

## 3. Bilan thermique

3.1. Les micro-ondes sont des ondes électromagnétiques dont la fréquence  $f$  est égale à  $2,45 \times 10^9$  Hz.

3.2. La longueur d'onde des micro-ondes du four est :  $\lambda = \frac{c}{f}$

$$\lambda = \frac{3,00 \times 10^8}{2,45 \times 10^9} = 0,122 \text{ m}$$

3.3.  $V = 250 \text{ mL} = 0,250 \text{ L}$  et  $\Delta\theta = 90 - 10 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ .

La variation d'énergie interne de l'eau est égale à :  $\Delta U = m \cdot C_{\text{eau}} \cdot \Delta\theta$

Or  $m = \rho_{\text{eau}} \cdot V$  ainsi  $\Delta U = \rho_{\text{eau}} \cdot V \cdot C_{\text{eau}} \cdot \Delta\theta$

$$\Delta U = 1,00 \times 0,250 \times 4180 \times 80 = 8,36 \times 10^4 = 8,4 \times 10^4 \text{ J avec deux chiffres}$$

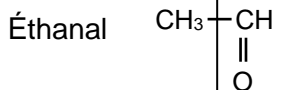
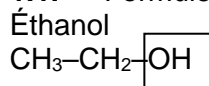
significatifs.

3.4. En admettant que toute la puissance du four serve à chauffer l'eau, la durée de chauffage sera :

$$E = P \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{E}{P} = \frac{\Delta U}{P}$$

$$\Delta t = \frac{8,4 \times 10^4}{900} = 93 \text{ s, soit un peu plus d'une minute et demie.}$$

**1. Spectroscopie****1.1.** Formules semi-développées**1.2.** Groupe fonctionnel hydroxyle

Famille : alcool

**1.3.** Groupe fonctionnel carbonyle

Famille : aldéhyde

**1.4.** Le spectre IR2 montre une bande large et intense autour de  $3300\text{ cm}^{-1}$  qui caractérise le groupe hydroxyle de l'éthanol.

Le spectre IR1 montre une bande fine et intense autour de  $1700\text{ cm}^{-1}$  qui caractérise le groupe carbonyle de l'éthanal.

**1.5.** Sur le document 3, on mesure  $h_1 = 2,0\text{ cm}$ ,  $h_2 = 0,7\text{ cm}$ ,  $h_3 = 1,3\text{ cm}$ .

$$\frac{h_1}{h_2} = 2,9 \quad \frac{h_3}{h_2} = 1,9$$

Si l'on ne conserve qu'un seul chiffre significatif, on obtient  $\frac{h_1}{h_2} = 3$  et  $\frac{h_3}{h_2} = 2$ .

**1.6.** Le massif associé à  $h_1$  correspond à un nombre « x » d'atomes d'hydrogène trois fois supérieur à celui « y » du massif associé à  $h_2$ . Donc  $x = 3y$ .

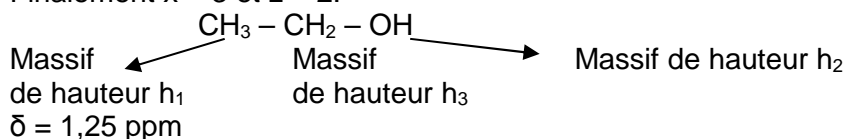
Et celui associé à  $h_3$  correspond à un nombre « z » d'atomes d'hydrogène double à celui « y » du massif associé à  $h_2$ . Donc  $z = 2y$ .

La molécule d'éthanol comporte 6 atomes d'hydrogène, donc  $x + y + z = 6$ .

$$3y + y + 2y = 6$$

On en déduit que  $y = 1$ .

Finalement  $x = 3$  et  $z = 2$ .

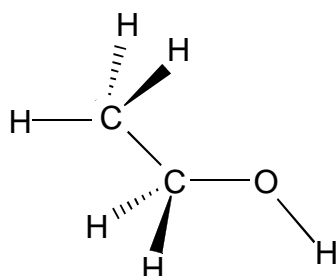


**1.7.** Les 3 atomes d'hydrogène dont le déplacement vaut  $1,25\text{ ppm}$  possèdent 2 atomes d'hydrogène voisins, ainsi la règle des  $(n+1)$ -uplets permet de comprendre que ce massif est un triplet.

**2. Mécanisme de métabolisation des alcools.**

**2.1.** La représentation chimique utilisée dans le mécanisme pour l'alcool est appelée représentation de Cram.

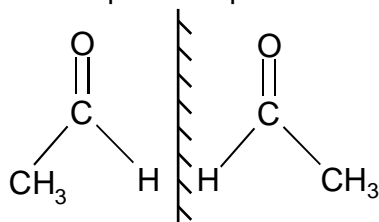
**2.2.** Les traits en pointillés représentent une liaison en arrière du plan, tandis que les traits épais représentent une liaison en avant du plan.

**2.3.** Éthanol

**2.4.** Le carbone porteur du deutérium dans la molécule de deutérioéthanol est lié à 4 groupes d'atomes différents. Il s'agit d'un atome de **carbone asymétrique**. La molécule de deutérioéthanol est **chirale**.

**2.5.** Deux molécules sont énantiomères si leurs images dans un miroir plan ne sont pas superposables. Or l'éthanal est superposable à son image dans un miroir plan.

L'éthanal obtenu par oxydation ne se présente pas sous la forme d'un mélange d'énantiomères.



**2.6.** Un catalyseur est une espèce chimique qui permet de réduire la durée de réaction. Étant régénéré en fin de réaction, il n'apparaît pas dans l'équation de la réaction. Il s'agit ici d'une catalyse enzymatique.

**3. Contrôle de qualité d'un vin : dosage par spectrophotométrie de l'éthanol.**

**3.1.** D'après la loi de Beer-Lambert  $A_e = k.C_m$ , donc  $C_m = \frac{A}{k}$

$$C_m = \frac{0,15}{1,6 \times 10^{-3}} = 94 \text{ mg.L}^{-1} = 9,4 \times 10^{-2} \text{ g.L}^{-1} \text{ dans l'échantillon dosé par spectrophotométrie.}$$

**3.2.1. Concentration massique  $C_S$  en éthanol dans la solution S :**

Pour préparer l'échantillon, on a procédé à une dilution de la solution S.

Solution mère : Solution S

$C_S = ?$

$V_S = 1 \text{ mL}$  prélevé

Solution fille : échantillon

$C_m = 9,4 \times 10^{-2} \text{ g.L}^{-1}$

$V_m = 100 \text{ mL}$

Au cours de la dilution, la masse d'éthanol se conserve donc  $C_C.V_S = C_m.V_m$ , soit  $C_S = \frac{C_m.V_m}{V_S}$ .

$$C_S = \frac{9,4 \times 10^{-2} \times 100}{1} = 9,4 \text{ g.L}^{-1} \text{ dans la solution S.}$$

**3.2.2. Concentration massique  $C_V$  en éthanol dans le vin :**

Pour préparer la solution S, on a procédé à une dilution du vin.

Solution mère : Vin

$C_V = ?$

$V_V = 10 \text{ mL}$  prélevé

Solution fille : Solution S

$C_S = 9,4 \text{ g.L}^{-1}$

$V'_S = 100 \text{ mL}$

Au cours de la dilution, la masse d'éthanol se conserve donc  $C_V.V_V = C_S.V'_S$ , soit  $C_V = \frac{C_S.V'_S}{V_V}$ .

$$C_V = \frac{9,4 \times 100}{10} = 94 \text{ g.L}^{-1} \text{ dans le vin.}$$

**3.3.** Le titre alcoométrique est égal au nombre de litres d'éthanol contenus dans 100 litres de vin. 100 L de vin contiennent une masse égale à  $m = 100.C_V$ .

Cette masse occupe un volume  $V = \frac{m}{\mu} = \frac{100.C_V}{\mu}$ .

$$V = \frac{100 \times 93,75}{0,78} = 1,2 \times 10^4 \text{ mL} = 12 \text{ L d'éthanol dans 100 litres de vin.}$$

Le titre alcoométrique est de 12°.

**3.4.** Ce vin titre moins de 18°, il est conforme au code de la santé publique.



Voir l'animation sur le fonctionnement d'un lecteur de CD :

[http://www.cea.fr/content/download/5539/298793/file/CEA\\_le\\_lecteur\\_CD.swf](http://www.cea.fr/content/download/5539/298793/file/CEA_le_lecteur_CD.swf)

Voir l'animation suivante sur la conversion analogique-numérique :

<http://chimiphyk.free.fr/commun/index.php?animation=echantillonneur&titre=Echantillonneur-bloqueur>

## 1. Conversion analogique-numérique

**1.1.** Le signal électrique à la sortie du micro est un signal analogique car il varie de façon continue au cours du temps. On constate que l'allure de l'enregistrement est similaire aux vibrations qui en sont la source.

**1.2.** Un signal numérique varie de façon discrète, par paliers.

**1.3.** « Échantillonner » un signal analogique est la 1<sup>ère</sup> étape de la numérisation ; cela consiste à mesurer la valeur du signal analogique à intervalles de temps  $T_e$  égaux ( $T_e$  : période d'échantillonnage).

**1.4.** Lors de la 2<sup>ème</sup> étape (quantification), un échantillon numérisé sur 8 bits peut prendre  $2^8$  soit 256 valeurs.

Rappel : 1 bit : 2 valeurs (0 ou 1)

2 bits : 4 valeurs (00 ou 01 ou 10 ou 11)

n bits :  $2^n$  valeurs

**1.5.** À partir de la durée  $\Delta t$  de l'enregistrement et de la fréquence d'échantillonnage  $f_e$  (nombre d'échantillons par seconde), on peut déterminer le nombre d'échantillons  $n_e$  :  $n_e = f_e \cdot \Delta t$

$n_e$  : sans unité       $f_e$  : Hz       $\Delta t$  : s

Or chaque échantillon occupe  $2 \times 16$  bits soit  $\frac{2 \times 16}{8} = 4$  octets.

La place théorique est donc  $\frac{4 \cdot f_e \cdot \Delta t}{2^{20}} = \frac{4 \times 44,1 \times 10^3 \times 60}{2^{20}} = 10,1$  Mio

*Cela peut sembler important pour une minute de musique mais il n'y a pas eu de compression.*

**2. Lecture de l'information**

**2.1.** Un faisceau LASER utilisé pour la lecture d'un CD est directif, monochromatique, concentre l'énergie spatialement (et est cohérent).

Les propriétés utiles pour la lecture d'un CD sont : - la directivité

- la monochromaticité

(- la cohérence)

**2.2.** La longueur d'onde (dans le vide) étant ici la distance parcourue par la lumière à la célérité  $c$

durant une période  $T$ , on peut écrire :  $\lambda_0 = c.T = \frac{c}{\nu} \Leftrightarrow \nu = \frac{c}{\lambda_0}$

$$\text{AN : } \nu = \frac{3,00 \times 10^8}{780 \times 10^{-9}} = 3,85 \times 10^{14} \text{ Hz} = 385 \text{ THz}$$

**2.3.** D'après les données :  $n = \frac{c}{v} \Leftrightarrow v = \frac{c}{n}$

$$\text{AN : } v = \frac{3,00 \times 10^8}{1,55} = \mathbf{1,94 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}}$$

**2.4.** La longueur d'onde (dans le polycarbonate) étant ici la distance parcourue par la lumière à la

célérité  $v$  durant une période  $T$ , on peut écrire :  $\lambda = v.T = \frac{v}{\nu}$

D'après 2.3.  $v = \frac{c}{n}$  donc  $\lambda = \frac{\frac{c}{n}}{\nu} = \frac{c}{n.\nu} = \frac{\lambda_0}{n}$  (la fréquence n'étant pas modifiée).

$$\text{AN : } \lambda = \frac{780}{1,55} = \mathbf{503 \text{ nm}}$$

*Remarque : La longueur d'onde change mais pas la couleur du laser : celle-ci est liée à sa fréquence (ou sa longueur d'onde dans le vide)*

**2.5.1.** Les ondes qui se réfléchissent sur le bord et celles qui se réfléchissent sur le fond possèdent une différence de marche  $\delta = 2h$  à cause de l'aller-retour.

Or des interférences sont destructives lorsque la différence de marche est  $\delta = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$  (avec  $k$  entier relatif).

Si  $h = \frac{\lambda}{4}$ , alors  $\delta = 2 \times \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2}$  ce qui correspond bien à des interférences destructives avec  $k = 0$ .

**2.5.2.**  $h = \frac{\lambda}{4}$  où  $\lambda$  est la longueur d'onde dans le polycarbonate.

$$\text{AN : } h = \frac{503}{4} = 126 \text{ nm} = 0,126 \text{ } \mu\text{m} \text{ conformément aux données (profondeur des creux)}$$

**2.5.3.** Quand le faisceau laser éclaire un creux, les ondes qui se réfléchissent sur le bord et celles qui se réfléchissent sur le fond de la cuvette donnent lieu à des interférences destructives d'où l'éclairement minimal de la photodiode.

Quand le faisceau laser éclaire un plat, les ondes se réfléchissent toutes sur le plat et donnent lieu à des interférences constructives d'où l'éclairement maximal.

### 3. Lecteur Blu-ray

**3.1.** C'est la **diffraction** qui empêche d'obtenir un faisceau de diamètre plus petit sur le CD.

**3.2.** Plus la longueur d'onde est faible et moins la diffraction est importante, en effet  $\theta = \frac{\lambda}{a}$  où  $\theta$  est l'écart angulaire du faisceau lumineux diffracté.

Voir l'animation <http://scphysiques.free.fr/TS/physiqueTS/diffractiontrou.swf>

Ainsi le diamètre d'un faisceau laser « Blu-ray » est plus petit que celui d'un CD, ce qui permet de « lire » des creux plus petits, et donc, à surface égale, de stocker plus d'informations.

**3.3.** Non, les cuvettes d'un disque Blu-ray doivent être (à priori) moins profondes afin de permettre des interférences destructives (cf 2.5.2 :  $h = \frac{\lambda}{4}$  et  $\lambda$  a diminué).

**3.4.** Un lecteur Blu-ray ne peut à priori pas lire les CD car : (1 seule justification parmi celles-ci)  
- le faisceau Blu-ray est trop fin pour éclairer à la fois un creux et un plat (s'il est bien centré).

- la profondeur des creux d'un CD ne permet pas des interférences destructives.

Vérification facultative : en reprenant les résultats des questions 2.4 et 2.5.1 :

La différence de marche est  $\delta = 2h$

La longueur d'onde du laser blu-ray dans le polycarbonate est  $\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$

Le rapport différence de marche / longueur d'onde est :  $\frac{\delta}{\lambda} = \frac{2.h}{\frac{\lambda_0}{n}} = \frac{2.h.n}{\lambda_0}$

AN :  $\frac{\delta}{\lambda} = \frac{2 \times 126 \times 1,55}{405} = 0,96 \approx 1$  donc  $\delta \approx \lambda$  ce qui correspond à des interférences constructives.

Remarque : on peut faire le raisonnement sans AN en utilisant l'approximation faite dans l'énoncé :  $\lambda_{BR} \approx \frac{\lambda_{CD}}{2}$  (valable dans le polycarbonate aussi) or  $\frac{\delta}{\lambda_{CD}} = \frac{1}{2}$  d'après 2.5.1.

donc  $\frac{\delta}{\lambda_{BR}} = \frac{\delta}{\frac{\lambda_{CD}}{2}} = \frac{\delta}{\lambda_{CD}} \times 2$

$\frac{\delta}{\lambda_{BR}} = \frac{1}{2} \times 2 = 1$ , ce qui correspond à des interférences constructives.

Ce résultat semble curieux mais il semblerait que les lecteurs Blu-ray et les PS3 soient équipés de plusieurs diodes laser ce qui expliquerait pourquoi un lecteur « en panne » arrive à lire des Blu-ray mais plus des DVD.

Bac S 2013 Amérique du sud Spécialité CORRECTION © <http://labolycee.org>  
 Exercice III. COMMENT ÉVITER LES DANGERS SONORES SANS PERDRE LA QUALITÉ DU SON  
 LORS D'UN CONCERT EN PLEIN AIR ? (5 points)

**Synthèse : 2,75 pts**

Remarque : Ceci n'est pas le barème officiel.

**0,25** Introduction : dangers

Les notions suivantes doivent être évoquées :

**0,5** - augmenter la distance vis-à-vis de la source sonore (doc. 6),

**0,5** - réduire la durée d'exposition au son (doc. 7),

**0,25** - tenir compte de l'addition des doses de son (doc. 7),

**0,5** - utiliser des bouchons qui atténuent le son (doc. 9), idéalement des bouchons en silicone qui ne modifient pas les qualités du son (timbre, hauteur), mais ils coutent cher. Des bouchons en mousse sont une bonne alternative pour des concerts occasionnels.

**0,25 pt** Conclusion : des solutions existent.

**0,5 pt** Un calcul pertinent doit être fait.

Exemples :

- Les bouchons atténuent le son d'environ 20 dB. Ainsi le niveau sonore d'une grosse caisse, à 3m, en plein air vaut  $113 - 20 = 93$  dB.
- D'après le document 1, le niveau sonore de la contrebasse est de 92 dB à 3 m. En s'éloignant à une distance de 6 m donc en doublant la distance, il vaut alors  $92 - 6 = 86$  dB.

Français correct et respect du minimum de 20 lignes.

• **QCM : 2,25 pts tout ou rien**

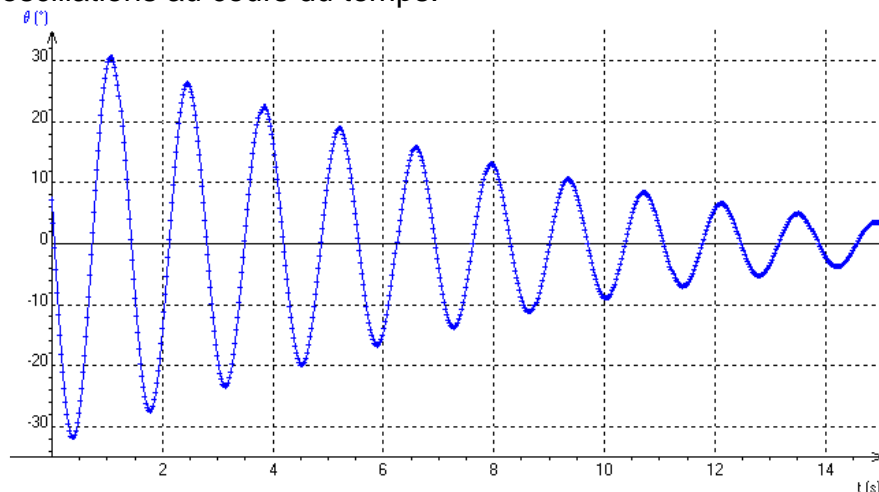
Questions	Réponses	Documents	
1. L'analyse spectrale du son émis par la flute, dans le document 8, montre que c'est un son pur. <i>Dans le spectre il apparait plusieurs pics, le fondamental et des harmoniques.</i>	Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>		<b>0,25</b>
2. La hauteur du son est modifiée par le bouchon en mousse. <i>Le fondamental n'est pas modifié, la hauteur du son sera la même.</i>	Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>	Document 8	<b>0,5</b>
3. Un lycéen se rend à un concert sans protection auditive. Il a déjà écouté son baladeur à 100 dB pendant une heure dans la semaine. Il peut rester une heure à ce concert de niveau sonore 105 dB sans prendre de risques pour son audition. <i>(100 dB/1h = 1/2 dose + 45 min de concert = 1 dose) &gt; 1 dose/semaine</i>	Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>	Document 7	<b>0,5</b>
4. Les bouchons en silicone sont utilisés par les musiciens car ils conservent la hauteur et le timbre du son. <i>La hauteur et le timbre sont conservés, même allure de spectre avant et sans bouchon en silicone.</i>	Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Document 8 (et 9)	<b>0,5</b>
5. Si le niveau sonore est de 90 dB à trois mètres de l'instrument, il sera de 84 dB à six mètres et de 78 dB à neuf mètres. <i>90 dB à 3 m donc 90 - 6 = 84 dB à 6 m 84 dB à 6m donc 84 - 6 = 78 dB à 12 m et non 9 m</i>	Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>	Document 6	<b>0,5</b>

## EXERCICE I - LA MESURE DU TEMPS (5 points)

1. (1 pt) Le document 3.b. montre que la courbe représentative de  $T^2$  en fonction de  $\ell$  est une droite passant par l'origine.  $T^2$  est proportionnelle à  $\ell$  : avec C constante,  $T^2 = C^2 \cdot \ell$  ou selon la proposition (c) retenue :  $T = C \sqrt{\ell}$

2. (0,5 pt) Selon le document 3.d. « lorsque la température augmente, le balancier se dilate » donc  $\ell$  augmente. Comme  $T = C \sqrt{\ell}$  alors la période augmente également.

3. (0,5 pt) Les forces de frottement dissipent de l'énergie sous forme de la chaleur vers le milieu extérieur et font diminuer l'énergie mécanique du pendule. Il y a diminution de l'amplitude des oscillations au cours du temps.



(0,5 pt) Document 3.c. « ...Un dispositif constitué d'une masse (appelée « poids ») et d'un système d'engrenages est associé au pendule pour compenser le phénomène d'amortissement des oscillations. L'échappement à ancre permet de bloquer la chute de la masse et ainsi de transférer à chaque oscillation une quantité d'énergie adéquate au balancier. »

4. (2,5 pts) « Comment, face aux limites des techniques, les hommes se sont adaptés pour concevoir des instruments de mesure du temps de plus en plus précis. »

1 La mesure du temps est depuis toujours l'objet d'une recherche de la précision, en liaison avec  
2 l'évolution des techniques dont elle découle et pour lesquelles elle représente un paramètre de  
3 premier ordre. Elle confirme, par son évolution **en quatre étapes bien distinctes**, le lien étroit  
4 entre mouvement et temps, depuis l'observation des phases de la Lune à la préhistoire, jusqu'au  
5 système de positionnement GPS moderne.

6 Depuis les alignements de pierres du néolithique et la position de planètes dans le ciel,  
7 passant par le « cadran solaire » indiquant l'heure depuis l'an 600 de notre ère, la mesure du  
8 temps est alors fondée sur l'observation du ciel et s'accompagne d'aléas, d'imprécisions ou de  
9 variations, en proportion de sa dépendance au caprice du temps, des saisons ou du climat.

10 Au XIIIe siècle, c'est alors l'oscillation mécanique d'un pendule qui mesure le temps. Les  
11 améliorations successives de ce qui deviendra « l'horloge » à échappement puis la montre  
12 compensent les contraintes mécaniques, de frottements ou même d'utilisation. La période du  
13 pendule dont le carré varie linéairement selon sa longueur, est impossible à l'usage de la marine  
14 qui lui préfère le ressort spirale à la masse ainsi que les engrenages miniatures.

15 Vint en troisième génération vers 1930, la piézoélectricité et l'oscillation électrique d'un  
16 quartz dont la fréquence subtilement divisée conduit à la seconde, et qui ne varie d'une seconde  
17 que tous les 6 ans.

18 C'est enfin le milieu du 20<sup>ème</sup> siècle qui voit naître le « temps atomique international »  
19 fondé sur la précision considérable de l'horloge atomique. On utilise alors, une fréquence stable  
20 et précise des radiations de transitions électroniques d'atomes comme le césium 133. Le temps  
21 devient universel et c'est lui qui mesure désormais, entre autres applications, la position.

**Grille d'évaluation de la synthèse :**

Compétences	Critères de réussite permettant d'attribuer le niveau de maîtrise « A »	Niveaux de maîtrise			
		A	B	C	D
<b>S'approprier</b>	Extraire l'information utile sur des supports variés				
<b>Analyser</b>	Organiser et exploiter les informations extraites				
<b>Communiquer</b>	Rédiger une synthèse qui répond à la question posée. La rédaction fait apparaître une maîtrise satisfaisante des compétences langagières de base et du vocabulaire scientifique.				
Note proposée :		/ 2,5			

Majorité de A et de B → 2,5 ou 2

Majorité de (A+B) et 1 C → 2 ou 1,5

Majorité de C → 1

Que des C+D → 0,5

Que des D → 0

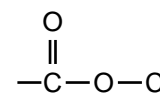
**Points clés attendus :**

- observations préhistoriques
- description et limite du cadran solaire
- principe d'une horloge mécanique (masse, auto-entretien)
- limites des horloges mécaniques et amélioration
- description de l'horloge à quartz
- description et limite (difficulté de mise en œuvre) de l'horloge atomique

Bac S 2013 Antilles Guyane Correction © <http://labolycee.org>  
**EXERCICE II – DES MOLÉCULES TÉMOINS DU MÛRISSEMENT DES POMMES (10 points)**

**Partie A : Identification des molécules A et B**

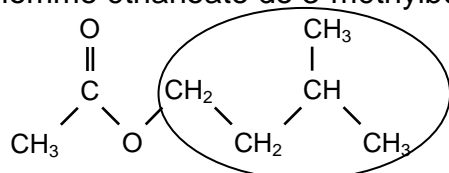
**1. Propriétés des molécules A et B.**



1.1. (0,25 pt) Dans les deux molécules A et B, on reconnaît le groupe caractéristique ester, la fonction chimique ester y est donc présente.

1.2. La molécule A se nomme éthanoate de 3-méthylbutyle.

(0,25 pt)



Groupe alkyle  
nommé 3-méthylbutyle

1.3. (0,5 pt) Les deux molécules ont la même formule brute :  $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$ , mais des formules semi-développées différentes. Les molécules A et B sont des molécules **isomères**.

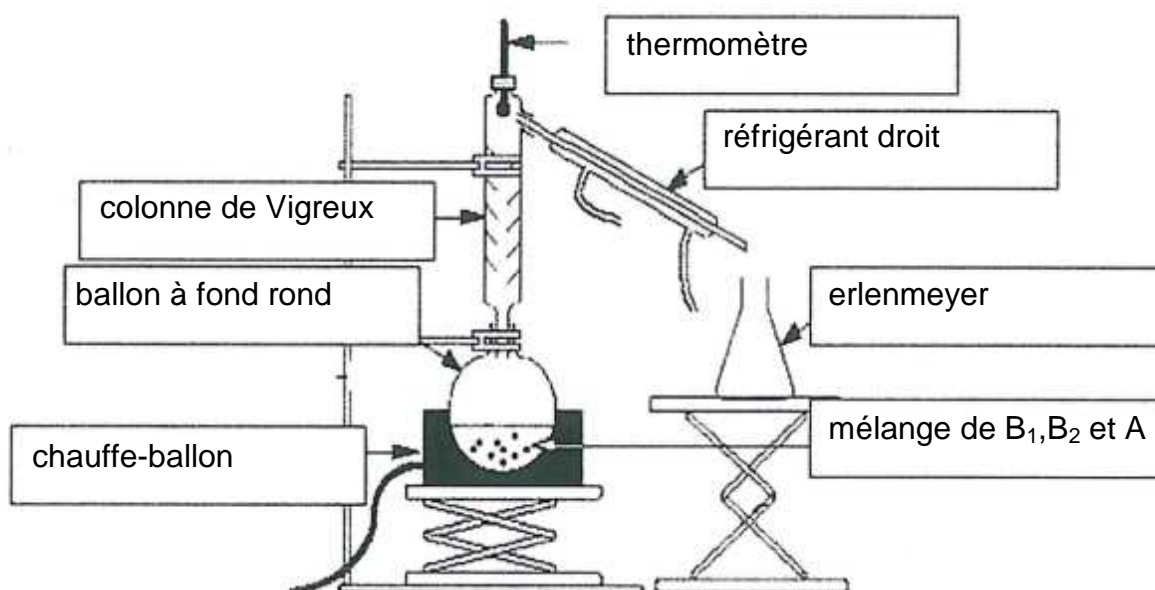
1.4. (0,5 pt) Aucun des atomes de carbone de la molécule A n'est relié à quatre groupes d'atomes différents, donc la molécule A ne présente aucun carbone asymétrique.

1.5. (0,5 pt) Les composés  $\text{B}_1$  et  $\text{B}_2$  sont images l'un de l'autre dans un miroir plan et ne sont pas superposables. Ce sont des énantiomères.

**2. Séparation des molécules A,  $\text{B}_1$  et  $\text{B}_2$  par distillation fractionnée.**

2.1.

(1 pt)



2.2. (0,75 pt) La distillation fractionnée permet de séparer des espèces chimiques dont les températures d'ébullition sont différentes ; ainsi il ne sera pas possible de séparer  $\text{B}_1$  de  $\text{B}_2$ . Tandis que A peut être séparée de  $\text{B}_1$  et  $\text{B}_2$ .

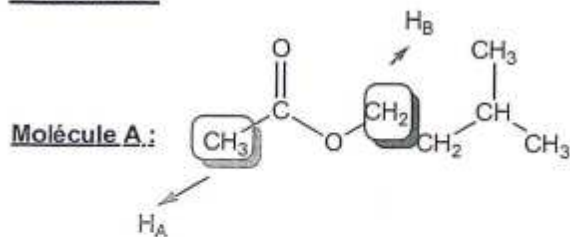
Les stéréoisomères  $\text{B}_1$  et  $\text{B}_2$  se vaporisent en premier à  $133^\circ\text{C}$ . À cette température, A reste dans le ballon.

*Remarque : la faible différence entre les températures d'ébullition nécessitera d'utiliser une grande colonne de Vigreux.*

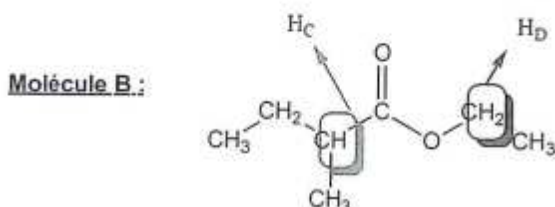


**3. Identification des molécules A et B à l'aide de la spectroscopie RMN du proton  $^1\text{H}$ .**

**3.1. (0,5 pt)** La multiplicité des signaux dépend du nombre  $n$  d'atomes hydrogène portés par les atomes de carbone voisins. Le nombre de pics dans un signal est égal à  $n+1$ .

**ANNEXE 3**

Hydrogène	Multiplicité
$\text{H}_A$	Singulet
$\text{H}_B$	Triplet



Hydrogène	Multiplicité
$\text{H}_C$	Hexuplet = Sextuplet
$\text{H}_D$	Quadruplet

**3.2. (0,25 pt)** Le spectre 1 présente un singulet or aucun atome H de la molécule B ne donne de singulet. Ce spectre 1 correspond à la molécule A.

Le spectre 2 présente un sextuplet de déplacement chimique  $\delta \approx 2,4$  ppm qui correspond aux  $\text{H}_C$  et qui est en conformité avec le tableau de données (CH-COOR).

La molécule B correspond au spectre 2.

**Partie B : Synthèse de la molécule A****1. Analyse du protocole.**

**1.1.** L'équation peut s'écrire en formules brutes :  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 + \text{C}_5\text{H}_{12}\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2 + \text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$

La conservation des éléments donne

- pour C :  $2 + 5 = 7 + x$  donc  $x = 0$
- pour H :  $4 + 12 = 14 + y$  donc  $y = 2$
- pour O :  $2 + 1 = 2 + z$  donc  $z = 1$ .

**(0,25 pt)** Le produit manquant est de l'eau  $\text{H}_2\text{O}$ .

**1.2. (0,25 pt)** L'acide sulfurique est un catalyseur. Il permet de réduire la durée de réaction.

**1.3. (0,5 pt)** La molécule A est moins soluble dans l'eau salée que dans l'eau, et moins soluble dans l'eau froide que dans l'eau à  $20^\circ\text{C}$ . Ainsi l'ajout d'eau salée glacée permet d'extraire la molécule A de la phase aqueuse.

**1.4. (0,75 pt)** Comme expliqué précédemment la molécule A est essentiellement dans la phase organique.

L'eau est essentiellement dans la phase aqueuse.

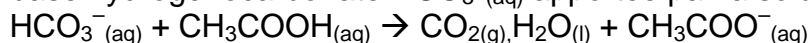
Les ions sont dans la phase aqueuse.

Le 3-méthylbutan-1-ol en excès est dans la phase organique puisqu'il possède une très faible solubilité dans l'eau salée froide.

L'acide éthanóïque, possédant une forte solubilité dans l'eau salée froide, est dans la phase aqueuse.

La phase située au-dessus est la moins dense, il s'agit de la phase organique dont tous les constituants ont des densités inférieures à 1.

**1.5. (0,5 pt)** L'effervescence est due à la réaction entre l'acide éthanóïque  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$  et la base hydrogénocarbonate  $\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$  apportée par la solution d'hydrogénocarbonate de sodium.



Du dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$  gazeux est libéré.



**2. Calcul du rendement :**

$$2.1. (1 \text{ pt}) d = \frac{\rho}{\rho_{\text{eau}}} \text{ donc } \rho = d \cdot \rho_{\text{eau}}$$

$$m = \rho \cdot V \text{ donc } m = d \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V$$

$$n = \frac{m}{M} \text{ finalement } n = \frac{d \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V}{M}$$

Quantité de matière de 3-méthylbutan-1-ol :

$$n_1 = \frac{0,81 \times 1,00 \times 20,0}{88} = \mathbf{0,18 \text{ mol de 3-méthylbutan-1-ol}}$$

Quantité de matière d'acide éthanoïque :

$$n_2 = \frac{1,05 \times 1,00 \times 30,0}{60} = \mathbf{0,53 \text{ mol d'acide éthanoïque}}$$

$$2.2. (0,75 \text{ pt}) \text{ D'après l'énoncé, rendement : } r = \frac{n_A}{n_{\text{limitant}}}$$

- On a obtenu  $V = 18,1 \text{ mL}$  de la molécule A, déterminons la quantité de matière  $n_A$  correspondant : d'après 2.1.  $n = \frac{d \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V}{M}$

$$n_A = \frac{0,87 \times 1,00 \times 18,1}{130} = 0,12 \text{ mol de molécules A.}$$

- Déterminons le réactif limitant :

2 méthodes au choix

*Méthode 1 : à privilégier quand les coefficients stœchiométriques sont égaux à 1*

$n_1 < n_2$  et comme une mole d'acide éthanoïque réagit avec une mole de 3-méthylbutan-1-ol, le réactif limitant est alors le 3-méthylbutan-1-ol.

*Méthode 2 : On peut aussi utiliser un tableau d'avancement.*

équation chimique		3-méthylbutan-1-ol + acide éthanoïque $\rightarrow$ A + H <sub>2</sub> O			
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	$x = 0$	$n_1$	$n_2$	0	
En cours de transformation	$x$	$n_1 - x$	$n_2 - x$	$x$	
État final	$x = x_{\text{max}}$	$n_1 - x_{\text{max}}$	$n_2 - x_{\text{max}}$	$x_{\text{max}}$	

Si le 3-méthylbutan-1-ol est limitant, alors  $n_1 - x_{\text{max}} = 0$ , donc  $n_1 = x_{\text{max}}$ .

Si l'acide éthanoïque est limitant alors  $n_2 - x_{\text{max}} = 0$  donc  $n_2 = x_{\text{max}}$ .

Le réactif limitant est celui qui conduit à la valeur de l'avancement maximal la plus faible ;  $n_1 < n_2$  donc il s'agit du 3-méthylbutan-1-ol.

$$\text{Rendement : } r = \frac{0,12}{0,18} = 0,66 = \mathbf{66 \%} \quad \text{calcul effectué avec } n_A \text{ et } n_1 \text{ non arrondies}$$

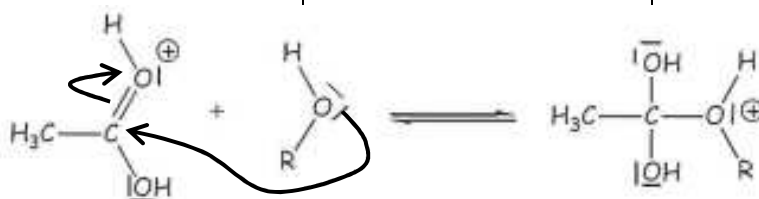
**3. étude du mécanisme de la réaction d'estérification.**

3.1. (0,5 pt) Annexe 4	Substitution	Addition	Élimination
Étape 2		X	
Étape 4			X

3.2.

(0,5 pt)

Etape 2 :



3.3. (0,5 pt) Le cation  $\text{H}^+$  est attaqué par un doublet d'un atome d'oxygène lors de l'étape 1 du mécanisme. Puis ce cation  $\text{H}^+$  est libéré en fin de réaction lors de l'étape 5.  $\text{H}^+$  est bien un catalyseur, le mécanisme réactionnel confirme qu'il n'intervient pas dans le bilan réactionnel.

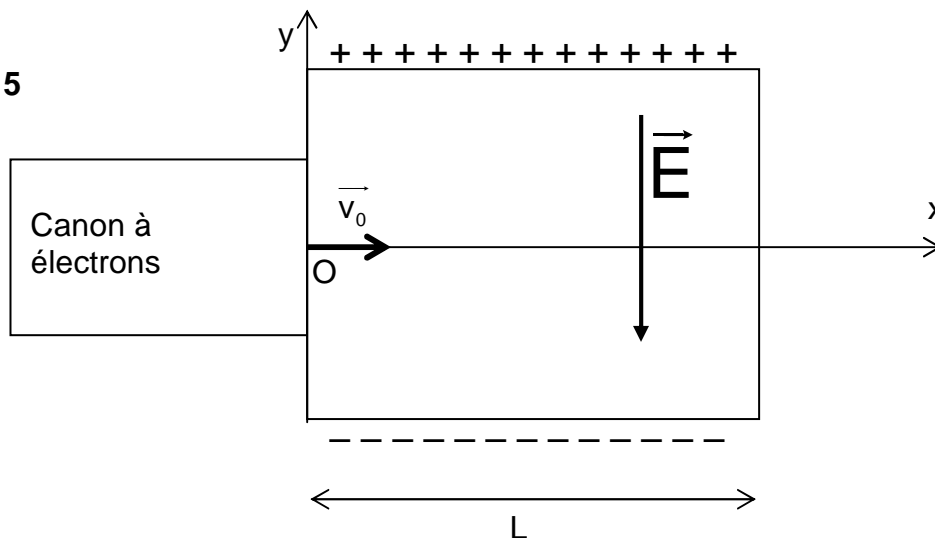
Bac S 2013 Antilles Guyane Correction © <http://labolycee.org>  
**EXERCICE III – DÉTERMINATION DU RAPPORT  $e/m$  POUR L'ÉLECTRON (5 points)**

**1. Détermination du caractère négatif de la charge de l'électron par J.J.Thomson.**

1.1. D'après l'échelle de 1,0 cm pour  $5,0 \text{ kV.m}^{-1}$ , et comme  $E = 15,0 \text{ kV.m}^{-1}$ , on en déduit que  $\vec{E}$  sera représenté par une flèche de 3,0 cm.

(0,5 pt)

Annexe 5



1.2. (0,5 pt) (*Lire la question suivante avant de répondre*) Le document 4 indique que des particules de charges opposées s'attirent. Le faisceau d'électrons étant attiré par la plaque chargée positivement, c'est que les électrons sont porteurs d'une charge négative.

1.3. (0,5 pt)  $\vec{F} = -e\vec{E}$

Entre les plaques, l'électron n'est soumis qu'à la force électrostatique qui le dévie vers la plaque chargée positivement. Cette force est donc de sens opposé au champ électrostatique, et comme  $\vec{F} = q\vec{E}$ , cela impose que  $q < 0$ .

**2. Détermination du rapport e/m pour l'électron.**

**2.1. (1,5 pt)** On applique la deuxième loi de Newton au système électron, dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{dm \cdot \vec{v}}{dt} = \frac{dm}{dt} \cdot \vec{v} + m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} \text{ comme } m = \text{Cte alors } \frac{dm}{dt} = 0 \text{ et il vient } \vec{F} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = m \cdot \vec{a}$$

$$-e \cdot \vec{E} = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{a} = \frac{-e \cdot \vec{E}}{m}$$

Le vecteur accélération est de sens opposé au vecteur champ  $\vec{E}$ .

Par projection suivant les axes du repère défini dans le document 5, on obtient  $\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = \frac{e \cdot E}{m} \end{cases}$

**2.2.1. (0,5 pt)**  $y(x=L) = h$ 

$$h = \frac{e \cdot E}{2 \cdot m \cdot v_0^2} \cdot L^2$$

$$\frac{e}{m} = \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot h}{E \cdot L^2}$$

$$\mathbf{2.2.2. (0,5 pt)} \quad \frac{e}{m} = \frac{2 \times (2,27 \times 10^7)^2 \times 1,85 \times 10^{-2}}{15,0 \times 10^3 \times (8,50 \times 10^{-2})^2} = 1,76 \times 10^{11} \text{ C.kg}^{-1}$$

$$\mathbf{2.2.3. (0,5 pt)} \quad U\left(\frac{e}{m}\right) = \frac{e}{m} \cdot \sqrt{\left[\left(\frac{U(h)}{h}\right)^2 + \left(\frac{U(E)}{E}\right)^2 + 4\left(\frac{U(v_0)}{v_0}\right)^2 + 4\left(\frac{U(L)}{L}\right)^2\right]}$$

$$U\left(\frac{e}{m}\right) = 1,76 \times 10^{11} \times \sqrt{\left[\left(\frac{0,05}{1,85}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{15,0}\right)^2 + 4\left(\frac{0,02}{2,27}\right)^2 + 4\left(\frac{0,05}{8,50}\right)^2\right]}$$

$$U\left(\frac{e}{m}\right) = 6 \times 10^9 \text{ C.kg}^{-1} = 0,06 \times 10^{11} \text{ C.kg}^{-1}$$

*On ne conserve qu'un seul chiffre significatif pour l'incertitude*

$$\mathbf{(0,5 pt)} \quad \frac{e}{m} = (1,76 \pm 0,06) \times 10^{11} \text{ C.kg}^{-1}$$

**Bac S 2013 Antilles Guyane Correction © <http://labolycee.org>**  
**EXERCICE III – L'EFFET LARSEN Spécialité (5 points)**

1. L'effet Larsen se produit si le microphone et le haut-parleur, connectés sur le même système d'amplification sont suffisamment proches. Alors le niveau sonore du haut-parleur capté par le micro devient supérieur au niveau sonore émis par le chanteur.
2. L'effet Larsen peut endommager le matériel (micro et haut-parleur) et il peut aussi produire un sifflement très douloureux pour les auditeurs.
3. L'effet Larsen est parfois recherché par les guitaristes afin de créer de nouvelles sonorités.

4. Fréquence du son musical  $f = \frac{1}{T}$

$$f = \frac{1}{2,25 \times 10^{-3}} = 444 \text{ Hz}$$

$$\text{Incertitude } U(f) = f \cdot \frac{U(T)}{T}$$

$$U(f) = \frac{1}{2,25 \times 10^{-3}} \times \frac{0,05}{2,25} = 1 \times 10^1 \text{ Hz} = 0,1 \times 10^2 \text{ Hz}$$

On ne garde qu'un seul chiffre significatif pour  $U$ .

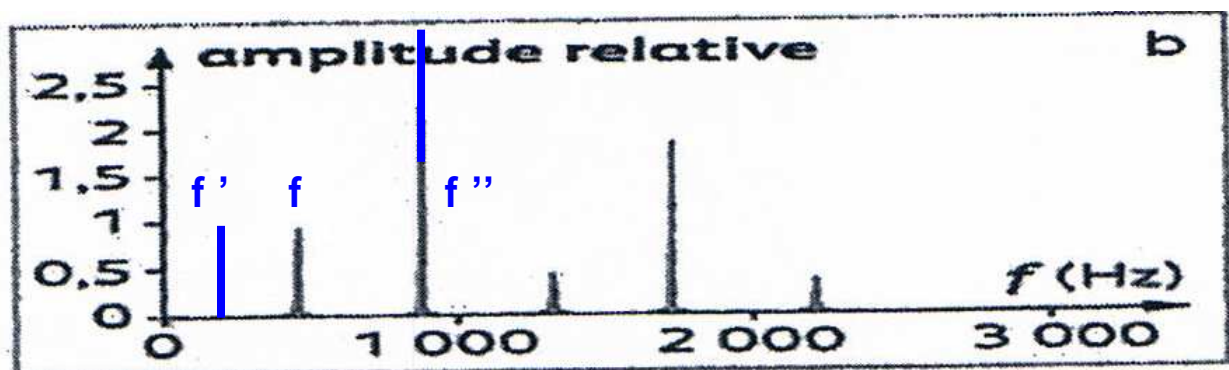
D'après la valeur de l'incertitude, on peut dire que la fréquence n'est connue qu'à une dizaine de hertz près, ainsi on ne peut conserver que les centaines et dizaines dans sa valeur.

$$f = (4,4 \pm 0,1) \times 10^2 \text{ Hz}$$

5. « La pédale Octavia permet de créer un son pur à l'octave inférieure de la fréquence du fondamental du son joué » et « Une note jouée à l'octave inférieure de la première a une fréquence moitié par rapport à elle. »

Dans le spectre, il y a apparition d'un pic à la fréquence  $f' = \frac{f}{2}$  ( $= 2,2 \times 10^2 \text{ Hz}$ ).

« ... et de renforcer l'amplitude de l'harmonique située à l'octave supérieure du son joué. »  
 Le pic de fréquence  $f'' = 2f$  ( $= 8,8 \times 10^2 \text{ Hz}$ ) voit son amplitude renforcée.



**6. Données :** Pour  $d = 1,0 \text{ m}$ ,  $L_{\text{HP}} = 92 \text{ dB}$   
 Niveau sonore du chanteur :  $L_C = 73 \text{ dB}$   
 Angle de  $90^\circ$  entre l'axe du micro et le haut-parleur.

Que nous apprennent les documents ?

Doc.1 : L'effet Larsen apparaît dès que le niveau sonore  $L$  du haut-parleur capté par le microphone est supérieur au niveau sonore émis directement par le chanteur  $L_C (= 73 \text{ dB})$ .

Doc.4 :  $I = I_0 \cdot 10^{L/10}$

Doc.5 :  $P = \text{Cte} = 4\pi \cdot d^2 \cdot I$  où  $d$  est la distance entre le haut-parleur et le microphone.

Donc si  $d$  augmente alors  $I$  diminue.

Doc.6 : Pour un angle de  $90^\circ$ , le son capté par le micro est atténué d'environ  $6 \text{ dB}$  par rapport au son.

Le niveau sonore  $L$  du haut-parleur capté par le micro est atténué de  $6 \text{ dB}$ . Il faut donc que  $L_x$  soit de  $L_C + 6 = 79 \text{ dB}$ .

L'effet Larsen se produit si  $L_x > 79 \text{ dB}$ .

Soit si  $I > I_0 \cdot 10^{L_x/10}$

$$I > 10^{-12} \times 10^{7,9}$$

$$I > 10^{-4,1} \text{ W.m}^{-2}$$

On cherche la distance  $d$  entre le micro et le haut-parleur qui correspond à cette intensité sonore.

La puissance acoustique du haut-parleur est constante, elle s'exprime par  $P = 4\pi \cdot d^2 \cdot I$ .

Puissance à  $1,0 \text{ m}$  = Puissance à  $d \text{ m}$

$$4\pi \cdot 1,0^2 \times I(1\text{m}) = 4\pi \cdot d^2 \cdot I$$

$$I(1\text{m}) = d^2 \cdot I$$

Pour  $d = 1,0 \text{ m}$ ,  $L_{\text{HP}} = 92 \text{ dB}$  ; donc  $I(1\text{m}) = I_0 \cdot 10^{92/10} = 10^{-12} \times 10^{9,2} = 10^{-2,8} \text{ W.m}^{-2}$

$$10^{-2,8} = d^2 \cdot I$$

$$I = \frac{10^{-2,8}}{d^2} \quad \text{Si } d \text{ augmente, on vérifie que } I \text{ diminue.}$$

$$\frac{10^{-2,8}}{d^2} > 10^{-4,1}$$

$$\frac{10^{-2,8}}{10^{-4,1}} > d^2$$

$$10^{1,3} > d^2$$

$$\sqrt{10^{1,3}} > d$$

L'effet Larsen se produit si  $d < 4,5 \text{ m}$ .

**Merci de nous signaler d'éventuelles erreurs par courriel à [labolycee@labolycee.org](mailto:labolycee@labolycee.org)**

## EXERCICE I. UN NOUVEAU STOCKAGE OPTIQUE : LE BLU-RAY (7,5 Points)

**1. Le LASER, faisceau de lumière cohérente :**

**1.1. (0,25 pt)** L'atome reçoit de l'énergie pour être excité. Il est le plus excité lorsqu'il est au niveau d'énergie supérieure  $E_2 = 7,5 \text{ eV}$ .

**1.2. (0,5 pt)** L'émission stimulée a lieu lorsque l'atome reçoit un photon d'énergie  $E = E_2 - E_1$ .

$$E = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h \cdot c}{E_2 - E_1}$$

$$\lambda = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{(7,56 - 4,49) \times 1,60 \times 10^{-19}} = 4,04 \times 10^{-7} \text{ m} = 404 \text{ nm}$$

**1.3. (0,25 pt)** L'atome émet une radiation de même longueur d'onde que celle reçue.

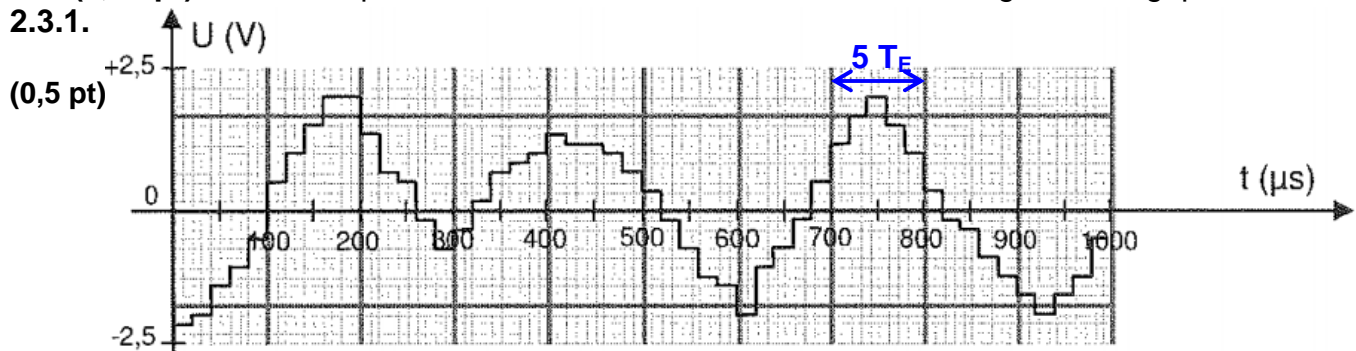
**1.4. (0,5 pt)** La lumière LASER est unidirectionnelle, et elle est monochromatique.

**2. Stockage des informations sur le disque LASER :**

**2.1. (0,25 pt)** L'information étant codée à l'aide de deux valeurs 0 et 1, on dit qu'elle est stockée sous forme binaire.

**2.2. (0,25 pt)** La tension prend une infinité de valeurs, elle forme un signal analogique.

**2.3.1.**



$$5T_E = 100 \mu\text{s}$$

$$T_E = 20 \mu\text{s} = 20 \times 10^{-6} \text{ s}$$

$$f_E = \frac{1}{T_E}$$

$$f_E = \frac{1}{20 \times 10^{-6}} = 5 \times 10^4 \text{ Hz} = 50 \text{ kHz}$$

**2.3.2. (0,25 pt)** Pour que le signal envoyé au haut-parleur se rapproche davantage de celui délivré par le microphone, il faudrait augmenter la fréquence d'échantillonnage.

**3. Lecture des informations sur le disque LASER :**

**3.1. (0,5 pt)** Pour que les interférences soient destructives, il faut que la différence de marche soit  $\Delta L = (2n+1) \cdot \frac{\lambda}{2}$  avec  $n$  entier relatif.

**3.2. (0,25 pt)**  $\Delta L = 2d$  et  $|\Delta L|$  est minimale si  $n = 0$

$$2d = \frac{\lambda}{2} \text{ donc } d = \frac{\lambda}{4}$$

**3.3. (0,5 pt)**  $\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$

$$d = \frac{\lambda_0}{4 \cdot n}$$

$$d = \frac{780}{4 \times 1,55} = 126 \text{ nm}$$

**3.4. (0,25 pt)** Le capteur reçoit le plus de lumière lorsque les interférences sont constructives. C'est-à-dire lorsque tous les rayons lumineux du faisceau LASER parcourent la même distance. D'après la figure 1, c'est le cas lorsqu'il y a détection d'un 0.

#### 4. Intérêt de la technologie Blu-Ray :

**4.1. (0,5 pt)** Le faisceau LASER utilisé pour le Blu-ray a pour longueur d'onde dans le vide  $\lambda_0 = 405 \text{ nm}$ , ce qui correspond à une lumière de couleur violet / bleu.

**4.2. (0,25 pt)** L'ouverture circulaire du Laser se comporte comme un trou, le faisceau Laser peut être diffracté. Il ne conserve pas sa forme cylindrique mais devient conique, il s'élargit.

**4.3. (0,25 pt)**  $D = 1,22 \cdot \frac{\lambda_0}{NA}$

**(0,25 pt)**  $D = 1,22 \times \frac{405}{0,85} = 581 \text{ nm}$

Le faisceau lumineux ne doit éclairer qu'une seule ligne de données, son diamètre doit être inférieur à  $2\ell$  :  $D < 2\ell$ , donc  $\ell > \frac{D}{2}$ .

$\ell > 291 \text{ nm}$  ou  $\ell > 0,291 \mu\text{m}$

**(0,25 pt)** Sur le document 6, on lit  $\ell = 0,30 \mu\text{m} > 0,291 \mu\text{m}$  donc le diamètre du spot est compatible.

**4.4. (0,5 pt)** On suppose que « Sans modifier la surface » signifie que l'on ne modifie pas le diamètre du disque mais que l'on peut agir sur la distance  $\ell$  entre les pistes, ou sur la longueur des cavités.

Pour augmenter la capacité du disque, il faut diminuer la distance  $\ell$  entre les pistes.

Mais il faut alors diminuer le diamètre du faisceau lumineux  $D = 1,22 \cdot \frac{\lambda_0}{NA}$ , pour cela on diminue la longueur d'onde de la lumière utilisée ou on augmente l'ouverture numérique NA.

**4.5. (0,5 pt)** 46 Gio de données en 4 heures  
 $46 \times 2^{30} \text{ octets} = 46 \times 2^{30} \times 8 \text{ bits} = \frac{46 \times 2^{30} \times 8}{2^{20}} \text{ Mibits en } 4 \times 3600 \text{ s.}$

Soit un débit binaire de  $\frac{46 \times 2^{30} \times 8}{4 \times 3600} = \frac{46 \times 2^{30} \times 8}{2^{20} \times 4 \times 3600} = \mathbf{26 \text{ Mibits/s}}$

**4.6.1. (0,25 pt)** Taille de l'image (bits) = nombre de pixels  $\times 24$

Taille de l'image (Mibits) =  $\frac{720 \times 900 \times 24}{2^{20}} = \mathbf{15 \text{ Mibits}}$

**4.6.2. (0,25 pt)** Nombre d'images par seconde =  $\frac{\text{débit binaire}}{\text{taille d'une image}}$

Nombre d'images par seconde =  $\frac{26}{15} = 1,8 \text{ image/s}$  *calcul avec les valeurs non arrondies*

Le débit binaire permettrait d'afficher moins de deux images par seconde.

**4.6.3. (0,25 pt)** Pour éviter l'effet de clignotement, il faut augmenter le nombre d'images par seconde afin qu'il atteigne 25.

Comme il n'est pas possible d'augmenter le débit binaire du lecteur de DVD, alors il faut réduire la taille des images à l'aide d'un protocole de compression.

*Pour en savoir plus lisez cet article issu de « Pour la Science - N° 387 - Janvier 2010 »*

[http://www.pourlascience.fr/ewb\\_pages/f/fiche-article-un-rayon-bleu-pour-des-disques-plus-denses-23907.php](http://www.pourlascience.fr/ewb_pages/f/fiche-article-un-rayon-bleu-pour-des-disques-plus-denses-23907.php)



**Bac S 2013 Asie Correction © <http://labolycee.org>  
EXERCICE II – CHIMIE ORGANIQUE RELATIVISTE (7,5 points)**

**1. Étude de la transformation chimique**

**1.1. (0,25 pt)** L'atome le plus électronégatif attire davantage les électrons partagés de la liaison, il est porteur d'une charge partielle négative ; l'autre atome est porteur d'une charge partielle positive.

**(0,25 pt)** Ainsi on a  $\overset{\delta^+}{\text{C}} - \overset{\delta^-}{\text{Cl}}$  et  $\overset{\delta^-}{\text{O}} - \overset{\delta^+}{\text{H}}$

**1.2. (0,5 pt)** On peut envisager que l'atome de carbone central du 2-chloro-2-méthylpropane soit un site accepteur de doublet d'électrons, et que l'atome d'oxygène de l'eau soit un donneur de doublet d'électrons.

**1.3. (0,5 pt)** Le produit P1 résulte d'une réaction de substitution, en effet l'atome de chlore du 2-chloro-2-méthylpropane a été substitué par un groupe hydroxyle OH.

Le produit P2 résulte d'une réaction d'élimination.

**1.4. (0,75 pt)**

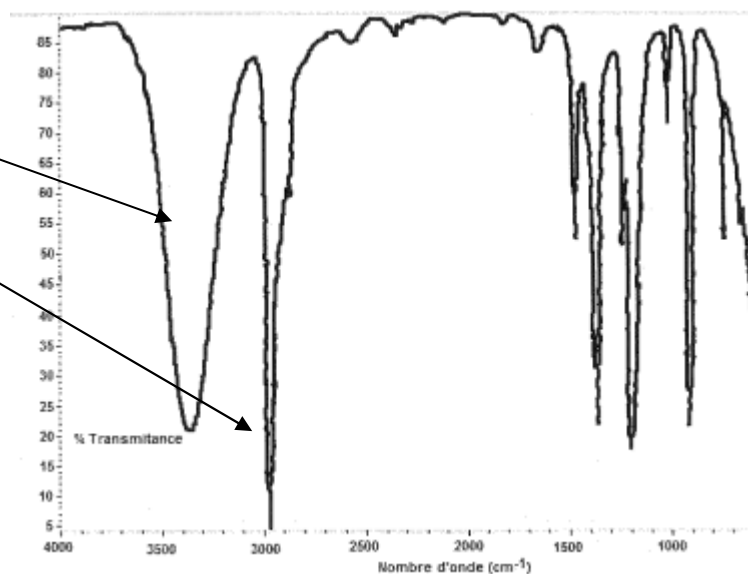
Groupe O – H : **présent**

Groupe C – H, C lié à une double liaison : **absent**

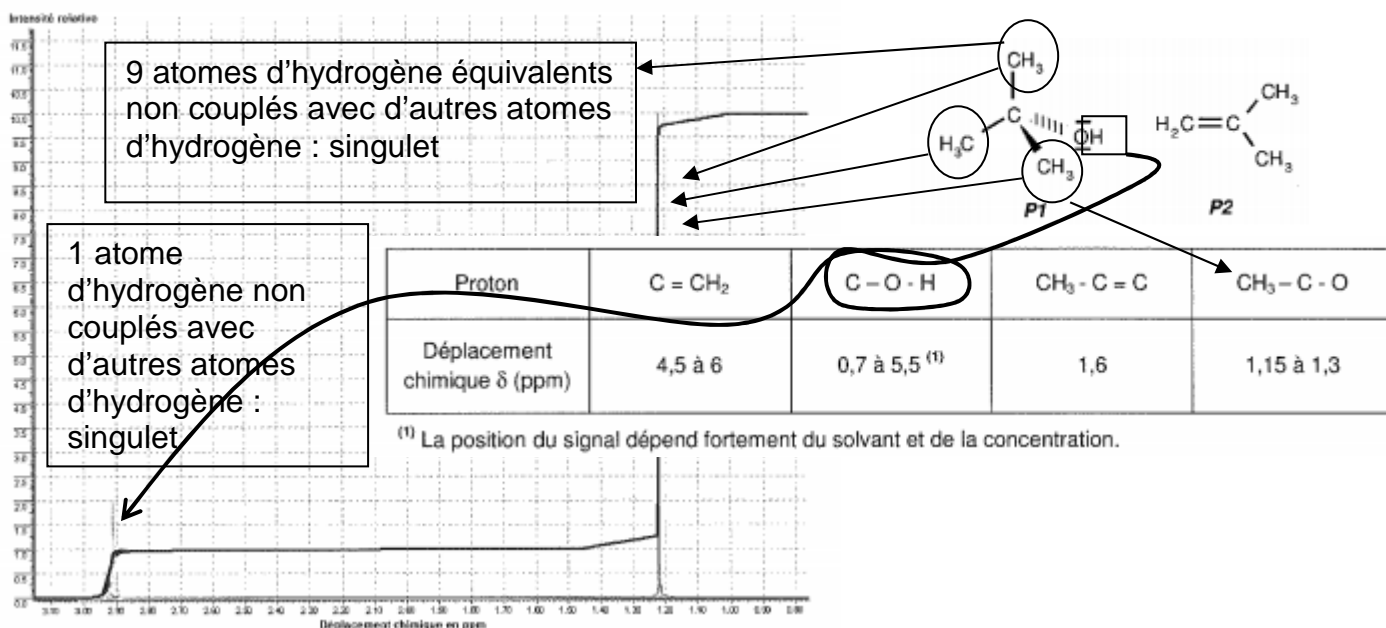
Groupe C – H, C ayant 4 liaisons covalentes **présent**

Groupe C = C : **absent**

La spectroscopie IR permet d'identifier P1.

**1.5. (0,75 pt)**

Le spectre de RMN permet d'identifier P1.



**1.6. (0,25 pt)** Comme le produit de la réaction est P1, la réaction étudiée est une **substitution**.

**1.7. (0,25 pt)** Écrivons l'équation de la réaction :  $(\text{CH}_3)_3\text{CCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_3)_3\text{COH} + \text{Cl}^- + \text{H}^+$

Au cours de la réaction des ions apparaissent dans le milieu réactionnel, ainsi l'augmentation de la conductivité permet de suivre l'avancement de la réaction.

## 2. Étude de la cinétique de la réaction.

**2.1. (0,25 pt)** Pour l'expérience A<sub>3</sub>, à la date  $t = 1200$  s, on constate que la conductivité  $\sigma$  est devenue presque constante : la réaction est terminée. Or à cette même date, pour les expériences A<sub>2</sub> et A<sub>3</sub> la conductivité augmente encore. La durée de réaction est plus courte pour l'expérience A<sub>3</sub>, ainsi la vitesse de réaction est plus élevée lorsque la température est plus forte.

*Remarque :* Le raisonnement ci-après a été donné par de nombreux candidats et accepté comme étant juste, mais il n'est pas rigoureusement correct car l'énoncé indique que  $K$  est une constante qui dépend de la température.

Pour une durée de 1200 s,  $\sigma_{A3} > \sigma_{A2} > \sigma_{A1}$  comme  $\sigma = K \cdot x$  on en déduit que  $x_{A3} > x_{A2} > x_{A1}$ .

Pour une même durée, plus l'avancement est élevé et plus la vitesse de réaction est grande.

On constate que la vitesse de réaction est plus grande lorsque la température est plus élevée.

**2.2. (0,5 pt)** Pour l'expérience A<sub>3</sub>, à la date  $t = 1200$  s, on constate que la conductivité  $\sigma$  est devenue presque constante : la réaction est terminée. Or à cette même date, pour l'expérience B la conductivité augmente encore. La durée de réaction est plus courte pour l'expérience A<sub>3</sub>, ainsi la vitesse de réaction est plus élevée lorsque la proportion eau / acétone est plus élevée.

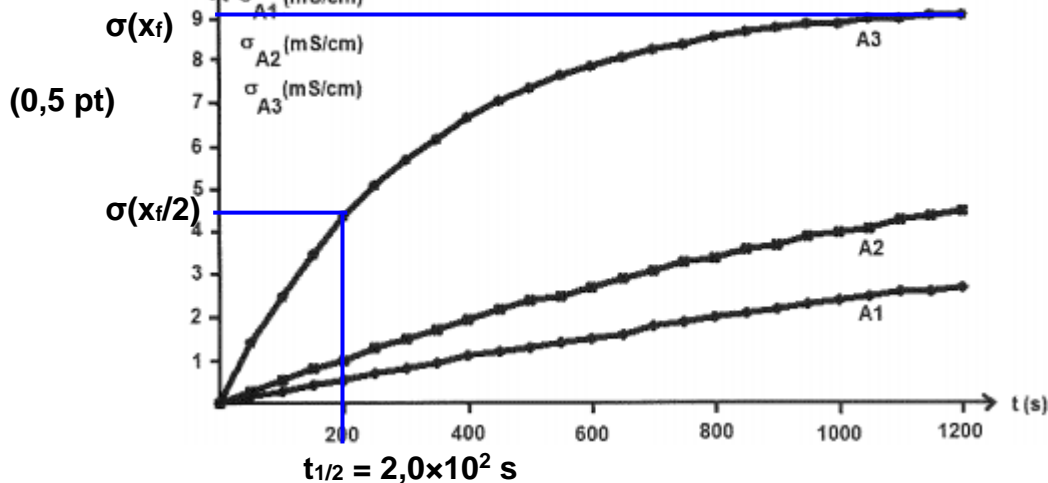
*Remarque :* Le raisonnement ci-après a été donné par de nombreux candidats et accepté comme étant juste, mais il n'est pas rigoureusement correct car l'énoncé indique que  $K$  est une constante qui dépend du mélange considéré.

$\sigma_B(t = 1200 \text{ s}) < \sigma_{A3}(t = 1200 \text{ s})$

La diminution de la proportion eau / acétone (Exp. B) a pour conséquence une diminution de la vitesse de réaction.

**2.3. (0,25 pt)** Le temps de demi-réaction est la durée au bout de laquelle l'avancement atteint la moitié de sa valeur finale.

**2.4.**



**3. Cinétique relativiste.**

**3.1. (0,5 pt)** Le temps propre est la durée mesurée dans le référentiel propre, c'est-à-dire dans le référentiel de l'engin spatial où les événements émission 1 et émission 2 du signal lumineux ont lieu au même endroit.

**3.2. (0,25 pt)** Les deux référentiels étudiés sont le référentiel propre qu'est l'engin spatial et le référentiel lié à la Terre (et aux balises).

**3.3. (0,25 pt)**  $\Delta t_P$  durée propre et  $\Delta t_m$  durée mesurée.

**3.4. (0,25 pt)**  $\Delta t_P$  mesurée dans l'engin spatial et  $\Delta t_m$  mesurée dans le référentiel lié à la Terre.

**3.5. (0,25 pt)** Pour mesurer  $\Delta t_P$  une seule horloge suffit, les événements début de la réaction et  $x(t = t_{1/2})$  ont lieu au même endroit.

$$\mathbf{3.6.} \quad \frac{1}{\gamma^2} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$$

$$\frac{1}{\gamma^2} = 1 - \frac{(0,80.c)^2}{c^2} = 1 - 0,80^2$$

$$\gamma^2 = \frac{1}{1 - 0,80^2}$$

$$\mathbf{(0,25 pt)} \quad \gamma = \sqrt{\frac{1}{1 - 0,80^2}} = 1,7$$

$$\Delta t_m = \gamma \cdot \Delta t_P$$

$$\mathbf{(0,25 pt)} \quad \Delta t_m = \left( \sqrt{\frac{1}{1 - 0,80^2}} \right) \times 1000 = \mathbf{1,7 \times 10^3 \text{ s}}$$

**3.7. (0,25 pt)**  $\Delta t_m > \Delta t_P$ .

La vitesse du vaisseau spatial est très élevée et proche de celle de la lumière, elle entraîne une dilatation des durées pour un observateur situé dans le référentiel lié à la Terre.

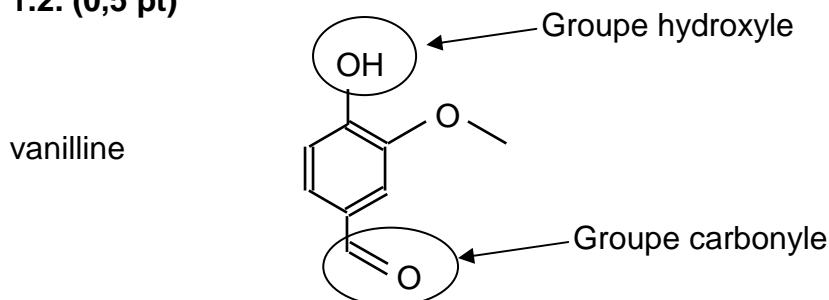
**3.8. (0,25 pt)** La dilatation des durées est constatée expérimentalement avec des particules cosmiques que sont les muons. Leur durée de vie est plus grande mesurée sur Terre quand dans leur référentiel propre.

**Bac S 2013 Asie Correction © <http://labolycee.org>  
EXERCICE III – L'ARÔME DE VANILLE (5 points)**

**1. À propos de la molécule de vanilline.**

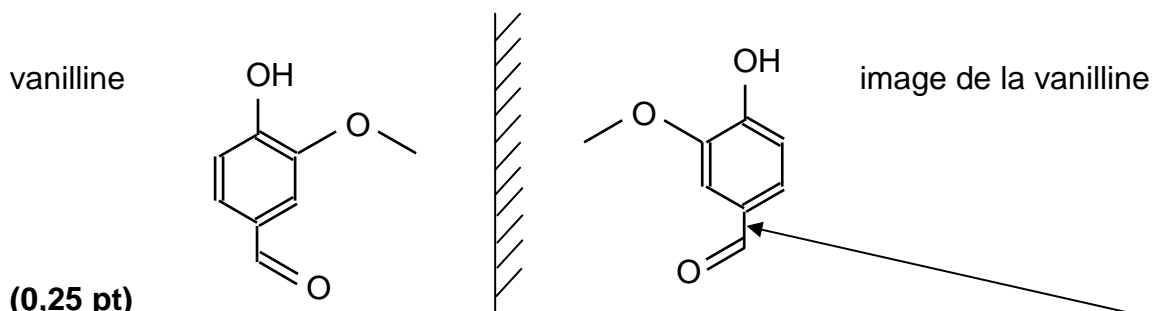
1.1. (0,5 pt) La molécule de vanilline ne présente aucun atome de carbone lié à quatre groupes d'atomes différents. Ainsi, elle ne possède pas d'atome de carbone asymétrique.

1.2. (0,5 pt)



1.3. (0,25 pt) La molécule d'éthylvanilline possède un groupe méthyle  $\text{CH}_3$  supplémentaire par rapport à la vanilline. Ces molécules n'ont pas la même formule brute, elles ne sont pas isomères. La **proposition a est fausse**.

Une molécule chirale n'est pas superposable à son image dans un miroir plan.



(0,25 pt)

Ces deux molécules sont superposables car il y a libre rotation autour de cette liaison C – C. On peut conduire le même raisonnement pour l'éthylvanilline.

**La proposition b est fausse.**

*Remarque : Certaines molécules chirales ne possèdent pas d'atome de carbone asymétrique.*

**2. Dosage spectrophotométrique de la vanilline contenue dans un extrait de vanille acheté dans le commerce.**

2.1. (0,25 pt) L'extraction est réalisée à l'aide d'une **ampoule à décanter**.

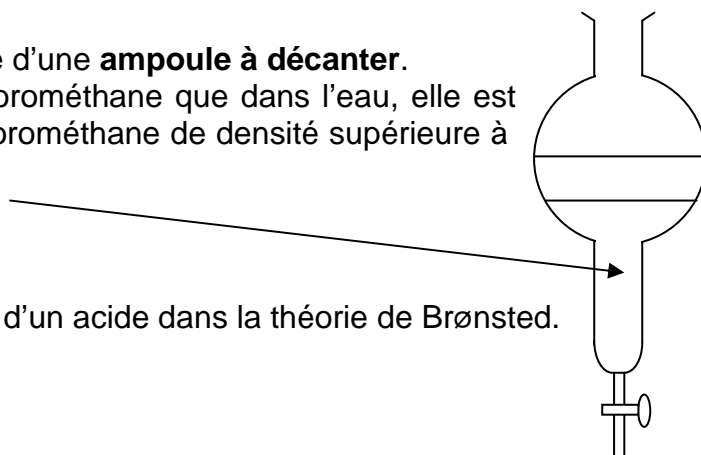
La vanilline étant plus soluble dans le dichlorométhane que dans l'eau, elle est extraite de l'eau et se retrouve dans le dichlorométhane de densité supérieure à l'eau.

La vanilline est **dans la phase inférieure**.

(0,25 pt)

2.2. La vanilline a cédé un proton  $\text{H}^+$ , il s'agit d'un acide dans la théorie de Brønsted.

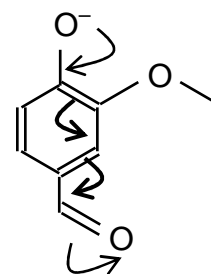
(0,5 pt)



2.3.1. La courbe montre que l'ion phénolate n'absorbe pas la lumière ( $A = 0$ ) pour  $\lambda > 400$  nm. Cet ion n'absorbe pas dans le domaine visible.

(0,25 pt)

2.3.2. (0,25 pt) L'ion contient moins de 7 doubles liaisons conjuguées, son maximum d'absorption n'est pas dans le domaine visible. Les solutions basiques de vanilline ne sont pas colorées.



2.4.1. Voir courbe ci-contre :

(0,5 pt)

2.4.2. (0,25 pt)

La courbe représentative de la fonction  $A = f(c)$  est une droite passant par l'origine.

A et c sont liées par une fonction linéaire, elles sont proportionnelles. Ce qui peut se traduire par  $A = k.c$ .

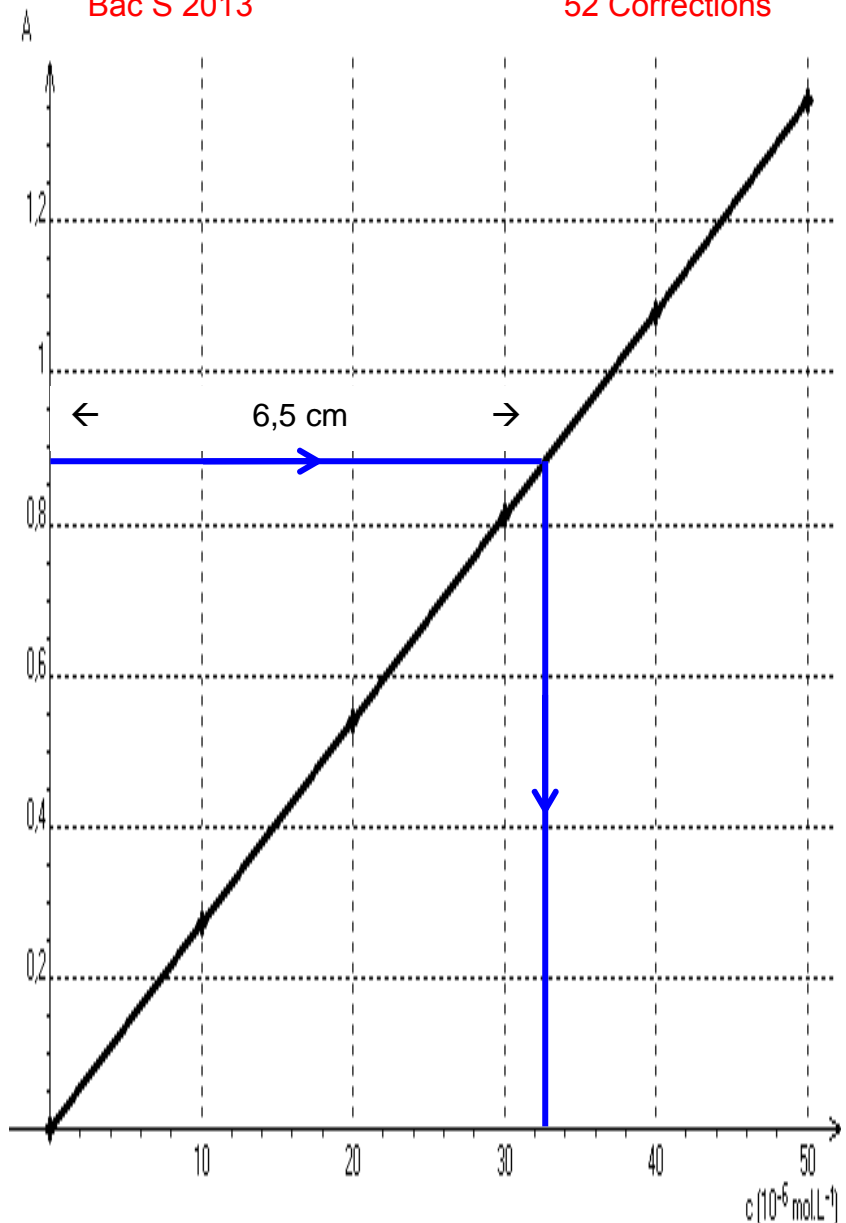
2.5. (0,5 pt) Méthode graphique :

On détermine l'abscisse du point d'ordonnée 0,88.

$$c = 6,5 \times 0,50 \times 10^{-5}$$

$$c = 3,3 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$c = 33 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$$



2.6. Attention « Compte tenu du protocole suivi ».

(0,75 pt)

On a procédé à une dilution avant de doser la vanilline.

Solution mère :

$V_0 = 1,0 \text{ mL}$  d'échantillon de vanille liquide  
concentration massique  $t_0$  ?

Solution fille (solution dosée) :

$V_1 = 250 \text{ mL}$

$t_1 = c.M$

$t_1 = 32,5 \times 10^{-5} \times 152$

$t_1 = 4,94 \times 10^{-3} \text{ g.L}^{-1}$

Au cours de la dilution, la masse de vanilline se conserve :  $m_0 = m_1$

$$t_0 \cdot V_0 = t_1 \cdot V_1$$

$$t_0 = \frac{t_1 \cdot V_1}{V_0}$$

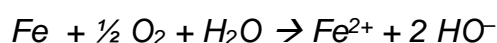
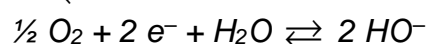
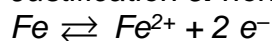
$$t_0 = \frac{4,94 \times 10^{-3} \times 250}{1,0} = 1,2 \text{ g.L}^{-1}$$

**Bac S 2013 Asie Spécialité Correction © <http://labolycee.org>**  
**EXERCICE III –ÉTUDE DE LA FABRICATION D'UN PONTON EN MILIEU MARIN (5 points)**

**1. QCM**

Questions	Réponses	Documents
1. La corrosion des piliers métalliques est la même sur toute leur hauteur.	<b>Non</b>	<b>Doc. 3</b>
2. La quantité de dioxygène est identique sur toute la hauteur du pilier métallique.	<b>Non</b>	<b>Doc. 2</b>
3. La corrosion est la plus importante à la base du pilier métallique.	<b>Non</b>	<b>Doc. 3</b>
4. La température moyenne a une influence sur la perte d'épaisseur d'acier au cours du temps.	<b>Oui</b>	<b>Doc. 4</b>
5. L'équation d'oxydoréduction associée à la corrosion humide peut être écrite : $\text{Fe}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2 \text{HO}^-_{(aq)} + \text{Fe}^{2+}_{(aq)}$	<b>Non</b>	<b>Doc. 1</b>
6. Un pilier métallique perd 0,2 mm d'épaisseur au bout de 5 ans en présence d'une atmosphère humide et polluée.	<b>Oui</b>	<b>Doc. 4</b>

*Justification 5. non demandée*



**2. Question de synthèse*****Caractéristiques de la corrosion des piliers métalliques au bord de la mer***

Les piliers métalliques du ponton sont en acier, il s'agit d'un alliage contenant essentiellement du fer. Or le fer peut être oxydé, ce qui a pour conséquence de ronger le pilier. Il rouille.

Ce phénomène électrochimique dépend de plusieurs paramètres.

- Plus le milieu est riche en dioxygène et plus la corrosion est rapide. La concentration en dioxygène dissous diminue avec la profondeur de l'eau et augmente avec l'agitation de l'eau.

- L'augmentation de la température de l'eau accentue la corrosion.

- La pollution de l'eau facilite la corrosion.

- La corrosion des piliers est dite aqueuse, le caractère plus ou moins conducteur de l'eau peut jouer un rôle. L'eau salée conduit mieux le courant, elle favorise la corrosion.

***Pistes pour augmenter la durée de vie du ponton***

Il n'est pas possible de diminuer la température de l'eau ! et il est difficile de protéger le ponton des embruns.

Une solution consisterait à augmenter de quelques millimètres le diamètre des poteaux métalliques. Le document 4 montre que dans des conditions très défavorables la perte d'épaisseur d'acier n'est que de 0,2 mm au bout de cinq ans. Ainsi cette solution permettrait de rallonger largement la durée de vie du ponton.

On peut aussi recouvrir les piliers d'une couche de peinture qui limiterait l'apport de dioxygène.

Il est également possible d'utiliser des piliers en inox, mais cette solution serait sans doute trop onéreuse.



**Comment est évaluée cette synthèse ?**

Compétences mises en œuvre	Indicateurs de réussite correspondant au niveau A	A	B	C	D
<b>S'approprier</b> Extraire l'information utile sur des supports variés. Mobiliser ses connaissances.	Le candidat associe les bons documents aux différentes questions du Q.C.M. Bonne réponse aux questions 1, 2, 3, 5 et 6 du Q.C.M (avec le bon document associé pour éviter les réponses aléatoires).				
<b>Analyser</b> Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites. Identifier les paramètres qui influencent un phénomène.  Formuler une hypothèse Construire les étapes de la résolution d'un problème.	Réponse correcte à la question 4 du QCM. Le candidat recense dans son texte de synthèse, au moins 5 des 6 facteurs responsables de la corrosion des matériaux du ponton pouvant être déduits de la lecture des documents : - présence d'eau et de dioxygène. - conductivité électrique de l'eau de mer. - teneur en dioxygène. - exposition du pilier - humidité et pollution de l'atmosphère. - température.  Le candidat propose au moins deux solutions plausibles permettant d'éviter la corrosion des matériaux du ponton et donc d'en augmenter la durée de vie.				
<b>Réaliser</b>	Non évalué dans cet exercice.				
<b>Valider</b> Faire preuve d'esprit critique.	Le candidat porte un regard critique argumenté sur l'utilisation de métaux pour la construction de pontons en mer <u>en abordant la question de la durée de vie du poteau</u> . (Ce qui exclut les réponses du type : « On ne peut pas utiliser des poteaux en acier à cause de la corrosion. » sans plus d'argumentation.)				
<b>Communiquer</b> Rédiger une synthèse. Utiliser un vocabulaire scientifique adapté et rigoureux.	Le raisonnement et la solution proposée sont clairement présentés, en utilisant en particulier des connecteurs logiques pertinents, un français correct. Les informations tirées des documents sont clairement identifiées.				
	<b>Note (en point entier)</b>	<b>/5</b>			

**Compétence APP**

Concerne 5 questions du QCM (1,2,3,5 et 6)

B : pour une mauvaise réponse

C : à partir de deux mauvaises réponses

D : pour quatre et plus mauvaises réponses sur cinq

Remarques : niveau à ajuster en tenant compte à la fois de la réponse oui/non et de la colonne « documents ».

**Compétence ANA**

B: si question 4 fausse ou seulement quatre facteurs responsable de la corrosion indiqués et 1 seule solution proposée pour éviter la corrosion

C: question 4 fausse et 3 facteurs ou seulement 2 facteurs

D: rien ou tout faux ou 1 seul facteur ou seulement question 4

**Compétence VAL**

B : regard critique argumenté mais sans mentionner la durée de vie des poteaux ou durée de vie des poteaux mentionnée mais argumentaire partiel

C : argumentaire partiel et la durée de vie des poteaux n'est pas mentionnée

D : pas d'argumentaire

**Compétence COM**

B : bonne cohérence dans l'ensemble (quelques connecteurs logiques mal utilisés) avec vocabulaire scientifique adapté, communication incomplète.

C : manque de cohérence (peu de connecteurs logiques ou mal utilisés), communication incomplète et vocabulaire adapté

D : communication incohérente, vocabulaire scientifique inadapté.

Grille d'évaluation xlsx pour le professeur disponible : <http://labolycee.org/2013/2013-Asie-Spe-Exo3-Correction-GrilleEvaluation.xlsx>

**1. À propos du laser**

**1.1. (0,5 pt)** Dans la relation  $c = \lambda \cdot \nu$ , la célérité  $c$  de la lumière dans le vide est une constante  $c = 299\,792\,458 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (**doc. 2**) : le produit  $\lambda \cdot \nu$  est donc constant. Ainsi, si la fréquence  $\nu$  double alors la longueur d'onde  $\lambda$  est divisée par deux :  $c = \frac{\lambda}{2} \cdot (2\nu)$ .

**1.2.1. (0,5 pt)** Un laser pulsé émet des impulsions lumineuses très brèves (20 picosecondes) (**doc.1**). Un laser pulsé présente donc la propriété de **concentrer dans le temps** l'énergie lumineuse grâce à des impulsions ultracourtes.

**1.2.2. (0,5 pt)** La puissance  $p$  d'une impulsion est donnée par la relation :  $p = \frac{E}{\Delta t}$

Avec :  $E = 200 \text{ mJ} = 200 \times 10^{-3} \text{ J}$  (**doc.2**)

$\Delta t = 20 \text{ ps} = 20 \times 10^{-12} \text{ s}$  (**texte introductif et doc.2**)

Donc :  $p = \frac{200 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-12}} = 1,0 \times 10^{10} \text{ W} = 10 \text{ GW} !$

La puissance instantanée émise par un laser pulsé est effectivement « fantastique ».

**1.3.** Le nombre  $N$  de photons émis à chaque impulsion est donné par la relation :

$E = N \cdot e$ , soit  $N = \frac{E}{e}$ , avec  $e$  l'énergie d'un photon :  $e = h \cdot \frac{c}{\lambda}$

**(0,25 pt)** donc :  $N = \frac{E}{h \cdot \frac{c}{\lambda}} = \frac{E \cdot \lambda}{h \cdot c}$

En ordre de grandeur, en arrondissant les valeurs à la puissance de 10 la plus proche :

**(0,25 pt)**  $E = 200 \times 10^{-3} \text{ J} = 2,00 \times 10^{-1} \approx 10^{-1} \text{ J}$

**(0,25 pt)**  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \approx 10^{-33} \text{ J}\cdot\text{s}$ .

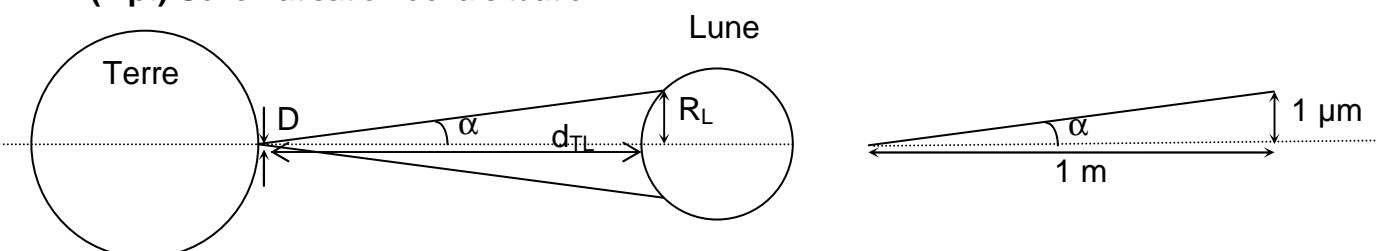
**(0,25 pt)**  $c = 299\,792\,458 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} = 2,99\,792\,458 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \approx 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

**(0,25 pt)**  $\lambda = 532 \text{ nm} = 5,32 \times 10^{-7} \text{ m} \approx 10^{-6} \text{ m}$ .

**(0,25 pt)**  $N = \frac{10^{-1} \times 10^{-6}}{10^{-33} \times 10^8} = \frac{10^{-7}}{10^{-25}} = 10^{18} \text{ photons}$ .

*Remarque : le calcul exact donne  $N = 5,32 \times 10^{17}$  photons.*

**1.4.1.(1 pt)** Schématisation de la situation :

**Méthode 1 : exploitation de l'élargissement du faisceau**

La distance Terre-Lune est estimée à  $d_{TL} = 400\,000 \text{ km}$  soit  $4 \times 10^8 \text{ m}$ . La divergence du faisceau est de l'ordre du micromètre par mètre parcouru soit  $10^{-6} \text{ m}$  par mètre parcouru.

Ainsi, entre la Terre et la Lune, la divergence du faisceau vaut :  $\frac{4 \times 10^8 \times 10^{-6}}{1} = 4 \times 10^2 \text{ m}$ .

Au départ, le faisceau laser a un diamètre  $D = 2 \text{ m}$  soit un rayon de  $1 \text{ m}$ . Sur la Lune, le faisceau laser forme une tache lumineuse de rayon  $R_L$  égal à  $400 \text{ m}$ .

**Méthode 2 : exploitation de la divergence en radian**

$$\tan \alpha = \frac{R_L}{d_{TL}} \quad \text{avec} \quad \alpha = \frac{1}{10^6} = 10^{-6} \text{ rad}$$

$$R_L = (\tan \alpha) \cdot d_{TL} \quad \text{ainsi :} \quad R_L = \tan(10^{-6}) 4 \times 10^8 = 10^{-6} \times 4 \times 10^8 = 4 \times 10^2 \text{ m.}$$

$$1.4.2. \text{ (0,5 pt) Calculons : } \frac{2R_L}{D} \quad \text{soit} \quad \frac{2 \times 4 \times 10^2}{2} = 4 \times 10^2.$$

Le diamètre ( $2R_L$ ) de la tache lumineuse sur la Lune est 400 fois plus grand que le diamètre initial ( $D$ ) du faisceau laser. Donc, même si le faisceau laser est peu divergent, la distance Terre-Lune est si grande que l'effet de cette divergence est finalement important.

**2. À propos de la mesure de la distance Terre-Lune.**

**2.1.1.** La lumière parcourt la distance Terre-Lune  $d_{TL}$  puis est réfléchi sur la Lune et parcourt à nouveau  $d_{TL}$  en direction de la Terre. Tout ceci à la célérité  $c$ .

$$\text{(0,5 pt) } c = \frac{2 \cdot d_{TL}}{\tau} \quad \text{donc} \quad \boxed{d_{TL} = \frac{c \cdot \tau}{2}} \quad \text{où } \tau \text{ est la durée d'un aller-retour Terre-Lune.}$$

$$\text{(0,5 pt) } d_{TL} = \frac{299\,792\,458 \times 24\,164\,440\,511\,979 \times 10^{-13}}{2} = 3,622\,158\,509 \times 10^8 \text{ m}$$

$$= 3,622\,158\,509 \times 10^5 \text{ km}$$

**(0,25 pt)**

$$= \mathbf{362\,215,8509 \text{ km.}}$$

**2.1.2. (0,25 pt)** La distance Terre-Lune est donnée à  $0,00001 \text{ km}$  près soit à  $1 \times 10^{-5} \text{ km} = 1 \times 10^{-2} \text{ m} = 1 \text{ cm}$ . La « précision » est donc égale au centimètre.

**2.1.3. (0,25 pt)** La « précision » sur la durée d'un aller-retour d'une impulsion laser est la picoseconde soit  $10^{-12} \text{ s}$ . Seules des horloges atomiques sont capables de mesurer des durées avec une telle « précision ».

**2.2. (0,75 pt)** Entre le 27 / 11 / 02 et le 30 / 11 / 02 la distance  $d_{TL}$  diminue.

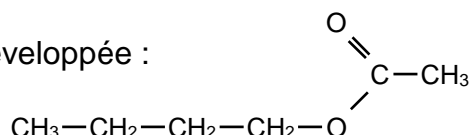
**Hypothèse 1 :** la trajectoire de la Lune n'est pas parfaitement circulaire autour de la Terre mais ressemble plutôt à une ellipse.

**Hypothèse 2 :** La vitesse de la lumière dans l'air est légèrement plus faible que celle dans le vide. La vitesse de la lumière varie donc lors de son passage dans les différentes couches de l'atmosphère dont l'épaisseur est de l'ordre de  $200 \text{ km}$ .

## Exercice II – L'estérification (8 points)

## 1. Mécanisme.

1.1. L'éthanoate de butyle a pour formule semi-développée :

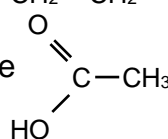


(0,25 pt + 0,25 pt)

Il a été formé lors de la réaction entre l'acide éthanoïque

(0,25 pt + 0,25 pt)

et le butan-1-ol  $\text{CH}_3\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---OH}$

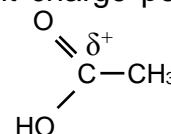


1.2. (0,75 pt) Il s'agit d'une réaction de substitution car le OH du groupe carboxyle de l'acide carboxylique a été substitué par le groupe  $\text{CH}_3\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---O}$  de l'alcool.

1.3. Pour l'acide éthanoïque :

(0,25 pt) L'atome de carbone lié aux atomes d'oxygène est partiellement chargé positivement car l'électronégativité de l'élément C est inférieure à celle de l'élément O.

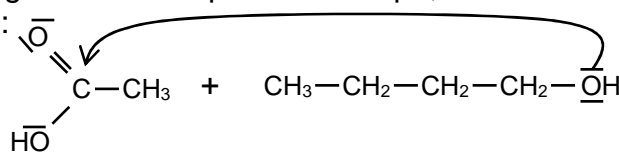
(0,25 pt) Cet atome C est un site accepteur de doublet d'électrons.



Pour le butan-1-ol ( $\text{R}_2\text{---OH}$ ) :

(0,5 pt) L'atome d'oxygène avec ses deux doublets non liants est un site donneur de doublets d'électrons.

(0,25 pt) On peut imaginer comme première étape, le transfert de doublet schématisé par la flèche courbe ci-après :



## 2. Synthèse.

2.1. (0,75 pt) L'estérification est réalisée avec un montage de chauffage à reflux. Le chauffe-ballon permet d'agir sur le facteur cinétique qu'est la température et ainsi de modifier la durée de la réaction.

Le réfrigérant à boules condense d'éventuelles vapeurs nocives, maintenant constant le volume du milieu réactionnel.

2.2. (0,5 pt) Le protocole proposé a pour objectif d'étudier la cinétique de la réaction d'estérification.

La diminution de la température augmente fortement la durée de réaction.

Ainsi lors de l'étape 1, les réactifs en contact ne réagissent quasiment pas. On choisit l'instant de début de réaction.

Lors de l'étape 2, la réaction d'estérification au sein du prélèvement qui pourrait se poursuivre est bloquée par le refroidissement. Le titrage reflètera bien la composition du système chimique à la date du prélèvement.

2.3. Calculons les quantités de matière des réactifs, afin de déterminer le réactif limitant.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{soit } m = \rho \cdot V$$

$$n = \frac{m}{M} \quad \text{donc } n = \frac{\rho \cdot V}{M} \quad (\text{avec } \rho \text{ en g.mL}^{-1} \text{ et } V \text{ en mL})$$

(0,25 pt) Quantité de matière d'alcool initiale :

On a introduit un volume  $V = 44,8$  mL d'alcool.

$$n = \frac{0,81 \times 44,8}{74} = \mathbf{0,49 \text{ mol}} \text{ d'alcool}$$

**(0,25 pt)** Quantité de matière d'acide initiale :

On a introduit un volume  $V' = 28$  mL d'acide.

$$n' = \frac{1,05 \times 28}{60} = \mathbf{0,49 \text{ mol}} \text{ d'acide}$$

**(0,25 pt)** Réactif limitant :

Le mélange réactionnel est équimolaire (il contient la même quantité de chaque réactif), ainsi les proportions stœchiométriques de l'équation de la réaction sont respectées. Il n'y a pas de réactif en excès, ni en défaut.

D'après l'équation de la réaction, une mole d'acide fournit une mole d'ester.

**(0,25 pt)** On obtiendrait **0,49 mol d'ester** si la réaction était totale.

**2.4. (0,5 pt)** « La solution d'hydroxyde de sodium permet de doser l'acide éthanóïque. »

Cela est vrai si la réaction de la base  $\text{HO}^-$  avec l'acide  $\text{CH}_3\text{COOH}$  est totale.

On remarque que l'acide est miscible avec la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, ce qui facilite la réaction.

De plus il faut que les ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  apportés par l'acide sulfurique soient présents en quantité négligeable face à la quantité d'acide éthanóïque.

**(0,25 pt)** « Le titrage de l'acide éthanóïque par la solution d'hydroxyde de sodium permet de déterminer la quantité d'ester formée. »

équation chimique		alcool	+	acide	$\rightleftharpoons$	ester	+	eau	
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)							
État initial	$x = 0$	$n$		$n'$		0		0	
En cours de transformation	$x$	$n - x$		$n' - x$		$x$		$x$	
État final	$x_{\text{final}}$	$n - x_{\text{final}}$		$n' - x_{\text{final}}$		$x_{\text{final}}$		$x_{\text{final}}$	

À l'équivalence du titrage  $n_{\text{HO}^- \text{ versée}} = n_{\text{acide restant}}$ , donc on accède à  $n_{\text{acide restant}}$ .

$n_{\text{acide restant}} = n' - x$ , donc on accède à  $x$ .

Il disparaît autant d'acide qu'il se forme d'ester, soit  $x$  mol.

**2.5. (0,25 pt)** La température influence l'évolution temporelle d'une réaction chimique :

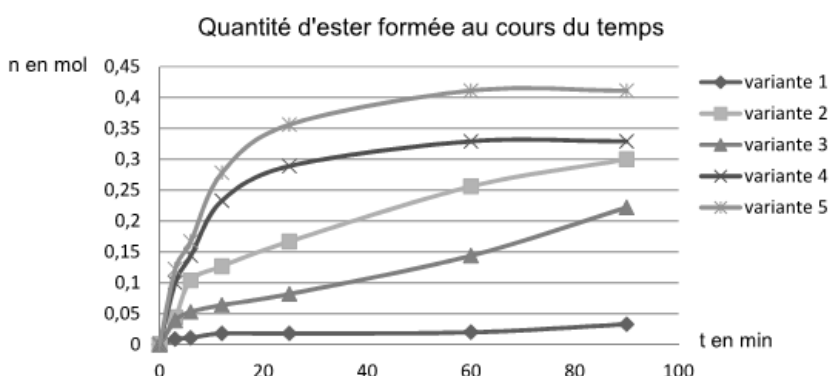
La comparaison des courbes relatives aux variantes 1 et 3, montre qu'en augmentant la température on obtient, en une même durée, une plus grande quantité d'ester.

**(0,25 pt)** Un catalyseur influence l'évolution temporelle d'une réaction chimique :

La comparaison des courbes relatives aux variantes 1 et 2, montre que la catalyseur permet d'obtenir, en une même durée, une plus grande quantité d'ester.

**(0,25 pt)** Excès d'un réactif :

La comparaison des courbes relatives aux variantes 4 et 5, montre que l'excès de butan-1-ol permet d'obtenir davantage d'ester.



- variante 1 :  $\theta = 20^\circ\text{C}$  (pas de chauffage) sans ajout d'acide sulfurique,
- variante 2 :  $\theta = 20^\circ\text{C}$  (pas de chauffage) et ajout d'une solution d'acide sulfurique,
- variante 3 :  $\theta = 50^\circ\text{C}$  (thermostat 5) sans ajout d'une solution d'acide sulfurique,
- variante 4 :  $\theta = 50^\circ\text{C}$  (thermostat 5) avec ajout d'une solution d'acide sulfurique,
- variante 5 :  $\theta = 50^\circ\text{C}$  (thermostat 5) avec ajout d'une solution d'acide sulfurique et excès de butan-1-ol ( $V = 80$  mL).

**3. Extraction, purification et identification.****(5x0,25 pts)**

On applique la règle des (n+1)uplet où n représente le nombre d'atomes d'hydrogène voisins.

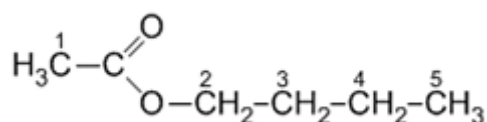
Les protons portés par l'atome de carbone 1 n'ont pas d'atomes d'hydrogène voisins. Le signal correspondant est un singulet.

Les protons portés par l'atome de carbone 2 ont deux atomes d'hydrogène voisins. Le signal correspondant est un triplet.

Les protons portés par l'atome de carbone 3 ont quatre atomes d'hydrogène voisins. Le signal correspondant est un quintuplet.

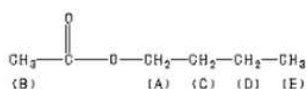
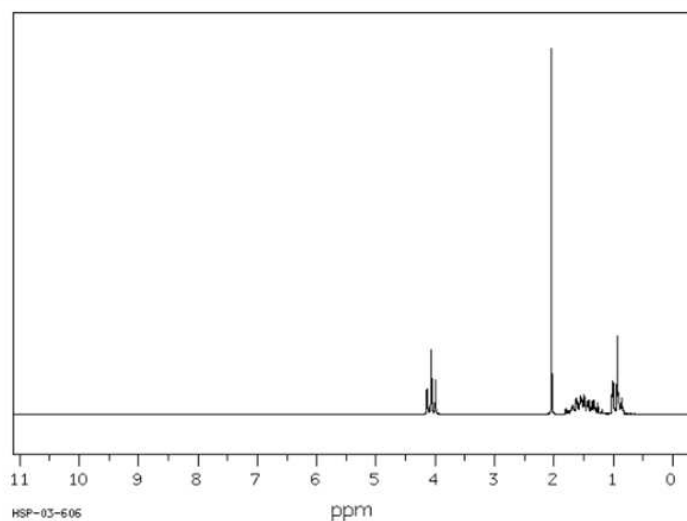
Les protons portés par l'atome de carbone 4 ont cinq atomes d'hydrogène voisins. Le signal correspondant est un hexuplet.

Les protons portés par l'atome de carbone 5 ont deux atomes d'hydrogène voisins. Le signal correspondant est un triplet.

Remarque :

Voici le spectre de RMN réel de cette molécule.

butyl acetate



Assign.	Shift (ppm)
A	4.062
B	2.038
C	1.60
D	1.39
E	0.943

On y trouve effectivement le triplet pour le carbone n°2 à 4,06 ppm et le singulet à 2,04 ppm pour le carbone n°1, voire le triplet à 1,0 ppm pour le carbone n°5 ; par contre on a un massif autour de 1,5 ppm qui ne correspond ni à un quintuplet ni à un hexuplet.

Pour les professeurs « Autoformation à la Résonance Magnétique Nucléaire du proton »

[http://www.unice.fr/cdiac/cours/rmn\\_web/c\\_rmn.htm](http://www.unice.fr/cdiac/cours/rmn_web/c_rmn.htm)



## 1. La mesure du temps par Galilée

## 1.1. (1 pt)

- À l'aide d'une analyse dimensionnelle, retrouvons la bonne expression de la période propre parmi celles proposées dans le document 2.

$$T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

$$\dim(T_0) = \dim(2\pi) \cdot \dim\left(\sqrt{\frac{\ell}{g}}\right)$$

$$\dim(T_0) = \dim(2\pi) \cdot \dim(\ell^{1/2} \cdot g^{-1/2})$$

$$\dim(T_0) = 1 \cdot L^{1/2} \cdot \dim(g^{-1/2})$$

$g$  est l'accélération de la pesanteur, exprimée en  $m \cdot s^{-2}$ ;  $g$  est homogène à une accélération.

$$\dim(T_0) = L^{1/2} \cdot (L \cdot T^{-2})^{-1/2} = L^{1/2} \cdot L^{-1/2} \cdot T^1 = L^0 \cdot T$$

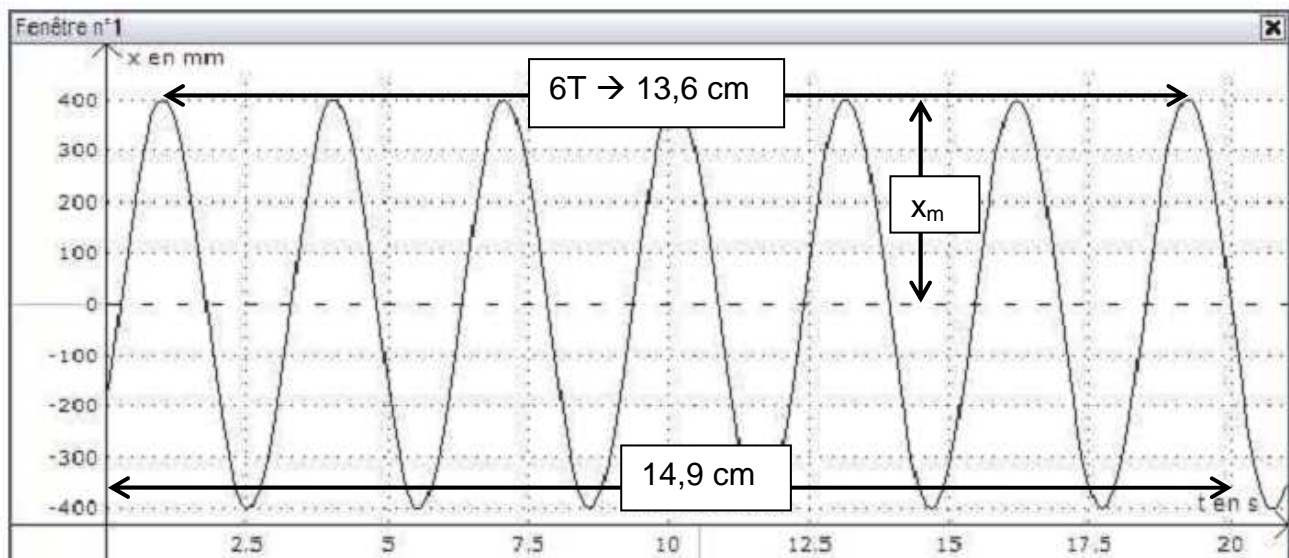
$$\dim(T_0) = T$$

L'expression  $T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}$  est homogène à une durée.

- Calcul de la période du pendule de Galilée :  $m = 50 \text{ g}$ ,  $\ell = 4 \text{ coudées} = 4 \times 0,573 = 2,292 \text{ m}$

$$T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{2,292}{9,81}} = 3,04 \text{ s}$$

- Détermination expérimentale de la période du pendule :



Pour plus de précision, on mesure plusieurs périodes  $T$ .

$$14,9 \text{ cm} \rightarrow 20 \text{ s}$$

$$13,6 \text{ cm} \rightarrow 6T$$

$$\text{Donc } T = \frac{20 \times 13,6}{6 \times 14,9} = 3,04 \text{ s}$$

- Conclusion : Le pendule réalisé aurait pu être celui de Galilée puisqu'il possède exactement la même période que celui-ci.



1.2.1. (0,25 pt) On détermine sur le document 3, l'amplitude  $x_m = 400 \text{ mm}$ .

$$(0,25 \text{ pt}) \sin \alpha_m = \frac{x_m}{\ell}$$

$$\alpha_m = \arcsin\left(\frac{x_m}{\ell}\right)$$

$$(0,25 \text{ pt}) \alpha_m = \arcsin\left(\frac{400 \times 10^{-3}}{4 \times 0,573}\right) = 10,1^\circ$$

$$1.2.2. E_{Cmax} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{max}^2$$

$$(0,25 \text{ pt}) v_{max} = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{Cmax}}{m}}$$

La fenêtre n°2 du document 3, montre que l'énergie cinétique maximale vaut  $E_{Cmax} = 17,2 \text{ mJ}$

(Raisonnement :  $5,0 \text{ cm} \rightarrow 17,5 \text{ mJ}$   
 $4,9 \text{ cm} \rightarrow E_{Cmax} \text{ mJ}$ )

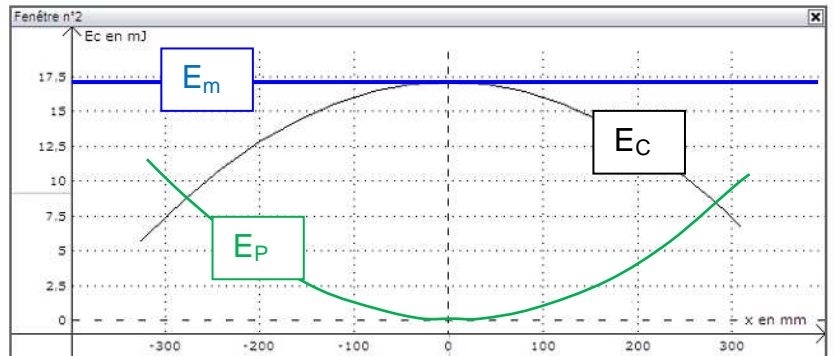
$$(0,25 \text{ pt}) v_{max} = \sqrt{\frac{2 \times 17,2 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-3}}} = 0,83 \text{ m.s}^{-1}$$

1.2.3. (0,5 pt)

$$E_m = E_C + E_P$$

En l'absence de frottements, l'énergie mécanique se conserve.

$$E_m = \text{Cte} = E_{Cmax}$$



2. La molécule d'ammoniac.

$$2.1. f = 24 \times 10^9 \text{ Hz} = 24 \text{ GHz}$$

$$(0,25 \text{ pt}) T = \frac{1}{f}$$

$$(0,25 \text{ pt}) T = \frac{1}{24 \times 10^9} = 4,2 \times 10^{-11} \text{ s} \quad \text{La molécule se retourne toutes les 42 picosecondes.}$$

2.2. Atome d'azote N ( $Z = 7$ ) Formule électronique  $(K)^2(L)^5$ .

Schéma de Lewis de l'atome  $\cdot \ddot{N} \cdot$

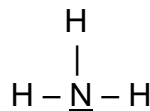
N possède un doublet non-liant et trois électrons célibataires

Atome d'hydrogène H ( $Z = 1$ ) Formule électronique  $(K)^1$

Schéma de Lewis de l'atome  $H \cdot$  H possède un seul électron célibataire

(0,25 pt)

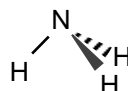
Formule de Lewis de la molécule d'ammoniac



Représentation de Cram

(vue en 1S)

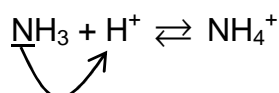
(0,25 pt)



on la retrouve par analogie avec le parapluie



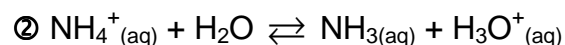
2.3. (0,5 pt) Mécanisme de formation de l'ion ammonium : L'atome d'azote est un site donneur de doublet d'électrons. Le proton  $H^+$  avec sa charge positive est un site accepteur de doublet d'électrons.



**2.4. (0,25 pt) ①**  $pK_A = -\log K_A$

$$pK_A = -\log(5,6 \times 10^{-10}) = 9,3$$

La proposition  $pK_A = 10,2$  est donc fausse.



Au regard de l'équation donnée en 2.3., on déduit le couple acide-base  $NH_4^+ / NH_3$ .

L'acide  $NH_4^+$  cède un proton  $H^+$  à la base  $H_2O$  qui appartient au couple  $H_3O^+/H_2O$ .

Cette proposition est juste.

**(0,25 pt) ③** Plus le  $pK_A$  est petit et plus l'acide est fort (plus il se dissocie dans l'eau facilement).

Avec un  $pK_A$  élevé de 9,3, l'acide  $NH_4^+$  se dissocie peu dans l'eau.

Autre justification : Si la proposition 2 est juste, alors la double flèche de l'équation permet d'affirmer que la réaction de dissociation de  $NH_4^+$  est limitée, elle n'est pas totale.

La proposition est fausse.

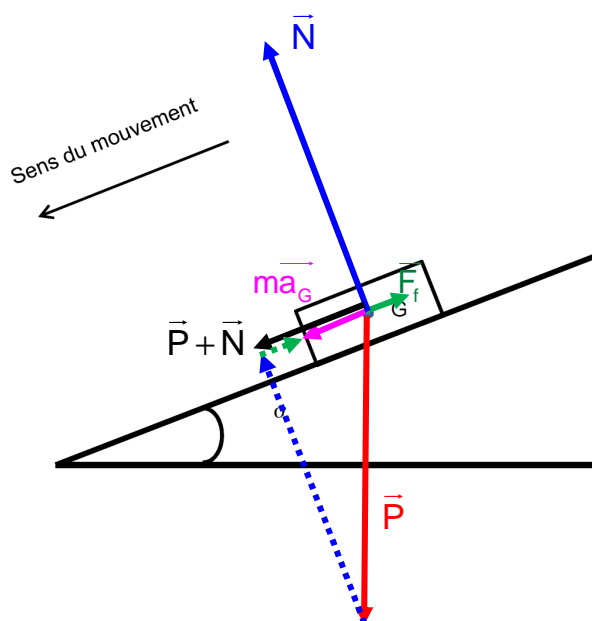
**(0,25 pt) ④** Le couple  $NH_4^+ / NH_3$  possède un  $pK_A = 9,3$ .

Si  $pH < pK_A$  alors l'acide conjugué  $NH_4^+$  prédomine.

La proposition est donc fausse.

1.1. (1 pt) Le système est soumis à :

- son **poinds**  $\vec{P}$  : force verticale orientée vers le bas ;
- la **réaction normale**  $\vec{N}$  de la piste, force perpendiculaire à la piste.
- la **force de frottement**  $\vec{F}_f$  de la neige sur le ski, force parallèle à la piste et de sens opposé au sens du mouvement.



1.2. (1 pt) La deuxième loi de Newton appliquée au système ski, de masse  $m$  constante, dans un référentiel terrestre galiléen, donne :  $\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_f = m \cdot \vec{a}_G$ .

D'après l'énoncé, le mouvement est rectiligne et uniformément accéléré : le vecteur  $m \cdot \vec{a}_G$  est donc orienté **parallèlement à la piste** et dans le **sens du mouvement** (en violet sur le schéma). Les vecteurs  $m \cdot \vec{a}_G$  et  $\vec{F}_f$  sont donc **colinéaires** et de **sens opposé**.

Le vecteur  $\vec{P} + \vec{N} = m \cdot \vec{a}_G - \vec{F}_f$  est aussi un vecteur **parallèle au plan incliné** (en noir sur le schéma).

Pour qu'il y ait **mouvement vers le bas**, la longueur du vecteur  $m \cdot \vec{a}_G$  doit être **plus grande** que celle du vecteur  $\vec{F}_f$ .

La longueur du vecteur  $\vec{F}_f$  est donnée par la relation :  $\vec{F}_f = m \cdot \vec{a}_G - (\vec{P} + \vec{N})$ .

2. (0,75 pt) Au cours du mouvement, l'altitude du système diminue donc son **énergie potentielle de pesanteur diminue**. L'énergie potentielle de pesanteur est transformée en partie en **énergie cinétique** (la vitesse du système augmente) et en partie en **chaleur** à cause des frottements du système sur la piste.

Le **transfert thermique** sous le ski provoque la fusion de la neige en eau liquide.

3. (0,75 pt) Les fluorocarbures sont des substances **fortement hydrophobes** (doc.2). Avec une semelle de ski hydrophobe, les gouttes d'eau sous la semelle sont quasiment sphériques (doc .3 schéma 2.) alors qu'elles sont davantage aplaties avec une semelle non fartée (doc.3 schéma 1).

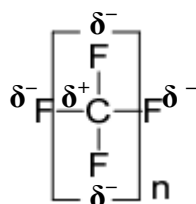
La **surface de contact** entre l'eau et une semelle hydrophobe est donc **nettement inférieure** à celle entre l'eau et une semelle non fartée. Les frottements étant **minimisés**, la glisse est favorisée avec une semelle hydrophobe.

**4.1. (0,75 pt)** Les hydrocarbures à longue chaîne carbonée, comme la paraffine, possèdent des liaisons C – H faiblement polarisées car la différence d'électronégativité entre un atome de carbone et un atome d'hydrogène est faible :  $2,6 - 2,1 = 0,5$ . La faible polarité des liaisons C – H confère aux hydrocarbures des propriétés hydrophobes intéressantes pour le fartage. Par ailleurs, le coût des hydrocarbures est moins élevé que celui des fluorocarbures.

**4.2.1. (0,5 pt)** La différence d'électronégativité entre un atome de fluor et un atome de carbone est grande :  $4,0 - 2,6 = 1,4$ . Le fluor attire les électrons de la liaison, et devient porteur d'une charge partielle négative, tandis que le carbone devient porteur d'une charge partielle positive. Ainsi les liaisons C – F sont polarisées.

**4.2.2. (0,25 pt)** La forte polarisation d'une liaison dans une molécule ne suffit pas pour rendre la molécule polaire. En effet, la géométrie de la molécule a une grande importance.

Si les centres géométriques des charges partielles positives et négatives sont confondus alors la molécule est apolaire et donc hydrophobe.



Les fluorocarbures sont des molécules polymères qui présentent une symétrie par rapport à la chaîne carbonée. La polarisation d'une liaison C – F d'un côté de la chaîne carbonée, est compensée par la polarisation de la liaison C – F symétrique par rapport à l'axe de la chaîne carbonée. Ainsi, globalement, les fluorocarbures sont des molécules apolaires. Elles sont donc hydrophobes.

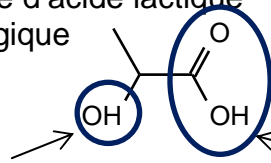
## EXERCICE I : ACIDE LACTIQUE ET MÉDECINE ANIMALE (7 points)

CORRECTION © <http://labolycee.org>

## 1. L'acide lactique

## 1.1. Étude de la molécule d'acide lactique

## 1.1.1. (0,25 pt) Formule topologique

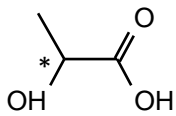
1.1.2. (0,25 pt)  
(0,25 pt)

Groupe hydroxyle

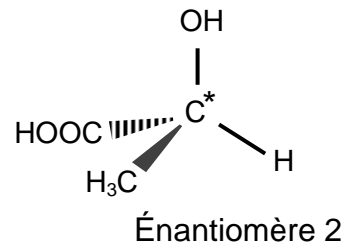
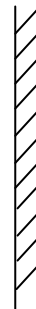
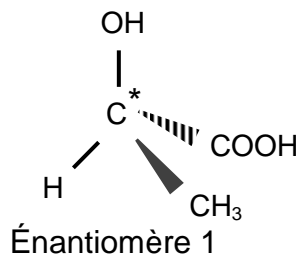
Groupe carboxyle

## 1.1.3. (0,25 pt) La molécule possède un seul atome de carbone asymétrique représenté par un astérisque (\*).

(0,25 pt) Elle a donc deux énantiomères (images l'un de l'autre dans un miroir plan mais non superposables).



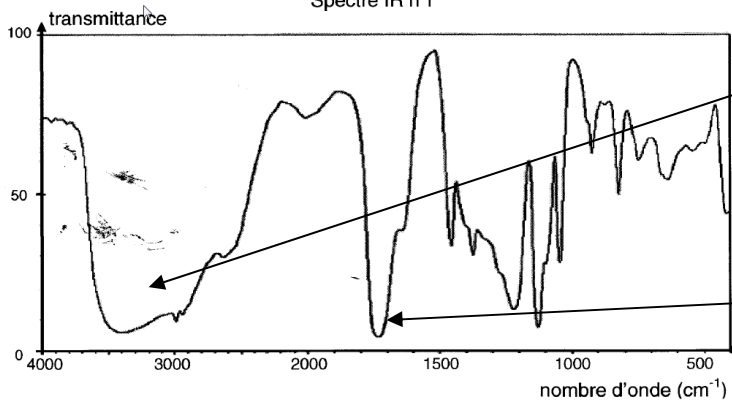
(0,5 pt)



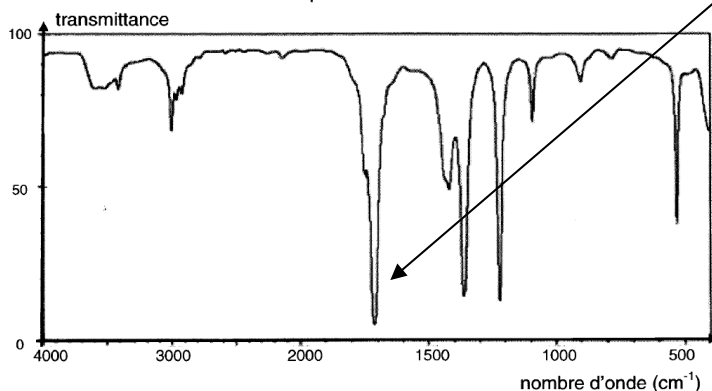
Il s'agit d'une stéréoisomérisation de configuration.

## 1.2.1. (0,5 pt) Analyse spectroscopique

Spectre IR n°1

Bande large qui peut englober la liaison O – H (alcool) entre 3200 et 3700  $\text{cm}^{-1}$  et la liaison O – H de l'acide carboxylique (2500 – 3200  $\text{cm}^{-1}$ ), non présente dans le deuxième spectreBande fine vers 1750  $\text{cm}^{-1}$  caractéristique de la liaison C = O

Spectre IR n°2



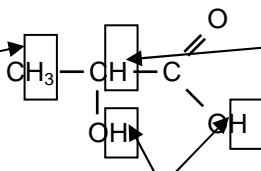
Le spectre n°1 correspond à l'acide lactique car la bande O – H n'est présente que dans le spectre n°1.

**1.2.2. (1 pt)** Le nombre de signaux du spectre de RMN de l'acide lactique est égal au nombre de groupes de protons équivalents dans la molécule.

On observe 4 groupes de protons équivalents dans la molécule :

**Signal 1 :** Trois protons équivalents dont le carbone voisin porte un atome d'hydrogène.

Multiplicité : doublet (règle des (n+1) uplets).



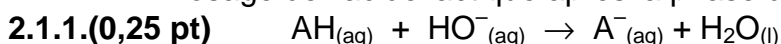
**Signal 2 :** Un proton dont le carbone voisin porte 3 H.  
Multiplicité : quadruplet.

**Signaux 3 et 4 :** Protons présents sur un oxygène,  
Multiplicité : singulet

On obtient 4 signaux : 2 singulets, un doublet et un quadruplet.

## 2. Test d'effort d'un cheval

**2.1. Dosage de l'acide lactique après la phase de test.**



**2.1.2. (0,5 pt)** À l'équivalence les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :

$$n(AH)_{\text{initiale}} = n(HO^{-})_{\text{versée}}$$

$$C_S \cdot V_S = C_1 \cdot V_E$$

$$C_S = \frac{C_1 \cdot V_E}{V_S}$$

$$C_S = \frac{1,00 \times 10^{-3} \times 4,0}{50,00} = 8,0 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

**2.1.3. Incertitude relative :**  $\frac{\Delta C_S}{C_S} = \frac{\Delta V_E}{V_E}$

incertitude absolue :  $\Delta C_S = \frac{\Delta V_E}{V_E} \cdot C_S$

**(0,25 pt)**  $\Delta C_S = \frac{0,4}{4,0} \times 8,0 \times 10^{-5} = 0,8 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$

Soit  $(8,0 - 0,8) \times 10^{-5} < C_S < (8,0 + 0,8) \times 10^{-5}$   
**(0,25 pt)**  $7,2 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} < C_S < 8,8 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$

**2.1.4.** Pour passer de la concentration C en acide lactique dans le sang du cheval à la concentration C<sub>S</sub>, on a effectué une dilution.

Solution mère : V = 1,00 mL

$$C = ?$$

Solution fille : V<sub>S</sub> = 50,00 mL

$$C_S$$

Au cours d'une dilution la quantité de matière d'acide lactique ne change pas :

$$C \cdot V = C_S \cdot V_S$$

$$C = \frac{C_S \cdot V_S}{V}$$

**(0,25 pt)**  $C = C_S \times 50,0$

$$50,0 \times 7,2 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} < C < 50,0 \times 8,8 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

**(0,25 pt)**  $3,6 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} < C < 4,4 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

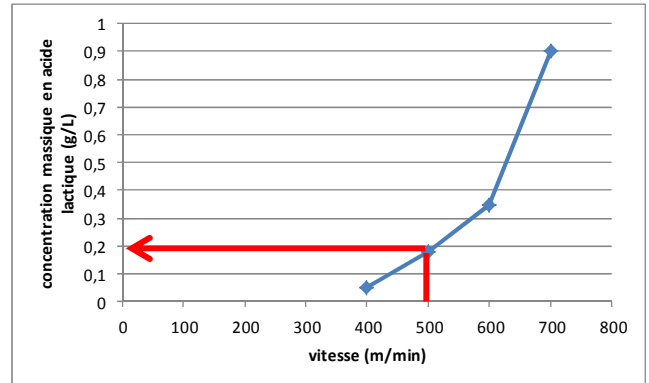
**2.2. Évaluation de la condition physique du cheval**

**(1 pt)** Sur le document 3 présentant le test réalisé 3 semaines auparavant, le cheval courant à une vitesse de 500 m/min, on lit une concentration massique en acide lactique de  $0,2 \text{ g.L}^{-1}$ .

La concentration molaire à cette date était de :

$$C' = \frac{C_m}{M}$$

$$C' = \frac{0,2}{90,0} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$



Cette concentration est inférieure à celle trouvée à l'issue du test actuel, le cheval est en moins bonne forme qu'il y a trois semaines.

*Facultatif :*

D'autre part  $C_m = M.C$

$$C_m = 90,0 \times C$$

$$90,0 \times 3,6 \times 10^{-3} \text{ g.L}^{-1} < C_m < 90,0 \times 4,4 \times 10^{-3} \text{ g.L}^{-1}$$

$$0,32 \text{ g.L}^{-1} < C_m < 0,40 \text{ g.L}^{-1}$$

On peut même dire qu'il a atteint son seuil de fatigue, le « paramètre V4 » étant inclus dans cet intervalle.

**3. Polymérisation de l'acide lactique**

**3.1. (0,25 pt)** Pour réaliser la polymérisation de l'acide lactique il faut chauffer pendant une durée importante d'environ 30 min, on peut penser que cette réaction est alors terminée. On en déduit que cette réaction est lente.

**3.2. (0,25 pt)** On chauffe le mélange réactionnel à  $110^\circ\text{C}$ , la température est un facteur cinétique qui va influencer l'évolution temporelle de cette réaction.

**3.3. (0,5 pt)** On peut réaliser le même protocole sans ajouter d'acide sulfurique.

On mesure ensuite la quantité d'acide polylactique formée et on devrait constater qu'elle est inférieure à celle précédemment obtenue avec catalyseur.

Remarque : on considère qu'au bout de 30 min avec catalyseur la réaction était terminée.



**EXERCICE II : LE RUGBY, SPORT DE CONTACT ET D'ÉVITEMENT**

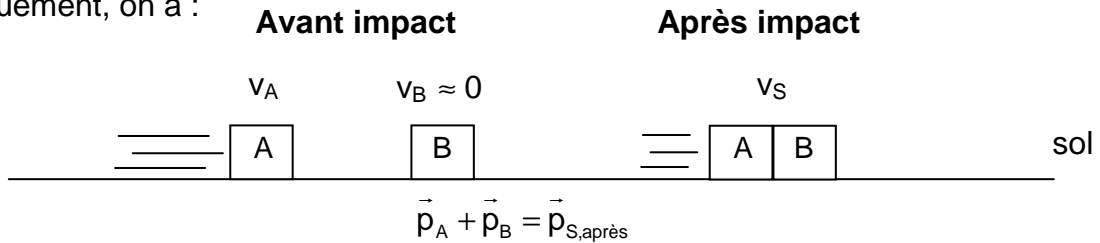
**1. Le rugby, sport de contact**

1.1. (0,25 pt) Les vitesses sont définies dans le référentiel terrestre lié au sol.

1.2. (0,25 pt) Le système S = { joueur A + joueur B } étant supposé isolé, la quantité de mouvement du système S est conservée avant et après l'impact :

$$\vec{p}_{S,avant} = \vec{p}_{S,après}$$

Schématiquement, on a :



$$\vec{p}_A + \vec{p}_B = \vec{p}_{S,après}$$

$$m_A \cdot \vec{v}_A + m_B \cdot \vec{v}_B = (m_A + m_B) \cdot \vec{v}_S$$

$$m_A \cdot \vec{v}_A = (m_A + m_B) \cdot \vec{v}_S$$

Or  $v_B \approx 0$  donc  $\vec{v}_B = \vec{0}$  :

En projection selon un axe horizontal lié au sol, orienté dans le sens du mouvement de A, il vient :

$$m_A \cdot v_A = (m_A + m_B) \cdot v_S$$

(0,5 pt) Finalement : 
$$v_S = \frac{m_A}{m_A + m_B} \cdot v_A$$

(0,5 pt) 
$$v_S = \frac{115}{115 + 110} \times 5,0 = 2,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

**2. Le rugby, sport d'évitement.**

2.1. Étude du mouvement du ballon

2.1.1. On étudie le système { ballon }, de masse m constante, dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Les actions dues à l'air étant négligées, le ballon n'est soumis qu'à son poids,  $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$ .

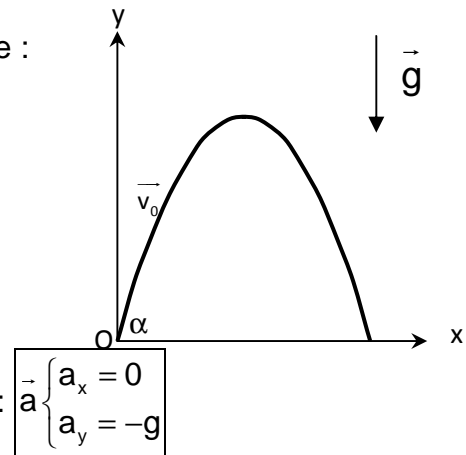
La deuxième loi de Newton appliquée au ballon donne :

(0,25 pt) 
$$\sum \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m \cdot \vec{v})}{dt} = \frac{dm}{dt} \cdot \vec{v} + m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt}$$

(0,25 pt) Or m = cte donc 
$$\frac{d\vec{p}}{dt} = m \cdot \vec{a}$$

Soit  $\vec{P} = m \cdot \vec{a}$  ,  $m\vec{g} = m\vec{a}$

d'où :  $\vec{a} = \vec{g}$ .



2.1.2. (1 pt) On a :  $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$  soit 
$$\vec{a} \begin{cases} a_x = \frac{dv_x}{dt} = 0 \\ a_y = \frac{dv_y}{dt} = -g \end{cases} \text{ donc } \vec{v} \begin{cases} v_x = C_1 \\ v_y = -g \cdot t + C_2 \end{cases}$$

où  $C_1$  et  $C_2$  sont des constantes d'intégration qui dépendent des conditions initiales.

Or  $\vec{v}(t=0) = \vec{v}_0$  avec 
$$\vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases} \text{ donc } \begin{cases} C_1 = v_0 \cdot \cos \alpha \\ 0 + C_2 = v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

$$\vec{v} \begin{cases} v_x = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_y = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

$$\text{Et : } \vec{v} = \frac{d\overline{OM}}{dt} \quad \text{soit } \vec{v} \begin{cases} \frac{dx}{dt} = v_0 \cdot \cos \alpha \\ \frac{dy}{dt} = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad \text{donc } \overline{OM} \begin{cases} x(t) = (v_0 \cdot \cos \alpha) \cdot t + C'_1 \\ y(t) = -\frac{1}{2}g \cdot t^2 + (v_0 \cdot \sin \alpha) \cdot t + C'_2 \end{cases}$$

où  $C'_1$  et  $C'_2$  sont des constantes d'intégration.

$$\text{Or } \overline{OM}(t=0) = \vec{0} \quad \text{donc } \begin{cases} 0 + C'_1 = 0 \\ 0 + 0 + C'_2 = 0 \end{cases}$$

Finalement :

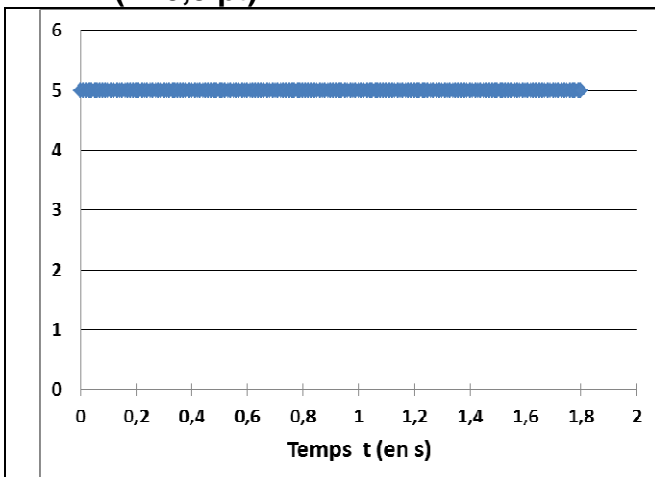
$$\overline{OM} \begin{cases} x(t) = (v_0 \cdot \cos \alpha) \cdot t \\ y(t) = -\frac{1}{2}g \cdot t^2 + (v_0 \cdot \sin \alpha) \cdot t \end{cases}$$

**2.1.3. (0,25 pt)** On isole le temps « t » de l'équation  $x = (v_0 \cdot \cos \alpha) \cdot t$  soit  $t = \frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha}$

Pour avoir l'équation de la trajectoire  $y(x)$ , on reporte l'expression de t dans  $y(t)$  :

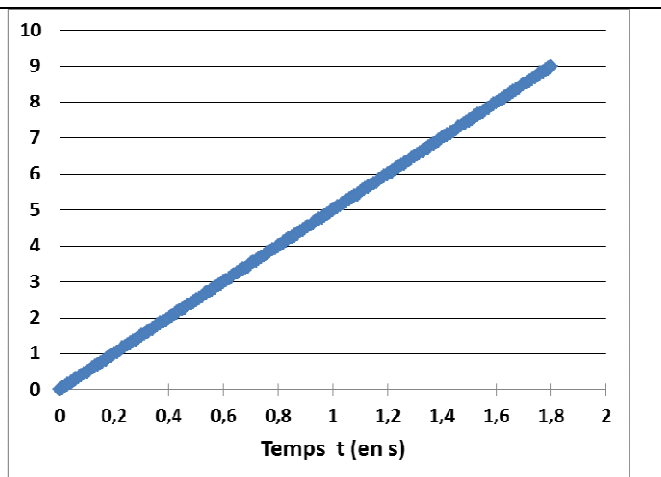
$$y(x) = -\frac{1}{2}g \cdot \left( \frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha} \right)^2 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \left( \frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha} \right) \quad \text{soit } y(x) = -\frac{g}{2 \cdot (v_0 \cdot \cos \alpha)^2} \cdot x^2 + \tan \alpha \cdot x$$

#### 2.1.4. (4X0,5 pt)



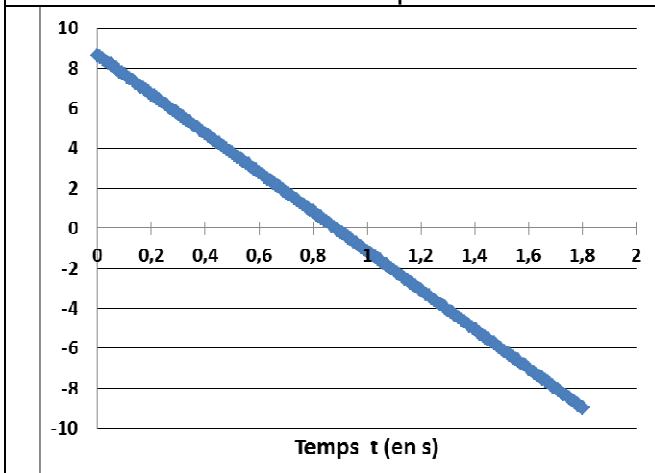
Équation :  $v_x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha$

Justification : le graphe est une droite horizontale. Seule la composante  $v_x$  est constante au cours du temps.



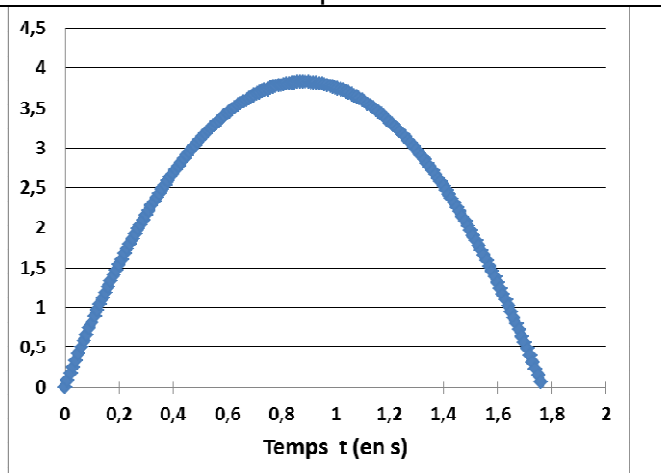
Équation :  $x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$

Justification : le graphe est une droite passant par l'origine. Seule la composante  $x(t)$  est une fonction linéaire du temps.



Équation :  $v_y(t) = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin \alpha$

Justification : le graphe est une droite décroissante, donc son coefficient directeur est négatif. Seule la composante  $v_y$  est une fonction affine avec un coefficient directeur négatif ( $-g$ ).



Équation :  $y(t) = -\frac{1}{2}g \cdot t^2 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t$

Justification : le graphe est une parabole de concavité tournée vers le bas. Seule la composante  $y(t)$  est une fonction parabolique du temps.

2.2 Une « chandelle » réussie

2.2.1. (0,5 pt) Lorsque le ballon touche le sol,  $y(t) = 0$

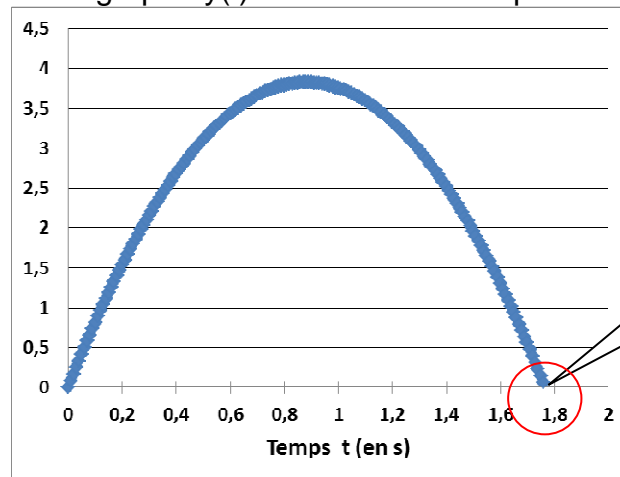
$$\text{soit } -\frac{1}{2}g \cdot t^2 + v_0 \cdot \sin\alpha \cdot t = 0 \quad \text{donc} \quad \left(-\frac{1}{2}g \cdot t + v_0 \cdot \sin\alpha\right) \cdot t = 0$$

La solution  $t = 0$  correspond au moment où le ballon est frappé par le rugbyman à l'origine du repère. La solution  $-\frac{1}{2}g \cdot t + v_0 \cdot \sin\alpha = 0$  correspond à la date pour laquelle le joueur récupère le ballon :

$$-\frac{1}{2}g \cdot t + v_0 \cdot \sin\alpha = 0 \quad \text{soit} \quad \frac{1}{2}g \cdot t = v_0 \cdot \sin\alpha \quad \text{d'où : } t = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin\alpha}{g}$$

(0,25 pt)  $t = \frac{2 \times 10 \times \sin(60)}{9,81} = 1,8 \text{ s.}$

(0,5 pt) On vérifie bien sur le graphe  $y(t)$  la valeur obtenue par calcul :



2.2.2.

**Méthode 1 : (0,5pt)** pour que la chandelle soit réussie, la vitesse  $v_1$  du joueur doit être égale à la composante horizontale  $v_x$  de la vitesse du ballon soit :

$$v_1 = v_0 \cdot \cos\alpha$$

$$v_1 = 10,0 \times \cos(60) = 5,0 \text{ m.s}^{-1}$$

**Méthode 2 : (0,5pt)** pendant la durée  $t = 1,8 \text{ s}$  du vol du ballon, le joueur parcourt la distance  $d = x(t= 1,8 \text{ s})$  :

$$x(t) = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t$$

$$d = 10,0 \times \cos(60) \times 1,8 = 9,0 \text{ m}$$

La vitesse  $v_1$  du joueur est alors :  $v_1 = \frac{d}{t}$  soit :  $v_1 = \frac{9,0}{1,8} = 5,0 \text{ m.s}^{-1}$ .

**EXERCICE III : LE TRÈS HAUT DÉBIT POUR TOUS**

**1. Procédé physique de transmission d'informations**

**Exemple de synthèse**

La transmission de l'information peut se faire par voie aérienne, par câble électrique (fil de cuivre) et par fibre optique (doc.5).

Dans une fibre optique, la lumière se propage grâce à une succession de réflexions totales entre le cœur et la gaine. Pour cela, l'indice de réfraction  $n_1$  du cœur de la fibre doit être supérieur à l'indice  $n_2$  de la gaine et l'angle d'incidence  $\theta$  de la lumière doit être supérieur à

l'angle d'incidence limite  $\theta_{lim}$  tel que  $\sin(\theta_{lim}) = \frac{n_2}{n_1}$ . (doc.6 & 7).

La transmission d'informations par fibre optique présente de nombreux avantages par rapport à la transmission par câble électrique : insensibilité du signal transmis aux perturbations extérieures, faible atténuation du signal et grande largeur de bande permettant un grand débit d'informations (doc 5).

En revanche, contrairement au réseau électrique, la pose d'un réseau de fibres optiques génère des coûts d'installation importants et son implantation ne couvre pas aujourd'hui tout le territoire national (doc. 1 & 5).

Ainsi, malgré ses nombreux avantages, la fibre optique ne constitue pas l'unique solution d'avenir pour la transmission des informations.

Animation sur la fibre optique :

[http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve\\_tulloue/optiqueGeo/dioptres/fibre\\_optique.html](http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/dioptres/fibre_optique.html)

**Corrigé « officiel » :**

**Exemple de synthèse :**

Nous pouvons citer trois types de support de transmission de l'information : le fil de cuivre, la fibre optique et les transmissions hertziennes.

Pour guider la lumière, la fibre optique comprend un cœur, où l'énergie lumineuse est confinée, et une gaine, dotée d'un indice de réfraction plus faible. Lors du passage d'un milieu donné d'indice  $n_1$  dans un milieu moins réfringent d'indice  $n_2$ , le rayon réfracté n'existe pas toujours. Il existe un angle limite  $\theta_{lim}$  au-delà duquel le rayon de lumière ne change pas de milieu. Ce rayon est alors complètement réfléchi : c'est le phénomène de réflexion totale (documents 6 et 7).

Les avantages de la transmission de données par fibre optique sont nombreux. Les fibres optiques ne sont pas sensibles aux interférences extérieures. La perte de signal sur une grande distance est bien plus faible par rapport à une transmission électrique dans un conducteur métallique. Les fibres ne s'échauffent pas et permettent de transporter simultanément une grande quantité d'informations (document 5).

La pose de fibre optique génère des coûts importants à cause des travaux d'enfouissement. Contrairement au réseau en cuivre, la fibre optique ne dessert pas toutes les localités en France d'où les efforts financiers conséquents que vont devoir réaliser les régions (coût global pour les institutions en Bretagne : 1,8 milliards d'euros) (documents 1 et 5).

En conclusion, « il n'y a pas de solution unique, il n'y a pas de solution pérenne ».

**Points clés :**

Trois types de support de transmission de l'information : le fil de cuivre, la fibre optique et les transmissions hertziennes.

0,75 point

Principe de fonctionnement d'une fibre optique : indice de réfraction plus faible dans la gaine que dans le cœur, réflexion totale.

0,5 point

Les points forts : sensibilité nulle aux interférences, faible atténuation du signal, pas d'échauffement, grande largeur de bande.

1 point

Les points faibles : coût important, faible implantation géographique.

0,5 point

Conclusion : pas de solution unique, pas de solution pérenne.

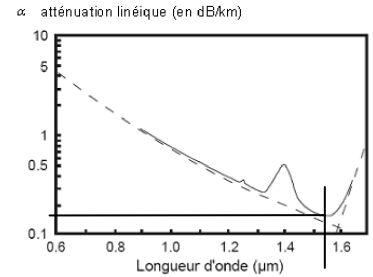
0,25 point

Notions et contenus	Compétences exigibles
Procédés physiques de transmission Propagation libre et propagation guidée Transmission par câble, par fibre optique, par transmission hertzienne	Exploiter des informations pour comparer les différents types de transmission. Rédiger une synthèse de documents mobilisant les capacités d'analyse, d'esprit critique, de synthèse et les méthodes de travail qu'elles supposent.

## Analyse de la qualité d'une transmission

**2.1. (0,25 pt)** D'après le document 3, l'atténuation linéique d'une fibre optique en silice est minimale pour une longueur d'onde voisine de  $1,5 \mu\text{m}$  soit  $1,5 \times 10^{-6} \text{ m}$ .

**(0,25 pt)** Le document 4 indique que cette longueur d'onde appartient au domaine des radiations infrarouges compris entre  $10^{-6}$  et  $10^{-4} \text{ m}$ .



**2.2.1. (0,5 pt)** D'après le document 2 :  $\alpha = \frac{10}{L} \cdot \log\left(\frac{P_e}{P_s}\right)$  donc  $\alpha \times L = 10 \cdot \log\left(\frac{P_e}{P_s}\right)$ .

Si le signal est amplifié dès que sa puissance devient inférieure à 1 % de sa puissance initiale

alors :  $P_s = \frac{1}{100} \cdot P_e$  soit  $\frac{P_e}{P_s} = 100$ .

Donc :  $\alpha \times L = 10 \cdot \log(100) = 10 \times 2 = \mathbf{20 \text{ dB}}$ .

**2.2.2.** Le document 5 indique que l'atténuation linéique est de 0,2 dB/km.

**(0,25 pt)** Une atténuation de 20 dB est obtenue pour une distance égale à  $\frac{20}{0,2} = 10^2 \text{ km}$ .

Le premier amplificateur est donc situé à 100 km de Rennes.

**(0,25 pt)** La distance Rennes-Strasbourg étant de 900 km, il faut  $\frac{900}{100} = 9$  amplificateurs.

**(0,25 pt)** Dans un câble électrique, l'atténuation est de 10 dB/km d'après le document 5. Ainsi, dans le cas d'une liaison par câble entre Rennes et Strasbourg, il faudrait un amplificateur tous les  $\frac{20}{10} = 2 \text{ km}$  soit  $\frac{900}{2} = 450$  amplificateurs.

**(0,25 pt)** La liaison par câble nécessite  $\frac{450}{9} = 50$  fois plus d'amplificateurs que celle par fibre optique. De ce point de vue, la liaison par fibre optique est plus avantageuse que celle par câble.

## 1. Étude de l'implant cochléaire

« Comment est-il possible d'envisager l'amélioration du fonctionnement de l'implant cochléaire afin d'éviter la réadaptation ? »

Correction officielle en fin de document.

Les sons audibles : (0,5 pt)

Les sons audibles se situent dans le domaine de fréquence 20 à 20 000 Hz. La fréquence est associée à la hauteur du son. Les sons graves possèdent des fréquences plus faibles que les sons aigus.

Par ailleurs les sons peuvent être distingués par leur timbre. L'analyse spectrale fréquentielle obtenue par décomposition de Fourier permet de caractériser le timbre d'un son. C'est ce qui permet de distinguer deux instruments de musiques différents jouant pourtant la même note.

**L'implant doit conserver la hauteur et le timbre des sons.**

Chaîne de transmission de l'information : (1 pt) (voir encart ci-après)

Le son est la **source** de l'information.

Le processeur vocal ① est l'**émetteur** qui reçoit les sons, les analyse, les code en signaux numériques.

Le **canal de transmission** est la peau. L'antenne ② émet une onde électromagnétique qui traverse la peau, il s'agit d'une transmission libre.

La partie interne ③ de l'implant est le **récepteur** qui ensuite véhicule les signaux électriques jusqu'à la cochlée qui est le **destinataire**. La transmission est alors guidée par câble.

Dégradation du signal : (0,5 pt)

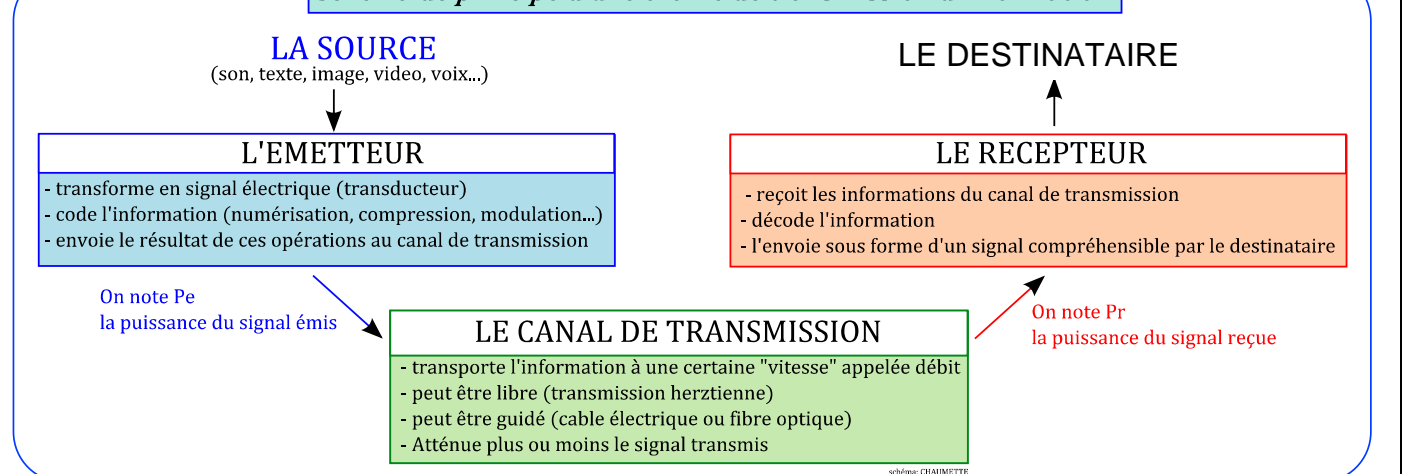
Le signal issu du microphone du processeur vocal est analogique, il est converti en un signal numérique. Cette conversion entraîne une dégradation car le signal est codé avec un nombre de valeurs restreint, par exemple s'il est codé avec une résolution de 8 bits la tension ne peut prendre que  $2^8$  valeurs.

Par ailleurs la période d'échantillonnage  $T_e$  joue aussi un rôle sur la qualité de la conversion.

**(1 pt)** Pour améliorer la qualité de l'information transmise on peut améliorer les caractéristiques du processeur vocal en augmentant sa résolution (le nombre de bits) et aussi en diminuant sa période d'échantillonnage  $T_e$ .

« Rappel » de cours enseignement spécifique

### Schéma de principe d'une chaîne de transmission d'information





## 2. Analyse des performances auditives par audiométrie tonale

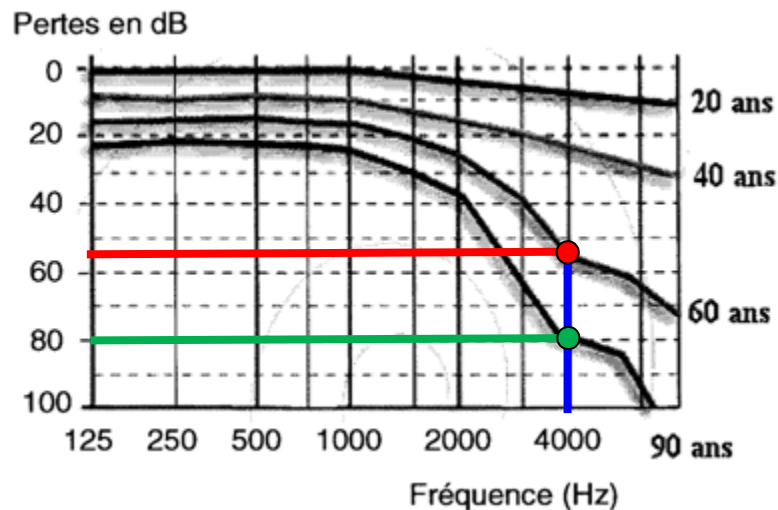
### • Niveaux sonores (1 pt)

Avec implant : Paul a un audiogramme correspondant à celui d'une **personne de 60 ans**. Le document 5 montre qu'une personne de 60 ans perçoit un son de fréquence 4,0 kHz (4000 Hz) avec des pertes d'environ 55 dB.

Le son de niveau sonore 100 dB sera perçu avec un niveau sonore  $L_{60} = 100 - 55 = 45 \text{ dB}$ .

Sans implant : Paul a un audiogramme correspondant à celui d'une **personne de 90 ans**. Le document 5 montre que les pertes sont alors de 80 dB.

Il perçoit ce même son avec un niveau sonore de  $L_{90} = 100 - 80 = 20 \text{ dB}$ .



### • Performances de l'appareillage : (1 pt)

Calcul de l'intensité sonore :

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

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

$$\frac{I}{I_0} = 10^{L/10}$$

$$I = I_0 \cdot 10^{L/10}$$

Avec implant :  $I_{60} = I_0 \cdot 10^{L_{60}/10}$

$$I_{60} = 1,0 \times 10^{-12} \times 10^{45/10} = 1,0 \times 10^{-12} \times 10^{4,5} = 1,0 \times 10^{-7,5} = 3,2 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}$$

Sans implant :  $I_{90} = I_0 \cdot 10^{L_{90}/10}$

$$I_{90} = 1,0 \times 10^{-12} \times 10^{20/10} = 1,0 \times 10^{-12} \times 10^{2,0} = 1,0 \times 10^{-10} \text{ W.m}^{-2}$$

Rapport des intensités sonores  $\frac{I_{60}}{I_{90}}$  :

$$\frac{I_{60}}{I_{90}} = \frac{10^{45/10}}{10^{20/10}} = 10^{2,5} = 3,2 \times 10^2$$

### Conclusion :

$$I_{60} = 3,2 \times 10^2 \cdot I_{90}$$

L'implant multiplie fortement l'intensité sonore reçue par l'oreille.

Il n'existe pas une seule et unique solution pour une synthèse de documents.

Pour information, voici la correction officielle :

**Exemple de synthèse :**

Les sons audibles peuvent être des sons purs ou des sons complexes. Un son complexe (son 2 du document 4), à l'inverse d'un son pur (son 1 du document 4) est composé de plusieurs harmoniques.

La chaîne est constituée d'un processeur vocal, d'une antenne externe, un récepteur interne et un faisceau d'électrodes placé dans la cochlée. C'est la conversion analogique-numérique, ayant lieu dans le processeur vocal, qui dégrade le signal perçu.

Le paramètre sur lequel on peut influencer pour améliorer la qualité de l'information transmise est la fréquence d'échantillonnage. Plus celle-ci est grande (c'est-à-dire que les échantillons sont relevés à de petits intervalles de temps) plus le signal numérique sera fidèle à l'original.

**Points clés :**

Différents types de sons audibles : sons purs et sons complexes (un ou plusieurs harmoniques)

**0,5 point**

Constituants de la chaîne de transmission.

**1 point**

Explication de la dégradation du signal.

**0,5 point**

Amélioration de la qualité de l'information transmise.

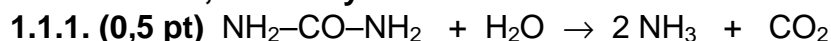
**1 point**

Notions et contenus	Compétences exigibles
Caractéristiques des ondes Ondes sonores, analyse spectrale, hauteur et timbre	Définir, pour une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence, la longueur d'onde  Analyse spectrale d'un son musical
Signal analogique et signal numérique Conversion d'un signal analogique en signal numérique	Reconnaître des signaux de nature analogique et des signaux de nature numérique
Emetteurs et récepteurs sonores	Acoustique physiologique, microphone  Rédiger une synthèse de documents mobilisant les capacités d'analyse, d'esprit critique, de synthèse et les méthodes de travail qu'elles supposent.



## 1. Activité enzymatique de l'uréase

### 1.1. L'uréase, un catalyseur



1.1.2. (0,5 pt) Le temps de demi-réaction est la durée nécessaire pour que l'avancement atteigne la moitié de sa valeur finale.

1.1.3. (0,5 pt) En présence d'uréase le temps de demi-réaction est de  $2 \times 10^{-5}$  s et sans uréase il est de 60 ans.

L'uréase a permis de diminuer très fortement le temps de demi-réaction, elle peut être considérée comme un catalyseur.

### 1.2. Effet de la température sur l'activité enzymatique

1.2.1. (0,5 pt) En général la température permet de diminuer la durée de réaction.

1.2.2. (0,5 pt) Le document 1 nous montre que l'activité de l'uréase varie en fonction de la température ; elle est maximale vers  $60^\circ\text{C}$ . Or la cinétique de la réaction est liée à l'activité de l'uréase. En se plaçant à  $60^\circ\text{C}$  on aura une activité maximale de l'uréase, puis en augmentant la température l'activité de l'uréase va diminuer.

1.2.3. (0,5 pt) Contrairement au cas général, il ne faut donc pas forcément augmenter de trop la température pour diminuer la durée de réaction.

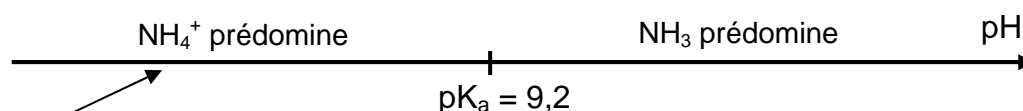
L'uréase est une enzyme dont les différentes parties sont liées par des liaisons hydrogène qui se forment plus ou moins facilement suivant la température.

On peut supposer que les sites actifs sont plus nombreux vers  $60^\circ\text{C}$ . Mais que quand la température augmente encore, la quantité de sites actifs diminue.

## 2. L'uréase dans le milieu stomacal

2.1. (0,5 pt) Si l'acide chlorhydrique est un acide fort :  $\text{pH} = -\log(c)$  avec  $c = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .  
 $\text{pH} = -\log(1,0 \times 10^{-2}) = 2,0$

2.2. (0,5 pt) Traçons le diagramme de prédominance du couple  $\text{NH}_4^+(\text{aq})/\text{NH}_3(\text{aq})$



À  $\text{pH} = 2 < \text{pK}_a$ , l'ion ammonium prédomine.

2.3. (0,5 pt) L'ammoniac consomme des ions oxonium, ainsi  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  diminue.

Or  $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ , donc le pH de la solution augmente localement autour de la bactérie.

2.4. (0,5 pt) D'après le document 2, pour un  $\text{pH} = 2$ , l'activité de l'uréase est nulle, seule elle ne pourrait pas catalyser la réaction dans l'estomac.

### 1. À propos de la localisation (0,75 pt)

Graphiquement 100 km correspond à 1,2 cm sur la carte de France.

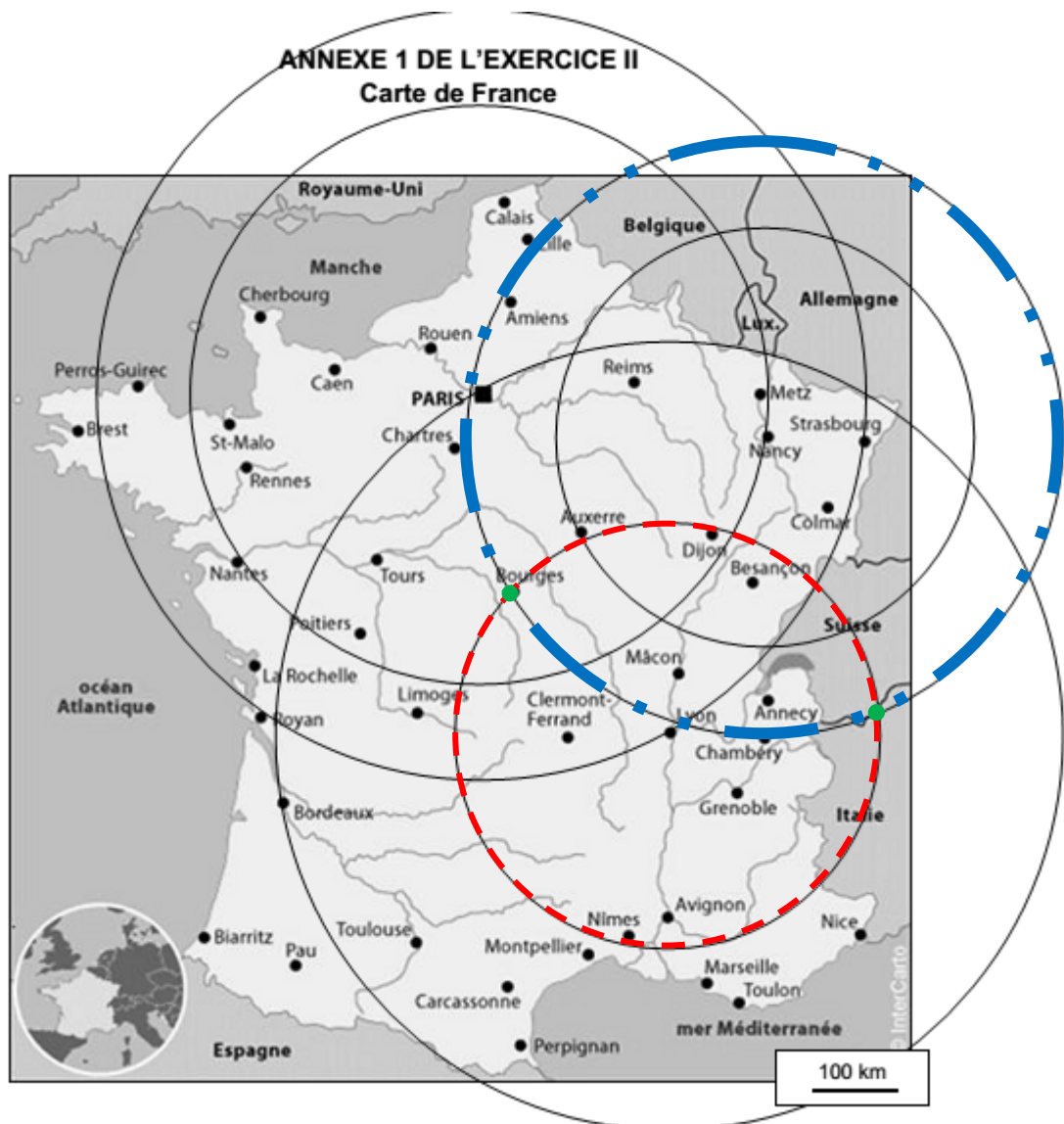
L'automobiliste se trouve à :

- 240 km de Lyon soit à  $\frac{240 \times 1,2}{100} = 2,9$  cm de Lyon sur la carte ; il se trouve donc sur le cercle de centre Lyon et de rayon 2,9 cm (cercle rouge en pointillés).
- 340 km de Nancy soit  $\frac{340 \times 1,2}{100} = 4,1$  cm de Nancy sur la carte ; il se trouve donc sur le cercle de centre Nancy et de rayon 4,1 cm (cercle bleu épais . . - . .).

L'automobiliste est situé à l'intersection de ces deux cercles (points verts). Il y a deux possibilités :

- un point situé en Italie,
- un point situé en France sur la ville de Bourges.

L'énoncé indique qu'il s'agit d'une ville française, c'est donc la ville de **Bourges**.



## 2. Étude du mouvement d'un satellite

### 2.1. (1,5 pts) Version 1 :

Le satellite, de masse  $m$ , est étudié dans le référentiel géocentrique supposé galiléen.

La trajectoire du satellite est un cercle de rayon :  $R_T + h$ .

Le repère d'étude est le repère de Frénet  $(S, \vec{n}, \vec{\tau})$  d'origine le satellite S et de vecteurs unitaires  $\vec{n}$  et  $\vec{\tau}$ .

Le satellite est soumis à la force gravitationnelle exercée par la Terre :  $\vec{F}_{T/S} = G \cdot \frac{m \cdot M_T}{(R_T + h)^2} \cdot \vec{n}$ .

La deuxième loi de Newton donne :  $\vec{F}_{T/S} = m \cdot \vec{a}_S$  soit :  $G \cdot \frac{m \cdot M_T}{(R_T + h)^2} \cdot \vec{n} = m \cdot \vec{a}_S$

$$\text{Donc : } \vec{a}_S = \frac{G \cdot M_T}{(R_T + h)^2} \cdot \vec{n}$$

Dans le repère de Frénet, l'accélération d'un objet en mouvement circulaire s'écrit :

$$\vec{a}_S = \frac{v^2}{R_T + h} \cdot \vec{n} + \frac{dv}{dt} \cdot \vec{\tau}$$

En égalant les deux expressions précédentes de l'accélération, il vient :

$$\frac{G \cdot M_T}{(R_T + h)^2} \cdot \vec{n} = \frac{v^2}{R_T + h} \cdot \vec{n} + \frac{dv}{dt} \cdot \vec{\tau}$$

Par identification, on a :

$$\begin{cases} \text{sur } \vec{n} : \frac{v^2}{R_T + h} = \frac{G \cdot M_T}{(R_T + h)^2} \\ \text{sur } \vec{\tau} : \frac{dv}{dt} = 0 \end{cases}$$

Sur  $\vec{\tau}$  on a :  $\frac{dv}{dt} = 0$  alors  $v = \text{Cte}$  : le mouvement du satellite est bien **uniforme**.

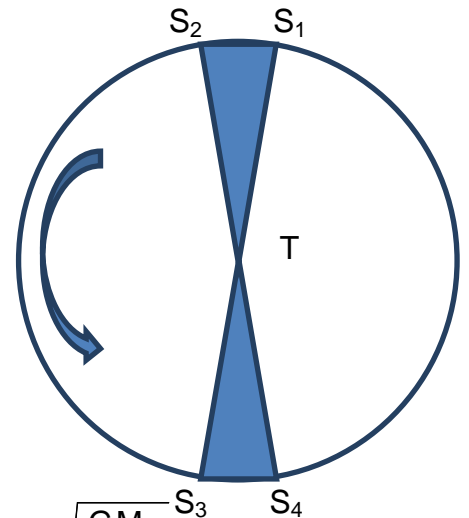
### Version 2 :

La trajectoire du satellite est supposée circulaire dans le référentiel géocentrique.

D'après la 2<sup>ème</sup> loi de Kepler (loi des aires), l'aire balayée (en bleu) par le rayon de la trajectoire circulaire joignant T centre de la Terre et S centre du satellite, est la même pour des durées de parcours  $\Delta t$  égales. La distance parcourue par le satellite sur la trajectoire est alors la même ( $\widehat{S_1 S_2} = \widehat{S_3 S_4}$ ) et la vitesse de parcours est

$$\text{constante } v = \frac{\widehat{S_1 S_2}}{\Delta t} = \frac{\widehat{S_3 S_4}}{\Delta t}.$$

Le mouvement est uniforme.



$$2.2.(1 \text{ pt}) \text{ Sur } \vec{n} \text{ on a : } \frac{v^2}{R_T + h} = \frac{G \cdot M_T}{(R_T + h)^2} \text{ soit } v^2 = \frac{G \cdot M_T}{R_T + h} \text{ donc : } v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{R_T + h}}.$$

$$(0,5 \text{ pt}) v = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 5,98 \times 10^{24}}{(6,38 \times 10^3 + 2,00 \times 10^4) \times 10^3}} = 3,89 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = \mathbf{3,89 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}}$$

2.3. Le satellite a un mouvement circulaire et uniforme : il décrit le périmètre  $2\pi \cdot (R_T + h)$  pendant la durée d'une période T à la vitesse v telle que :

$$v = \frac{2\pi \cdot (R_T + h)}{T}$$

$$\text{Donc : } T = \frac{2\pi(R_T + h)}{v}$$

En reportant l'expression de la vitesse  $v$  de la question 2.2. il vient :

$$T = \frac{2\pi(R_T + h)}{\sqrt{\frac{GM_T}{R_T + h}}}$$

$$T^2 = \frac{(2\pi)^2 \cdot (R_T + h)^2}{\frac{GM_T}{R_T + h}} = \frac{(2\pi)^2 \cdot (R_T + h)^3}{GM_T}$$

(1 pt) soit  $T = 2\pi \sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{GM_T}}$

En convertissant les distances en mètres on a :

(0,5 pt)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{(6,38 \times 10^6 + 2,00 \times 10^7)^3}{6,67 \times 10^{-11} \times 5,98 \times 10^{24}}} = 4,26 \times 10^4 \text{ s} = 11,8 \text{ h.}$

(0,25 pt) La période du satellite est d'environ 12 h : il fait bien **deux révolutions par jour autour de la Terre** comme l'indique le texte introductif.

### 3. Précision des mesures

3.1. (0,5 pt) On a la relation :  $c = \frac{d}{\tau}$ .

avec  $d = 10 \text{ m}$ , la « précision » dans la direction de propagation du signal électromagnétique envoyé par le satellite avec la célérité  $c$  et  $\tau$  la « précision » sur la durée du trajet.

Donc :  $\tau = \frac{d}{c}$  soit  $\tau = \frac{10}{3,00 \times 10^8} = 3,3 \times 10^{-8} \text{ s} = 33 \text{ ns.}$

La « précision » sur la durée du trajet est donc voisine de 30 ns.

3.2. (1 pt) La durée  $\Delta t$  de parcours du signal électromagnétique est  $\Delta t = \frac{h}{c}$

Soit :  $\Delta t = \frac{2,00 \times 10^4 \times 10^3}{3,00 \times 10^8} = 6,67 \times 10^{-2} \text{ s.}$

La « précision » relative sur la mesure de la durée est  $\frac{\tau}{\Delta t}$  avec  $\tau = 30 \text{ ns}$

soit  $\frac{30 \times 10^{-9}}{6,67 \times 10^{-2}} = 4,5 \times 10^{-7}.$

3.3. (0,5 pt) D'après le texte, la non prise en compte des effets relativistes entraîne une avance des horloges du satellite sur les horloges terrestres d'environ **38  $\mu\text{s}$  par jour.**

(1 pt) Pour que les horloges soient décalées de 30 ns :

Durée	décalage temporel
1 jour = $3600 \times 24 \text{ s}$ →	$38 \times 10^{-6} \text{ s}$
$\Delta t' \text{ s}$ →	$30 \times 10^{-9} \text{ s}$

Donc :  $\Delta t' = \frac{30 \times 10^{-9} \times 24 \times 3600}{38 \times 10^{-6}} = 68 \text{ s.}$

Il faut donc un **peu plus d'une minute** pour que les horloges terrestres et celle du satellite GPS soient significativement désynchronisées.

#### 4. Étude du signal GPS

4.1. (1 pt) Le document 1 indique que le débit est de  $50 \text{ bits}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Or  $1 \text{ ko} = 1000 \text{ octets} = 1000 \times 8 = 8000 \text{ bits}$ .

Donc  $4,5 \text{ ko} = 4,5 \times 8000 = 3,6 \times 10^4 \text{ bits}$

La durée nécessaire à l'envoi de l'intégralité du message est donc de  $\frac{3,6 \times 10^4 \times 1}{50} = 7,2 \times 10^2 \text{ s}$ .

Cette durée, égale à 12 minutes, est très élevée et ne correspond pas à ce que l'on observe dans la réalité. En effet, « le GPS garde en mémoire les paramètres du calcul de position reçus avant son dernier arrêt et reprend par défaut ces paramètres » ce qui diminue considérablement son temps de mise à jour.

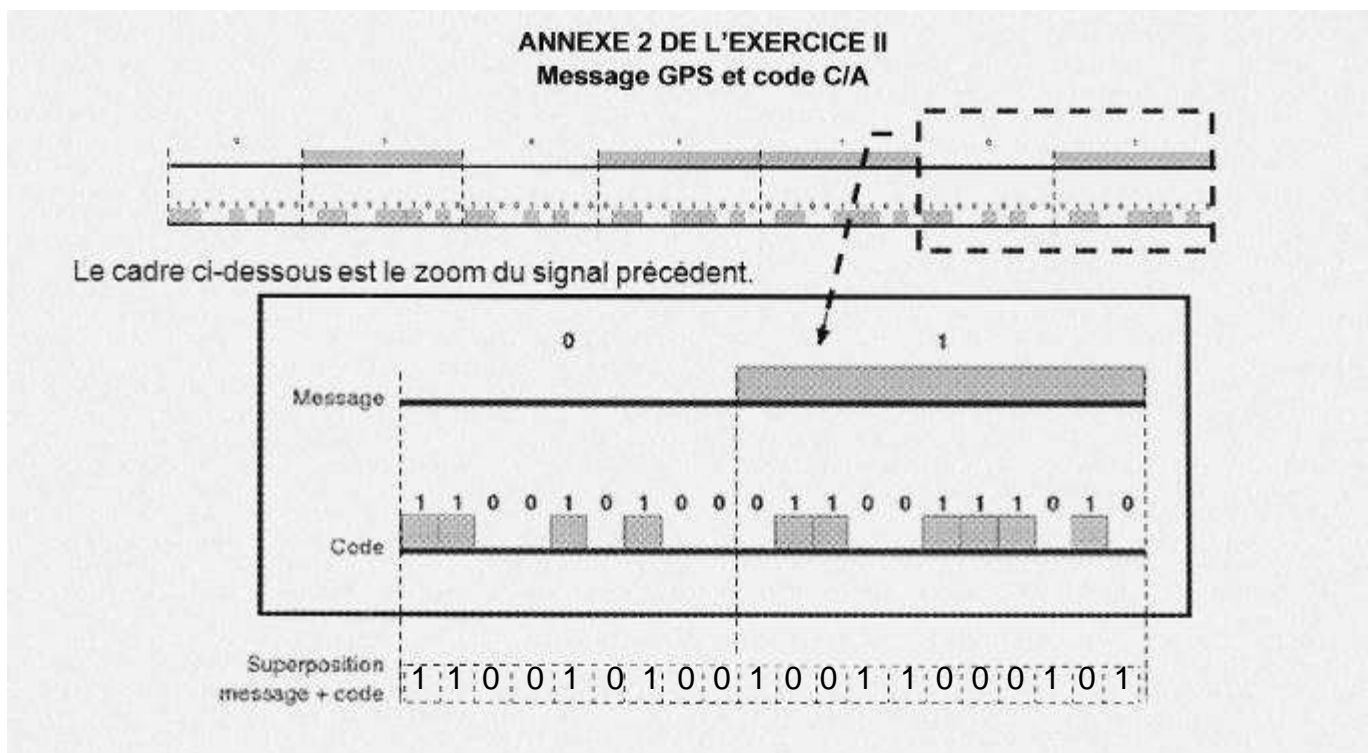
Remarque : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Octet>

En considérant que  $1 \text{ ko (kiloctet)} = 1 \text{ Kio (kibiocet)} = 1024 \text{ octets}$  alors  $1 \text{ ko} = 1024 \times 8 = 8192 \text{ bits}$

alors  $4,5 \text{ ko} = 4,5 \times 8192 = 3,7 \times 10^4 \text{ bits}$

La durée nécessaire à l'envoi de l'intégralité du message est donc de  $\frac{3,7 \times 10^4 \times 1}{50} = 7,4 \times 10^2 \text{ s}$ .

4.2. (0,5 pt) « Le message GPS consiste simplement à inverser les 0 et les 1 du code lorsque le bit du message vaut 1 et à ne pas les modifier lorsque le bit du message vaut 0 ».



**1. Analyse et synthèse de documents**

Les trois catégories d'espèces sucrantes présentées dans les documents sont **les oses**, **les édulcorants** et **les polyols**.

Ce que l'on nomme couramment « sucre » est une substance constituée essentiellement de **saccharose**. On trouve le saccharose dans la betterave sucrière et dans les végétaux : il s'agit donc d'une espèce chimique **naturelle**. Le pouvoir sucrant du saccharose est égale à 1 : il sert de référence. En revanche son apport énergétique est le **plus élevé** de toutes les espèces sucrantes présentées : une consommation excessive peut donc générer du surpoids, de l'obésité ou des caries.

Les **polyols** tels que le xylitol ou le sorbitol sont des espèces chimiques sucrantes **naturelles**. Leur pouvoir sucrant est **voisin** de celui du saccharose, mais leur apport énergétique est **plus faible** et ils ne provoquent pas de carie. Par ailleurs, les polyols ont un effet bénéfique sur l'organisme : ils limitent la libération d'insuline dans l'organisme et donc le stockage du glucose dans le foie.

Les édulcorants tels que l'aspartame et l'acésulfame sont des espèces sucrantes **synthétiques et artificielles** que l'on trouve dans les boissons light. Leur apport énergétique est **quasi-nul** : en revanche leur pouvoir sucrant est environ **deux cent fois supérieur** au saccharose et aux polyols. C'est la raison pour laquelle on l'utilise en très petite quantité sous la forme de « sucrettes ». Certaines études controversées montreraient que les édulcorants ont des effets néfastes sur l'organisme.

À la lecture des documents, il semble qu'il n'existe pas encore d'espèce sucrante alliant à la fois un fort pouvoir sucrant, un faible apport énergétique et des effets pathologiques négligeables sur l'organisme.

*Remarque : En savoir plus sur la stévia non évoquée dans les documents*

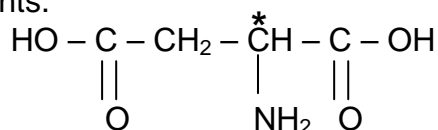
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Stevia\\_rebaudiana](http://fr.wikipedia.org/wiki/Stevia_rebaudiana)

**2. La synthèse de l'aspartame****2.1. (0,25 pt)** a groupe carboxyle

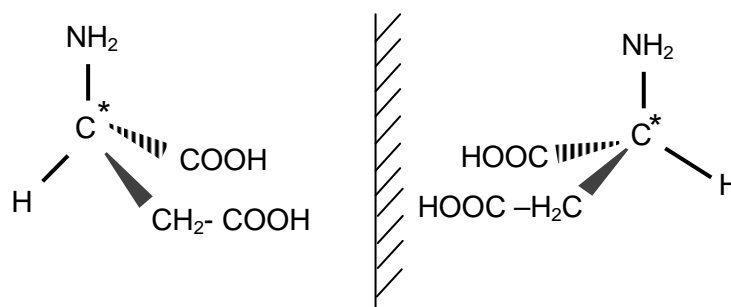
b groupe amine

c groupe carboxyle

d groupe amide

**2.2. (0,25 pt)** L'atome marqué d'un astérisque est un carbone asymétrique car il est relié à quatre groupes d'atomes différents.

(0,5 pt)

**2.3. (1 pt)** En protégeant les groupes a et b, seul le groupe caractéristique COOH (c) réagit avec le groupe NH<sub>2</sub> de l'ester méthylique de la phénylalanine.

Sans ces protections, le groupe COOH (a) pourrait réagir avec le NH<sub>2</sub> de l'ester méthylique de la phénylalanine ce qui ne conduirait pas à la formation d'aspartame.

De même, des réactions entre molécules d'aspartame pourraient avoir lieu.



## Barème officiel du bac pour s'auto-évaluer :

Compétences évaluées	Critère de réussite correspondant au niveau A	A	B	C	D
<b>Analyser</b> Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites	Les trois catégories de produits sont bien identifiées et caractérisées par leurs propriétés énergétiques et sucrantes.				
<b>Valider</b> Faire preuve d'esprit critique face à une information	Pour chaque catégorie les avantages et les inconvénients sont présentés				
<b>Communiquer</b> Rédiger une explication, une réponse, un paragraphe argumenté ou une synthèse Utiliser un vocabulaire scientifique adapté et rigoureux (vocabulaire de la discipline, de la métrologie...)	La synthèse est cohérente complète et compréhensible Le vocabulaire est adapté et rigoureux				
<b>Note (en point entier)</b>		<b>/3</b>			

<b>Niveau A</b>	Les indicateurs choisis apparaissent dans leur (quasi) totalité.
<b>Niveau B</b>	Les indicateurs choisis apparaissent partiellement.
<b>Niveau C</b>	Les indicateurs choisis apparaissent de manière insuffisante.
<b>Niveau D</b>	Les indicateurs choisis ne sont pas présents.

Le regard porté sur la grille de compétences de manière globale aboutit, en fonction de la position des croix, à produire une note évaluant la production de l'élève.

Quelques repères pour convertir la grille en note chiffrée :

- Majorité de A et des B → 3 points
- Majorité de C et des D → 1 point

**Éléments de correction**

Synthèse des documents

Définition des sucres (fonctions organiques précisées) pour justifier le classement

Classement en trois catégories en fonction du PS et de l'apport énergétique :

- Glucose, fructose et saccharose : sucres
- sorbitol, xylitol, succédanés de sucre ou polyols
- aspartame et acésulfame : édulcorants à faible apport énergétique

Avantages : Les édulcorants à faible apport énergétique n'apportent quasiment aucune énergie à stocker

Les polyols ne provoquent de réponse insulinaire et donc il n'y a pas de stockage.

Les édulcorants et les polyols à faible apport énergétique ne forment pas de carie.

Inconvénients :

Les effets néfastes sur la santé ne sont pas encore bien connus.

Les polyols ne provoquent de réponse insulinaire et donc trouble le processus de régulation du taux de sucres dans le sang.

Les polyols apportent presque autant d'énergie que les sucres



### Questions préalables

- Demi-équation d'oxydation du fer métallique :  
 $\text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$

- Métaux susceptibles de protéger la coque en acier :  
 Les métaux dont le potentiel standard est inférieur à celui du fer conviennent.  
 Il s'agit du zinc, de l'aluminium et du magnésium.  
 Ces métaux vont être oxydés à la place du fer.  
 Le métal protecteur est rongé, les atomes métalliques sont transformés en ions métalliques qui sont dissous.

### Problème :

Déterminons d'abord la masse de zinc consommée en une année.

Comme  $n_{\text{Zn}} = \frac{m_{\text{Zn}}}{M_{\text{Zn}}}$  alors  $m_{\text{Zn}} = n_{\text{Zn}} \cdot M_{\text{Zn}}$

Équation d'oxydation du zinc de l'anode :  $\text{Zn} = \text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^-$

D'après cette équation  $n_{\text{Zn}} = \frac{n(\text{e}^-)}{2}$ , donc  $m_{\text{Zn}} = \frac{n(\text{e}^-)}{2} \cdot M_{\text{Zn}}$

La charge électrique échangée au cours de la réaction est :  $Q = n(\text{e}^-) \cdot q$  où  $n(\text{e}^-)$  correspond à la quantité de matière d'électrons libérée par l'oxydation du zinc.

Ainsi  $n(\text{e}^-) = \frac{Q}{q}$ , alors  $m_{\text{Zn}} = \frac{Q}{2 \cdot q} \cdot M_{\text{Zn}}$

D'après  $I = \frac{Q}{\Delta t}$ , on a  $Q = I \cdot \Delta t$ .

Densité de courant :  $j = 0,1 \text{ A} \cdot \text{m}^{-2}$

Au regard des unités, on peut penser que  $j = \frac{I}{S}$  donc  $I = j \cdot S$  ainsi  **$Q = j \cdot S \cdot \Delta t$**  Expression (2)

$$\begin{aligned} \text{Finalement} \quad m_{\text{Zn}} &= \frac{j \cdot S \cdot \Delta t}{2 \cdot q} \cdot M_{\text{Zn}} \\ m_{\text{Zn}} &= \frac{0,1 \times 40 \times (365 \times 24 \times 3600)}{2 \times 9,65 \times 10^4} \times 65,4 = 4,27 \times 10^4 \text{ g} \end{aligned}$$

Soit environ 43 kg de zinc consommé par an.

L'anode sacrificielle doit être remplacée lorsqu'elle a perdu 50 % de sa masse.

La masse totale de zinc à répartir doit être égale au double de la masse consommée.

$$m_{\text{totale}} = 2 \cdot m_{\text{Zn}} = 2 \times \frac{0,1 \times 40 \times (365 \times 24 \times 3600)}{2 \times 9,65 \times 10^4} \times 65,4$$

$$m_{\text{totale}} = 8,5 \times 10^4 \text{ g} = 85 \times 10^3 \text{ g} = 85 \text{ kg.}$$

On doit garder un seul chiffre significatif (cf.  $j = 0,1 \text{ A} \cdot \text{m}^{-2}$ ) donc  $m_{\text{totale}} = \mathbf{9 \times 10^1 \text{ kg}}$ .

Il faut donc répartir  $9 \times 10^1 \text{ kg}$  de zinc sur la surface de la coque.

Ce résultat semble élevé, la photo montre une anode sacrificielle qui semble assez petite. Il y a sans doute plusieurs blocs de zinc répartis sur la coque.

Barème officiel pour s'auto-évaluer :

Compétences évaluées	Critère de réussite correspondant au niveau A	A	B	C	D
<b>S'approprier</b> Extraire des informations	La demi-équation d'oxydation du fer, la liste des métaux capable de protéger le fer et la notion de sacrificielle est cohérente avec les indications du document.				
<b>Analyser</b> Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites Construire les étapes d'une résolution d'un problème (série 5)	Exploitation de la densité de courant pour exprimer la charge électrique échangé sur une année.				
	Exploitation de l'oxydation pour exprimer la charge électrique échangée par mole et le nombre de mole de zinc consommée par an.				
	Introduction de la masse cherchée en lien avec la masse molaire.				
<b>Réaliser</b> Effectuer des calculs littéraux ou numériques	Les calculs menés sont techniquement justes indépendamment d'erreur résultant d'une mauvaise analyse. Les unités sont correctement maîtrisées.				
<b>Valider</b> Faire preuve d'esprit critique	L'élève pose un regard critique sur la valeur de la masse trouvée par exemple en comparant la masse trouvée et celle estimée du bateau. Ce n'est pas la justesse du résultat qui est évalué. Il émet une hypothèse sur une source d'erreur possible quand son résultat lui paraît aberrant.				
<b>Note (en point entier)</b>		<b>/5</b>			

- Majorité de A et des B → 5 points
- Majorité de C et des D → 1 point

**1. Dosage du dioxyde de soufre dans le vin.**

**1.1. (0,5 pt couleurs + 0,5 pt justification)** Pour  $V < V_E$ , le diiode  $I_2$  versé est totalement consommé dès son ajout. La solution reste vert pâle.

Pour  $V \geq V_E$ , il n'y a plus de  $SO_2$  dans le milieu réactionnel, le diiode ajouté devient en excès ; il colore la solution en violet foncé.

On repère l'équivalence par le changement de couleur de vert pâle à violet foncé.

**1.2. (0,5 pt)** À l'équivalence, les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation du dosage ::  $I_{2(aq)} + SO_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2I^-_{(aq)} + SO_{4^{2-}(aq)} + 4H^+_{(aq)}$

Ainsi :  $n_1(SO_2) = n_E(I_2)$

Soit  $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_E$

$$C_1 = \frac{C_2 \cdot V_E}{V_1}$$

**(0,5 pt)**  $C_1 = \frac{1,00 \times 10^{-2} \times 6,28 \times 10^{-3}}{20,00 \times 10^{-3}} = 3,14 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Concentration massique  $C_{mexp}$  en dioxyde de soufre :

$$C_{mexp} = C_1 \cdot M(SO_2)$$

$$C_{mexp} = 3,14 \times 10^{-3} \times (32,1 + 2 \times 16,0) = 0,201 \text{ g.L}^{-1} = 201 \text{ mg.L}^{-1}$$

**1.3. Incertitude relative :**  $\frac{\Delta C_{mexp}}{C_{mexp}} = \sqrt{\left(\frac{\Delta V_E}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C_2}{C_2}\right)^2}$

**(0,5 pt)**  $\frac{\Delta C_{mexp}}{C_{mexp}} = \sqrt{\left(\frac{0,05}{6,28}\right)^2 + \left(\frac{0,01}{1,00}\right)^2} = 0,0128 = 1,28 \% \text{ soit environ } 1\%$ .

Donc :  $\Delta C_{mexp} = 0,0128 \times 0,201 = 2,57 \times 10^{-3} \text{ g.L}^{-1}$ .

En arrondissant l'incertitude  $\Delta C_{mexp}$  à la valeur supérieure du dernier chiffre significatif de  $C_{mexp}$

on a :  $C_{mexp} = (0,201 \pm 3 \times 10^{-3}) \text{ g.L}^{-1}$ .

ou :  $C_{mexp} - \Delta C_{mexp} < C_{mexp} < C_{mexp} + \Delta C_{mexp}$

$$0,198 \text{ g.L}^{-1} < C_{mexp} < 0,204 \text{ g.L}^{-1}$$

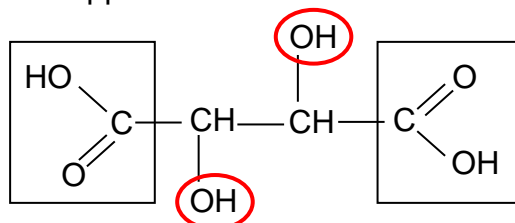
**(1 pt)**  $198 \text{ mg.L}^{-1} < C_{mexp} < 204 \text{ mg.L}^{-1}$

**1.4. (1 pt)** Doc. 1 Réglementation européenne : ... « La concentration massique en dioxyde de soufre ne doit pas dépasser  $210 \text{ mg.L}^{-1}$  dans un vin blanc ». Or, compte tenu de l'incertitude, la concentration massique du vin est au plus égale à  $204 \text{ mg.L}^{-1}$ . Cette concentration est donc **conforme à la réglementation européenne**.

**2. Acidité « totale » d'un vin et acide tartrique.**

**2.1.1.** Formule semi-développée de la molécule d'acide tartrique :

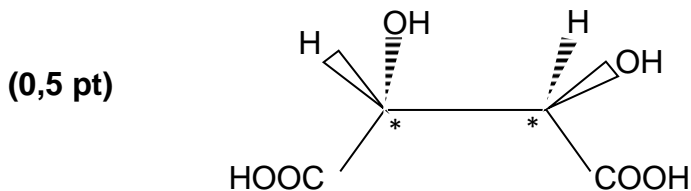
**(0,25 pt)**



**(0,5 pt)**

La molécule possède deux groupes hydroxyle - OH et deux groupes carboxyle - COOH.

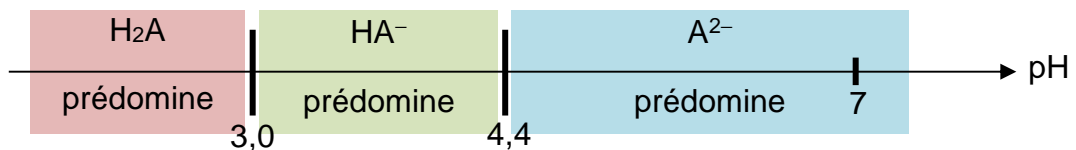
## 2.1.2. Représentation de Cram de l'acide tartrique naturel :



(0,25 pt) Un atome de carbone asymétrique est un atome de carbone tétraédrique relié à quatre atomes ou groupes d'atomes tous différents. La molécule d'acide tartrique possède deux atomes de carbone asymétriques repérés par un astérisque \*.

## 2.2. Propriétés acido-basiques de l'acide tartrique.

2.2.1. (0,5 pt) L'acide tartrique est caractérisé par deux pKa :  $pK_a(H_2A/HA^-) = 3,0$  ;  $pK_a(HA^-/A^{2-}) = 4,4$ . Son diagramme de prédominance présente donc trois domaines :



À  $pH = 7$ ,  $pH > pK_a(HA^-/A^{2-})$  donc l'espèce prédominante dans le mélange est la forme  $A^{2-}$ .

2.2.2. (0,5 pt) Dans ces conditions comme  $A^{2-}$  prédomine, l'équation de la réaction entre l'acide tartrique et les ions  $HO^-$  est celle qui conduit à la formation de ces ions  $A^{2-}$  :

$$H_2A + 2HO^- \rightarrow A^{2-} + 2H_2O \quad (2)$$

## 2.3. Acidité totale d'un vin blanc.

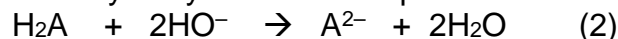
2.3.1. (0,25 pt) Le dégazage permet d'éliminer le dioxyde de carbone dissous dans le vin (gaz qui participent à son acidité) afin de ne tenir compte que de l'acidité due essentiellement à l'acide tartrique.

2.3.2.  $n_{HO^-} = C.V$

(0,25 pt) soit  $n_{HO^-} = 0,100 \times 15,5 \times 10^{-3} = 1,55 \times 10^{-3} \text{ mol}$

(1 pt) Masse d'acide tartrique pouvant réagir avec cette quantité d'ions  $HO^-$  :

L'acide tartrique réagit avec les ions hydroxyde suivant l'équation de la réaction (2) :



Ainsi :  $\frac{n_{H_2A}}{1} = \frac{n_{HO^-}}{2}$

comme  $m_{H_2A} = n_{H_2A} \cdot M_{H_2A}$  alors  $m_{H_2A} = \frac{n_{HO^-}}{2} \cdot M_{H_2A}$

$$m_{H_2A} = \frac{1,55 \times 10^{-3}}{2} \times 150$$

soit  $m_{H_2A} = 7,75 \times 10^{-4} \times 150 = 0,116 \text{ g}$  pour 20,0 mL de vin.

(0,5 pt) Acidité totale du vin :

Pour 1 L = 1000 mL de vin, la masse d'acide tartrique serait :  $\frac{0,11625 \times 1000}{20,0} = 5,81 \text{ g}$ .

L'acidité totale du vin étudié est donc de **5,81 g.L<sup>-1</sup>**.

**1. Preuve de l'expansion de l'Univers**1.1. (0,25 pt) Spectre NGC 691 :  $\lambda = 5315 \text{ \AA}$ (0,25 pt) « redshift »  $z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$ 

$$z = \frac{5315 - 5268}{5268} = 8,922 \times 10^{-3} = \mathbf{9 \times 10^{-3}}$$

Remarque : Une erreur de lecture d'un angstrom entraine une variation de  $z = 0,2 \times 10^{-3}$ . Il est raisonnable d'arrondir  $z$  à  $9 \times 10^{-3}$

1.2. (0,5 pt) Vitesse d'éloignement de la galaxie NGC 691 par rapport à la Terre

$$V = c \cdot \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = c \cdot z$$

$$V = 2,99792 \times 10^8 \times 9 \times 10^{-3} = \mathbf{3 \times 10^6 \text{ m.s}^{-1}}$$

1.3. (0,5 pt)  $V = c \cdot z$  et  $z = \frac{H_0 d}{c}$  donc  $V = c \cdot \frac{H_0 d}{c}$ (0,5 pt)  $V = H_0 \cdot d$  avec  $H_0 = \text{Cte}$ , on vérifie que  $V$  est proportionnelle à  $d$ .1.4. (1 pt) D'après le document 1,  $V = c \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = c \cdot z$ Le document 2 indique que pour les objets lointains  $z$  vaut entre 4 et 5.On aurait alors  $4c < V < 5c$ , or aucun objet ne peut se déplacer plus vite que la lumière.

Donc l'expression n'est pas applicable dans tous les cas.

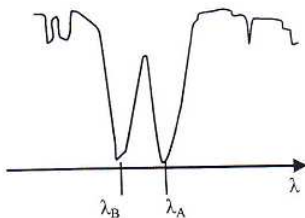
**2. Détection d'une étoile double « spectroscopique ».**

2.1. (0,5 pt) Le document 1 montre que lorsqu'une source lumineuse s'éloigne de l'observateur alors la longueur d'onde de la lumière perçue augmente.

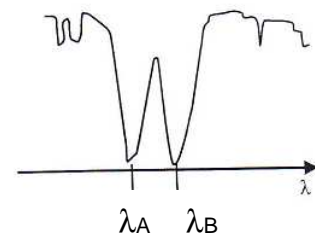
Comme l'étoile A s'éloigne  $\lambda$  augmente.L'étoile B se rapproche alors  $\lambda$  diminue.Finalement  $\lambda_A > \lambda_B$ .

2.2. (0,5 pt) Relation entre $\lambda_A$ et $\lambda_B$	$\lambda_A = \lambda_B$	$\lambda_A > \lambda_B$	$\lambda_A < \lambda_B$
Configuration(s)	2 et 4	1	3

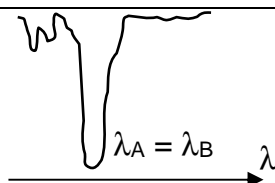
(1 pt) Configuration 1 : identique à celle du document 4



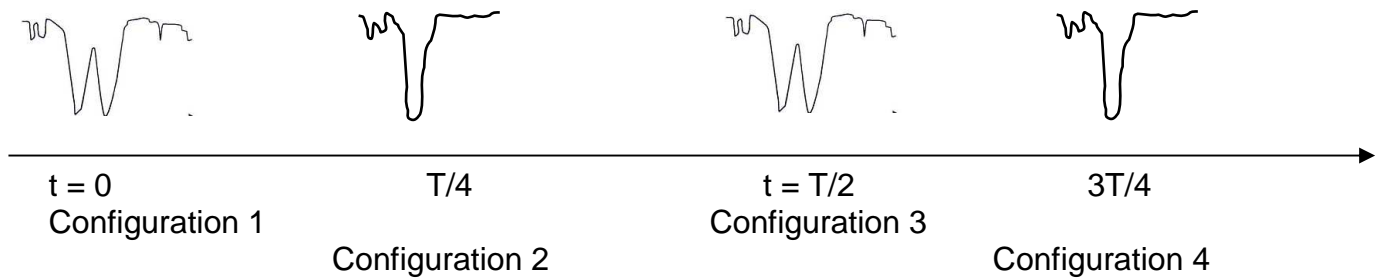
Configuration 3 :



Configuration 2&amp;4 :



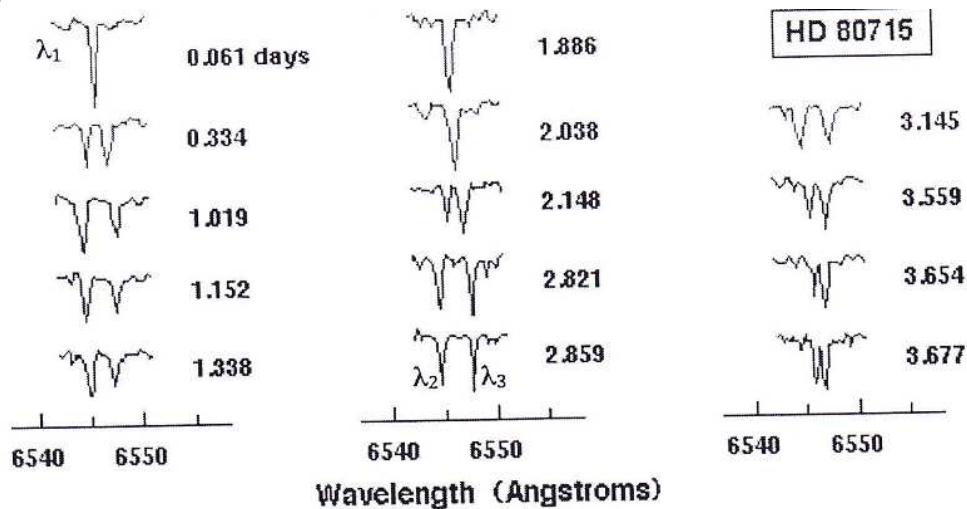
(0,5 pt) Pour passer de la configuration 1 à 3 les étoiles ont parcouru la moitié de leur orbite, il s'est alors écoulé une durée égale à  $T/2$ .



L'évolution temporelle des spectres est égale à  $T/2$ .

### 2.3. (0,5 pt)

**Document 5 :** Évolution temporelle de la position de la raie  $H\alpha$  dans le spectre de l'étoile HD 80715.



Le document 5 montre que l'on retrouve la situation de la date « 0,061 days » aux dates « 1,886 » et « 2,038 ».

Dans le premier cas :  $T / 2 = 1,886 - 0,061 = 1,825$  donc  $T = 2 \times 1,825 = 3,650$  jours.

Dans le second cas :  $T / 2 = 2,038 - 0,061 = 1,977$  donc  $T = 2 \times 1,977 = 3,954$  jours.

En valeur moyenne,  $T = (3,954 + 3,650) / 2 = 3,802$  jours.

La période de l'évolution temporelle de la position de la raie  $H\alpha$  est proche de 3,8 jours.

*Remarque :* On a considéré que l'alignement exact des raies avait lieu à la date 0,061 d, puis que l'alignement suivant avait sans doute lieu entre les dates 1,886 et 2,038 d.

1. (0,5 pt) La lumière laser est **directive**. Dans une fibre optique à saut d'indice, la lumière est transmise grâce à une suite de réflexions totales entre le cœur et la gaine.

2. (0,5 pt) Sur le document 3, on privilégie la longueur d'onde correspondant au minimum du coefficient d'atténuation soit  $\lambda = 1,3 \mu\text{m}$ .

3.1. (0,5 pt) Le débit numérique D est défini de la façon suivante :  $D = \frac{n}{\Delta t}$  avec n en bits et  $\Delta t$

en s, donc :  $\Delta t = \frac{n}{D}$

avec  $D = 100 \text{ Mbits.s}^{-1} = 100 \times 10^6 \text{ bits.s}^{-1}$

et  $n = 50 \text{ Mo} = 50 \times 2^{20} \text{ octets} = 50 \times 2^{20} \times 8 \text{ bits}$

soit  $\Delta t = \frac{50 \times 2^{20} \times 8}{100 \times 10^6} = 4,2 \text{ s}$ .

*Remarque : l'énoncé confond 1 Mo avec 1 Mio :  $1 \text{ Mio} = 2^{20} \text{ octets} = 1,049 \times 10^6 \text{ octets}$  alors que  $1 \text{ Mo} = 10^6 \text{ octets}$ . On considère pour la suite que  $1 \text{ Mo} = 1 \text{ Mio}$ .*

3.2. (1,5 pt) Le nombre de pixels de l'image est  $600 \times 450 = 2,70 \times 10^5$  pixels.

Chaque pixel est codé sur 24 bits donc chaque image est codée sur :

$$2,70 \times 10^5 \times 24 \text{ bits} = 6,48 \times 10^6 \text{ bits} = 6,48 \text{ Mbits.}$$

Le film vidéo noir et blanc est tourné avec 25 images par seconde. Pour que la transmission soit assurée dans de bonnes conditions il faut donc un débit minimum de :

$$25 \times 6,48 \text{ Mbits.s}^{-1} = 162 \text{ Mbit.s}^{-1}.$$

Le débit de  $100 \text{ Mbits.s}^{-1}$  ne suffit donc pas pour assurer une transmission de la vidéo dans de bonnes conditions.

*Remarque : la transmission de vidéos est réalisée grâce à leur compression (divX, MPEG, etc.).*

4. (2 pts) Le document 3 montre que pour  $\lambda = 850 \text{ nm} = 0,850 \mu\text{m}$ , le coefficient d'atténuation linéique de la fibre en silice vaut :  $\alpha = 2,5 \text{ dB.km}^{-1}$ .

Pour une distance  $L = 10,0 \text{ km}$  l'atténuation A vaut :  $A = \alpha \times L$  soit  $A = 2,5 \times 10,0 = 25 \text{ dB}$ .

Or  $A = 10 \cdot \log\left(\frac{P_e}{P_s}\right)$  donc  $\frac{P_e}{P_s} = 10^{\frac{A}{10}}$

soit  $\frac{P_e}{P_s} = 10^{\frac{25}{10}} = 10^{2,5}$

Donc :  $\frac{P_s}{P_e} = \frac{1}{10^{2,5}} = 3,2 \times 10^{-3} = 0,32 \% < 1 \%$ .

Ainsi, tous les clients situés dans un rayon de 10,0 km autour du réseau ne bénéficient pas de signaux suffisants s'ils ne subissent pas une amplification optique.



### 1. Technologie « ANR »

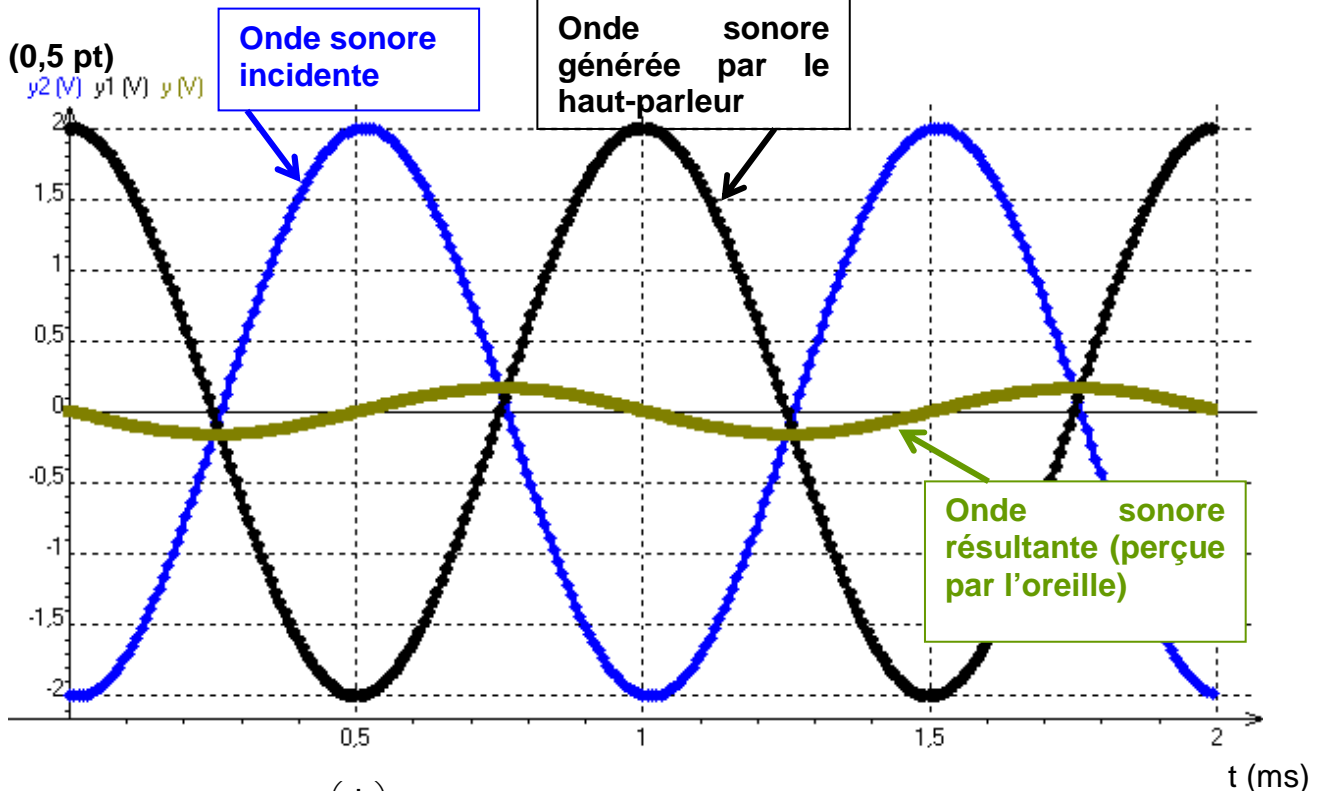
1.1. (0,5 pt) La technologie « ANR » réduit le bruit en utilisant le phénomène d'interférence destructive des ondes sonores.

1.2. (0,5 pt) Le son direct (bruit extérieur) se superpose au son généré par le petit haut-parleur du casque.

L'amplitude des deux ondes sonores s'additionne.

Le « contre bruit » est produit avec un retard temporel proche de  $(2k+1) \cdot \frac{T}{2}$  par rapport au bruit.

Ainsi l'amplitude du son résultant est réduite.



2.1. (0,5 pt)  $L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$

$$L = 10 \cdot \log\left(\frac{1,0 \times 10^{-3}}{1,0 \times 10^{-12}}\right) = 90 \text{ dB sans casque}$$

2.2. (1 pt) On détermine, graphiquement, le niveau sonore du son perçu à travers le casque actif.

Sur la courbe 3, il s'agit de l'ordonnée du point d'abscisse  $f = 500 \text{ Hz}$ .

$$L_2 = 60 \text{ dB}$$

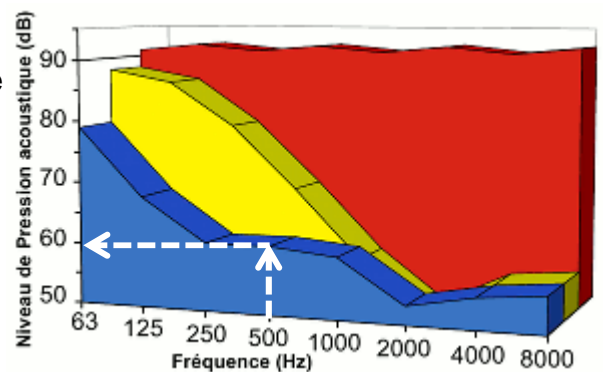
$$L_2 = 10 \cdot \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right)$$

$$\frac{L_2}{10} = \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right)$$

$$\frac{I_2}{I_0} = 10^{L_2/10}$$

$$I_2 = I_0 \cdot 10^{L_2/10}$$

$$I_2 = 1,0 \times 10^{-12} \times 10^6 = 1,0 \times 10^{-6} \text{ W.m}^{-2}$$



3.1. (1 pt) Déterminons le niveau sonore du bruit perçu.

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4.\pi.R^2}$$

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

$$L = 10.\log\left(\frac{\frac{P}{4.\pi.R^2}}{I_0}\right) = 10.\log\left(\frac{P}{4.\pi.R^2.I_0}\right)$$

$$L = 10.\log\left(\frac{15 \times 10^{-3}}{4.\pi \times 1,0^2 \times 1,0 \times 10^{-12}}\right) = \mathbf{91 \text{ dB}}$$

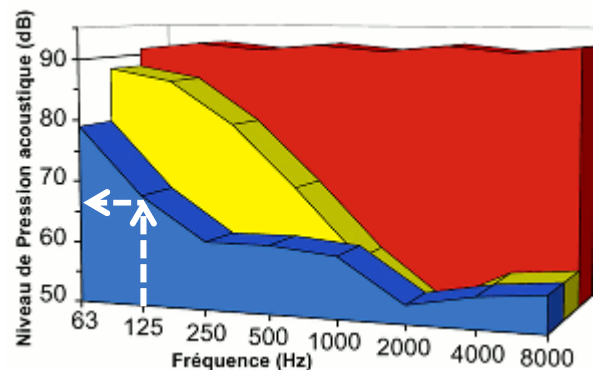
Le document 2 nous permet de dire que ce bruit **présente un danger pour le système auditif de l'ouvrier**, puisque le seuil de danger est dépassé ( $L > 90 \text{ dB}$ ).

(Remarque : ce document ne mentionne pas la durée d'exposition qui est également à prendre en compte pour juger du danger).

3.2. (0,5 pt)

En considérant que le niveau sonore du son de l'engin (91 dB) est proche de 90 dB, on peut utiliser le doc.4.

Avec le casque, le niveau ressenti chute à environ **65 dB**, un niveau inférieur à celui du seuil de risque.



En négligeant le paramètre durée d'exposition, on peut dire que l'ouvrier équipé de son casque **ne risque plus rien**.

3.3. (0,5 pt)

On reprend l'expression établie précédemment :  $L = 10.\log\left(\frac{P}{4.\pi.R^2.I_0}\right)$  avec  $R = 10 \text{ m}$ .

$$L = 10.\log\left(\frac{15 \times 10^{-3}}{4.\pi \times 10^2 \times 1,0 \times 10^{-12}}\right) = \mathbf{71 \text{ dB}}$$

Porter un casque actif de protection est plus efficace que de s'éloigner de 10 m de la source sonore, puisque le niveau sonore avec le casque est plus petit (65 dB).

## EXERCICE 1 : Protons énergétiques (5,5 points)

**1. Le proton**

**1.1. (0,25+0,25 pt)** L'interaction nucléaire forte doit compenser l'interaction électrique répulsive entre protons de manière à « assurer la cohésion du noyau atomique » (Cf. doc.1). Donc elle est attractive et plus intense que l'interaction électrique.

**1.2. (0,5 pt)** La charge d'un proton est +e. Il contient un quark down de charge  $-e/3$  et deux quarks up (de charge Q) :  $e = -\frac{e}{3} + 2Q$

$$2Q = e + \frac{e}{3} = \frac{4}{3}e$$

$$Q = \frac{2}{3}e$$

**2. Les protons cosmiques**

**2.1. (0,5 pt)**  $E_c = \frac{m.v^2}{2}$

$$E_c = \frac{1,673 \times 10^{-27} \times \left( \frac{10}{100} \times 3,00 \times 10^8 \right)^2}{2} = 7,5 \times 10^{-13} \text{ J} \quad (\text{on conserve 2 chiffres significatifs comme 10\%})$$

$$E_c(\text{MeV}) = \frac{E_c(\text{J})}{1,602 \times 10^{-13}} = 4,7 \text{ MeV}$$

**2.2. (0,5 pt)** Les protons classiques les plus rapides ont une énergie de 4,70 MeV. Les protons cosmiques ont une énergie nettement supérieure (comprise entre 100 MeV et 10 GeV); ils possèdent une vitesse bien plus grande et sont donc relativistes.

**2.3.1. (0,5 pt)**  $p = m v$

$$p = 1,673 \times 10^{-27} \times \frac{10}{100} \times 3,00 \times 10^8 = 5,0 \times 10^{-20} \text{ kg.m.s}^{-1}$$

**2.3.2. (0,5 pt)**  $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m.v}$

$$\lambda = \frac{6,62 \times 10^{-34}}{1,673 \times 10^{-27} \times \frac{10}{100} \times 3,00 \times 10^8} = 1,3 \times 10^{-14} \text{ m}$$

**3. Les muons**

**3.1. (0,25pt)** Les muons ont une vitesse (0,9997c) nettement supérieure à 10 % de c. Ce sont donc des particules relativistes.

**3.2.** La durée de vie d'un muon mesurée dans le référentiel terrestre est notée  $\Delta t$ .

Cette même durée mesurée dans le référentiel propre d'un muon est différente.

Ces durées sont reliées par la relation :  $\Delta t = \gamma \Delta t_0$  avec  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

**(0,25pt)** AN :  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,9997.c)^2}{c^2}}} = 40,83$

**(0,25pt)** Donc  $\Delta t = \gamma \Delta t_0 = 40,83 \times 2,2 = 90 \mu\text{s}$ .

**(0,5pt)** Pour un observateur terrestre, la durée de vie d'un muon (90  $\mu\text{s}$ ) est supérieure au temps nécessaire (67  $\mu\text{s}$ ) pour qu'il traverse l'atmosphère donc les muons peuvent être détectés au niveau du sol.

**4. La protonthérapie**

**4.1. (0,5pt)** La tumeur doit se trouver là où les protons déposent le plus d'énergie c'est-à-dire au niveau du pic de Bragg. Cette profondeur lue sur le graphe est d'environ 15 à 16 cm.

**4.2. (0,75 pt)** La protonthérapie respecte mieux « l'art de la radiothérapie » car :

- elle permet le dépôt d'un maximum d'énergie dans une zone très localisée (là où se trouve la tumeur) permettant la destruction des cellules cancéreuses ;
- elle préserve les cellules saines puisque sur leur trajet les protons libèrent assez peu d'énergie avant d'atteindre leur cible et après l'avoir traversée.

**Partie 1 : La molécule d'ibuprofène :****1.1. (0,25 pt)**

Groupe carboxyle caractéristique de la fonction acide carboxylique

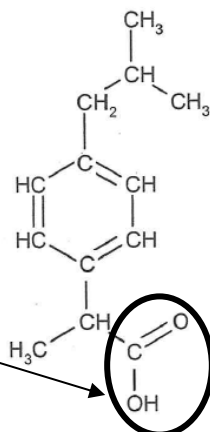


Figure 1 (question 1.1)

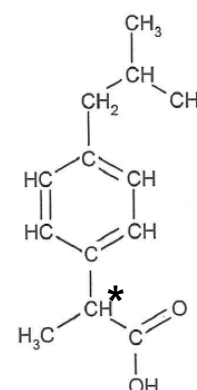
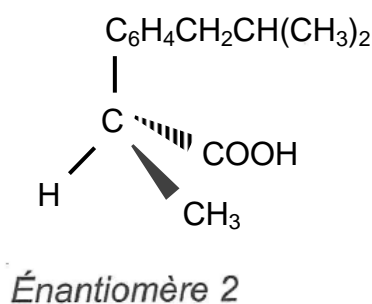
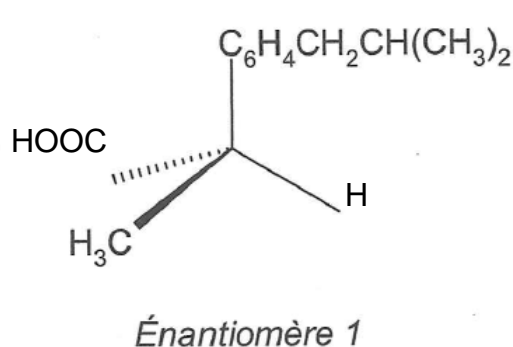


Figure 2 (question 1.2.1)

**1.2.1. (0,25 pt)** La molécule d'ibuprofène possède un seul atome de carbone asymétrique, elle est donc chirale.

**(05 pt)** On repère par un astérisque (\*) l'atome de carbone asymétrique.

**1.2.2. (0,25 pt)** Deux énantiomères sont images l'un de l'autre dans un miroir, mais non superposables.

**1.2.3. (0,25 pt)****(0,5 pt)**

**1.3.1. (0,5 pt)** La bande n°1 est fine, de forte intensité et correspond à un nombre d'onde  $\sigma$  d'environ  $1700 \text{ cm}^{-1}$  caractéristique de la liaison  $\text{C}=\text{O}$  d'un acide carboxylique.

**(0,5 pt)** La bande n°2 est large et centrée autour de  $\sigma = 3000 \text{ cm}^{-1}$ , elle peut caractériser les liaisons  $\text{C}-\text{H}$  ou/et la liaison  $\text{O}-\text{H}$  de l'acide carboxylique.

**1.3.2. (0,5 pt)** Le signal (g) est un singulet ayant un déplacement à 12 ppm, ce qui caractérise l'hydrogène du groupement  $\text{OH}$  du groupe carboxyle.

**1.3.3. (0,25 pt)**

L'hydrogène d'un groupe hydroxyle n'est pas couplé avec d'autres H, le pic correspondant sera donc un singulet.

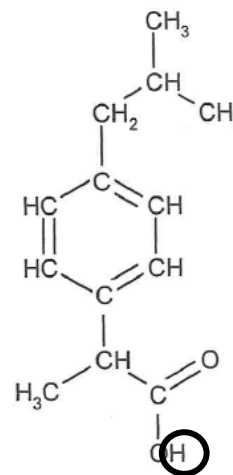


Figure 4 (question 1.3.2)

1.3.4. (1pt) Le signal (a) a un déplacement d'environ 1 ppm, ce qui correspond à des hydrogène d'un groupement  $\text{CH}_3$ ; de plus l'intégration indique six fois plus d'atomes d'hydrogène que pour le pic (g), il s'agit donc des deux groupements  $\text{CH}_3$  présents dans la molécule.

Remarque : Ce méthyle ne doit pas être pris en compte l'intégration indiquerait trois fois plus d'atomes hydrogène que pour le pic (g)

1.3.5. (0,25 pt) Le carbone voisin des deux groupements  $\text{CH}_3$  est porteur d'un seul hydrogène, le spectre RMN nous donnera donc un doublet.

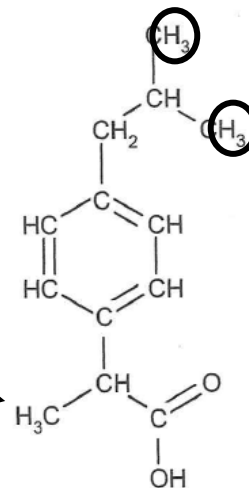


Figure 5 (question 1.3.4)

## Partie 2 : Synthèse de l'ibuprofène

2.1.1. (0,5 pt) L'équation de l'étape 1 est  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z + \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{O} + \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

Conservation du C :  $x + 4 = 12 + 2$  donc  $x = 10$

Conservation de H :  $y + 6 = 16 + 4$  donc  $y = 14$

Conservation de O :  $z + 3 = 1 + 2$  donc  $z = 0$

La molécule 1 a pour formule brute :  $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$

On peut plus simplement transformer la formule topologique en formule semi-développée, puis compter les atomes.

2.1.2. (0,25 pt + 0,25 pt) Au cours de l'étape 2 il se produit une **addition** : des atomes d'hydrogène sont ajoutés aux atomes d'une liaison multiple. Tous les atomes des réactifs se retrouvent dans les produits.

2.1.3. (0,25 pt + 0,25 pt) Le carbone est site **accepteur de doublets d'électrons**, en effet l'oxygène étant plus électronégatif que le carbone, il a tendance à attirer vers lui les électrons en portant une charge partielle  $\delta^-$ , le carbone portera alors une charge partielle  $\delta^+$ .

## 2.2. (0,75 pt)

$\text{C}_{10}\text{H}_{14} + \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3 + \text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{C}_4\text{H}_7\text{ClO}_2 + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NH}_2\text{OH} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2 + \text{sous-produits}$

$$\text{UA} = \frac{M(\text{produit souhaité})}{\sum_j M_j(\text{réactif})}$$

$$\text{UA} = \frac{M(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2)}{M(\text{C}_{10}\text{H}_{14}) + M(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3) + M(\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}) + M(\text{C}_4\text{H}_7\text{ClO}_2) + M(\text{H}_3\text{O}^+) + M(\text{NH}_2\text{OH}) + 2.M(\text{H}_2\text{O})}$$

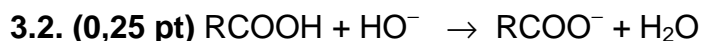
$$\text{UA} = \frac{206,0}{134,0 + 102,0 + 68,0 + 122,5 + 19,0 + 33,0 + 2 \times 18,0} = \frac{206,0}{514,5} = 40,04\%$$

2.3. (0,25 pt) Plus l'indicateur est proche de 1 et plus le procédé est économe en termes d'utilisation des atomes (moins la synthèse génère des déchets). Le procédé BHC avec un UA de 77% (= 0,77) répond mieux à la minimisation des déchets que le procédé Boots (UA de 40%).

**Partie 3 : Dosage de l'ibuprofène dans un médicament**

**3.1. (0,5 pt)** L'ibuprofène se dissout dans l'éthanol grâce à sa grande solubilité dans ce dernier. Les excipients ne sont pas dissous lors de cette étape. Au cours de la filtration, ils seront retenus dans le filtre.

Cette étape a permis de purifier l'ibuprofène.



**3.3. (0,25 pt)** À l'équivalence l'ibuprofène est totalement consommé. Au delà de l'équivalence, les ions  $\text{HO}^-$  ajoutés ne réagissent plus, ils sont alors responsables d'une forte augmentation du pH. La phénolphthaléine change de couleur (incolore  $\rightarrow$  rose) et permet le repérage de l'équivalence.

**3.4. (0,75 pt)** À l'équivalence les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :  $n(\text{RCOOH})_{\text{initiale}} = n(\text{HO}^-)_{\text{versée}}$

$$\frac{m(\text{RCOOH})}{M(\text{RCOOH})} = c_{\text{B}} \cdot V_{\text{éq}}$$

$$m(\text{RCOOH}) = c_{\text{B}} \cdot V_{\text{éq}} \cdot M(\text{RCOOH})$$

$$m(\text{RCOOH}) = 1,50 \times 10^{-1} \times 12,8 \times 10^{-3} \times 206,0 = 0,396 \text{ g} = \mathbf{396 \text{ mg}}$$

**3.5. (0,25 pt)** Écart relatif :  $\frac{|m_{\text{exp}} - m|}{m}$

$$\text{Écart relatif} = \frac{|396 - 400|}{400} = 1,00\%$$

Ce faible écart relatif confirme l'indication portée sur l'étiquette du médicament.

**1. Les pendules de Galilée**

1.1. **(0,25 pt)** Deux expressions employées dans le texte pour désigner une oscillation :

« d'allées et venues » et « vibrations ».

1.2. **(0,25 pt)** Galilée désigne la position d'équilibre du pendule par l'expression « la position perpendiculaire ».

1.3.1. **(0,25 pt)** Influence de la masse  $m$  de la boule sur la période du pendule :

Galilée indique que les périodes du corps pesant (boule de plomb) et du corps léger (boule de liège) coïncident parfaitement. Il montre ainsi que la masse n'a aucune influence sur la période du pendule.

1.3.2. **(0,25 pt)** Galilée indique que les vibrations du liège sont davantage ralenties que celles du plomb. Donc le pendule en plomb est moins sensible aux frottements que le pendule en liège.

1.3.3. **(0,25 pt)** Galilée indique que les arcs décrits par le liège ou le plomb sont traversés en des temps égaux.

Il dit aussi que l'action du milieu gêne le mouvement sans toutefois modifier la fréquence.

Il montre ainsi que la période des oscillations ne dépend pas des frottements.

1.4. **(0,5 pt)** L'énoncé indique « Un pendule simple possède un fil de longueur  $\ell$  très supérieure à la taille du solide ».

Galilée a utilisé des fils longs de quatre coudées, donc  $\ell = 4 \times 0,57 = 2,28$  m ; au regard de la précision de la mesure disons que les fils mesurent environ 2 mètres.

Cette longueur étant sans aucun doute très supérieure au diamètre des boules employées, on peut dire que les pendules de Galilée sont des pendules simples.

(De plus l'énoncé indique que le fil est de « masse négligeable » or Galilée a utilisé « deux fils très fins ».)

1.5. **(0,5 pt)**  $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}$

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{4 \times 0,57}{9,81}} = 3,0 \text{ s}$$

**2. Un pendule dans un champ magnétique**

Animation sur le pendule simple à consulter : <http://wontu.fr/animation-pendule-simple.htm>

2.1. **(0,5 pt)** Le sujet indique que la bille est soumise à une force magnétique verticale. Cette force peut donc compenser ou accentuer la force poids  $\vec{P}$  verticale due au champ de pesanteur  $\vec{g}$ . Ce qui équivaut à simuler une variation de l'intensité  $g$  de la pesanteur.

Remarque **pour les professeurs** :

Lu sur le forum de l'Udppc (<http://udppc.asso.fr/forum/viewtopic.php?t=1636>)

« La force s'exerçant sur un dipôle magnétique est proportionnelle au gradient du produit scalaire du moment magnétique par le champ d'induction magnétique.

Ici, le moment magnétique est créé par le champ  $\vec{B}$  lui-même et parallèle à  $\vec{B}$ . On aboutit à une force en gradient de  $B^2$ . Si  $\vec{B}$  ne varie pas dans l'espace (bobines d'Helmholtz), alors le gradient est nul ! Il vaudrait mieux utiliser un pôle d'aimant droit.

Malheureusement il y a un autre problème : les courants de Foucault (que  $\vec{B}$  soit uniforme ou non) amortissent le mouvement ! »



2.2. **(0,25 pt)** Le vecteur champ de pesanteur  $\vec{g}$  est vertical et orienté vers le bas, pour simuler un accroissement de la pesanteur alors la force magnétique doit également être orientée vers le bas.

2.3. **(0,25 pt)** On peut simuler un affaiblissement de l'intensité de la pesanteur en orientant de la force magnétique vers le haut, pour cela on peut changer le sens du courant dans les bobines de Helmholtz.

2.4. **(0,25 pt)** La période du pendule a pour expression  $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ .

Si  $\ell$  est constante et que  $g$  augmente alors la période  $T$  du pendule diminue.

2.5.1. **(0,25 pt)** Pour mesurer la période avec une meilleure précision, il faut mesurer la durée  $\Delta t$  d'un grand nombre  $N$  de périodes, puis calculer  $T = \frac{\Delta t}{N}$ .

2.5.2.1. **(0,75 pt)** *Il ne faut pas calculer  $g$  car cela est demandé à la question suivante...*

Calculons la période du pendule en l'absence de courant électrique :  $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}$

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{0,50}{9,81}} = 1,4 \text{ s.}$$

En présence de courant, la **période est plus grande** puisqu'elle vaut 1,5 s.

Si  $\ell$  est constante et que  $T$  augmente alors l'intensité  $g$  du champ de pesanteur diminue.

Le dispositif a simulé une **diminution de la pesanteur**.

2.5.2.2. **(0,5 pt)** Calculons la valeur de l'intensité du champ de pesanteur apparent.

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

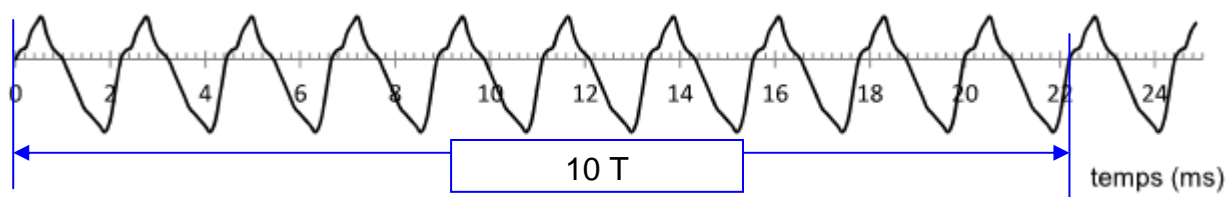
$$T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{\ell}{g}$$

$$g = 4\pi^2 \cdot \frac{\ell}{T^2}$$

$g = 4\pi^2 \times \frac{0,50}{1,5^2} = 8,8 \text{ m.s}^{-2} < 9,81 \text{ m.s}^{-2}$  ce qui confirme que le dispositif simule une diminution de la pesanteur.

1.1. (0,25 pt) L'enregistrement b correspond à celui de la clarinette de Florent, car le document 3 nous informe que les instruments de musique produisent des sons complexes qui sont des vibrations sonores **périodiques non sinusoïdales**.

1.2.(0,75 pt) On mesure la période du son de la clarinette.



$$10 T = 22,2 \text{ ms}$$

$$\text{donc } T = 2,22 \text{ ms} = 2,22 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{2,22 \times 10^{-3}} = 450 \text{ Hz}$$

La clarinette de **Florent n'est pas correctement accordée**, car il faudrait que la fréquence soit égale à 442 Hz.

2. (0,5 pt) D'après le document 4,  $f = (2n - 1) \cdot \frac{v}{4.L}$  avec  $n = 1$  alors  $f = \frac{v}{4.L}$  donc  $L = \frac{v}{4.f}$

$$L = \frac{340}{4 \times 442} = 0,192 \text{ m.}$$

3. (0,5 pt) Pour se produire aux États-Unis Florent doit diminuer la fréquence de 442 Hz à 440 Hz.

Comme  $f = \frac{v}{4.L}$  avec  $v = \text{cte}$ , il faut que la longueur  $L$  de la clarinette augmente.

Florent doit modifier l'emboîtement des éléments de la clarinette.

4. (0,5 pt) Le modèle du tuyau sonore donne  $f = (2n - 1) \cdot \frac{v}{4.L}$ .

Pour le fondamental,  $n = 1$  alors  $f_1 = \frac{v}{4.L}$ .

Si  $n = 2$  alors  $f_2 = 3 \cdot \frac{v}{4.L}$  donc  $f_2 = 3.f_1$ .

Si  $n = 3$  alors  $f_3 = 5 \cdot \frac{v}{4.L}$  donc  $f_3 = 5.f_1$ .

On constate qu'effectivement la clarinette ne fournit que les harmoniques impairs.

Animation de F.Passebon sur les ondes stationnaires :

[http://fpassebon.pagesperso-orange.fr/animations/ondes\\_stationnaires.swf](http://fpassebon.pagesperso-orange.fr/animations/ondes_stationnaires.swf)

**5. Méthode Synthèse :** Après avoir bien lu la problématique, il faut extraire sur un brouillon les informations essentielles de chaque document.

Si besoin reformuler la problématique : Quels sont les avantages (technologiques & sociétaux) de la clarinette en matériau composite par rapport à une clarinette traditionnelle en ébène ?

Que nous apprennent les documents ?

Doc 5.

L'utilisation d'un matériau composite permet d'améliorer certaines caractéristiques (lien doc.6)

Doc. 6

permet de conserver 100% des propriétés acoustiques

grande longévité car ne peut pas se fendre (lien doc.5)

95% poudre d'ébène (bois recyclé) et 5% de fibres de C et de résine époxy

Doc.7.

L'ébène est un bois issu de régions tropicales.

bois de densité élevée

Doc.8

25% de bois perdu lors de la fabrication de clarinettes.

Impossible d'assurer le reboisement des forêts d'ébéniers car il faut que l'arbre atteigne l'âge de 100 ans pour que son bois soit utilisable.

Doc.9

Le matériau composite est plus dur que l'ébène.

Il reste à rédiger la synthèse avec une brève introduction, un développement bien structuré (faire des paragraphes, sauter des lignes) et une brève conclusion.

Compter le nombre de lignes pour respecter environ la longueur de 15 lignes.

### **Synthèse :**

L'utilisation d'un matériau composite procure de réelles améliorations technologiques de la clarinette tout en réduisant l'impact environnemental de sa fabrication.

La clarinette en matériau composite conserve 100% des propriétés acoustiques d'une clarinette classique. Mais elle possède une meilleure longévité car elle ne peut pas se fendre et elle est plus dure.

L'utilisation du bois d'ébène pose des problèmes. Cet arbre est rare, il provient de forêts tropicales reculées. Comme seuls les vieux ébéniers d'une centaine d'années sont exploitables, il est impossible d'assurer un reboisement efficace.

Lors de la fabrication d'une clarinette traditionnelle de l'ébène est perdu, dorénavant il pourra être recyclé dans ces nouvelles clarinettes qui utilisent de la poudre de bois. Ainsi, moins de bois sera importé.

Notons enfin que la clarinette composite est fabriquée en France.

Les consignes données au correcteur :

<p>4 arguments sont attendus dans un discours organisé.</p> <p><u>Arguments à caractère scientifique ou technologique :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le matériau composite permet de conserver 100 % des propriétés acoustiques.</li> <li>- Plus fiable. Il ne peut pas se fendre par choc climatique. (doc 6)</li> <li>- Plus dur.</li> </ul> <p><u>Arguments à caractère « sociétal » :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Production à partir de bois recyclé d'ébène (poudre d'ébène) donc moins de déchets.</li> <li>- Le matériau composite permet d'utiliser moins de bois d'ébène donc, cela permettra de limiter le problème du trafic de bois précieux.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>2,5</b></p> <p style="text-align: center;">0,5 point par argument (x4)</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">0,5 point pour la structuration de l'argumentaire</p>
--	--

Bac S 2013 Nouvelle Calédonie Session de remplacement Mars 2014

Correction © <http://labolycee.org>

## EXERCICE I – LES FOURMIS DETIENNENT-ELLES LA CLÉ DU CARBURANT DU FUTUR ? (5 points)

### 1. L'acide formique dans les nouvelles chaînes énergétiques

1.1. Les avantages de l'acide formique sur l'hydrogène (sous forme de dihydrogène) sont :

- **Stockage plus sûr** car l'acide formique est très peu inflammable (tandis le dihydrogène est très inflammable et présente des risques d'explosion) ;

- **Stockage plus facile** : l'acide formique étant liquide à température ambiante, il est inutile de le stocker sous pression et dans un réservoir lourd et encombrant. De plus, à volume égal il permet de stocker plus d'hydrogène que le dihydrogène sous pression et permet donc l'utilisation de réservoirs plus petits ou une plus grande autonomie ;

- **Distribution plus rapide et plus facile** à la pompe (un liquide est à priori plus facile à distribuer qu'un gaz sous pression).

*Remarque : On notera que le document ne mentionne jamais le risque de brûlures chimiques avec l'acide formique qui est corrosif.*

1.2. Exprimons la masse  $m_{AH}$  d'un litre d'acide formique :

$$d_{AH} = \frac{\rho_{AH}}{\rho_{eau}}, \text{ donc } \rho_{AH} = d_{AH} \cdot \rho \quad \text{où } \rho \text{ est la masse volumique de l'eau}$$

$$\text{D'autre part } \rho_{AH} = \frac{m_{AH}}{V}, \text{ alors } m_{AH} = d_{AH} \cdot \rho \cdot V$$

Exprimons la masse d'hydrogène présente dans un litre d'acide formique :

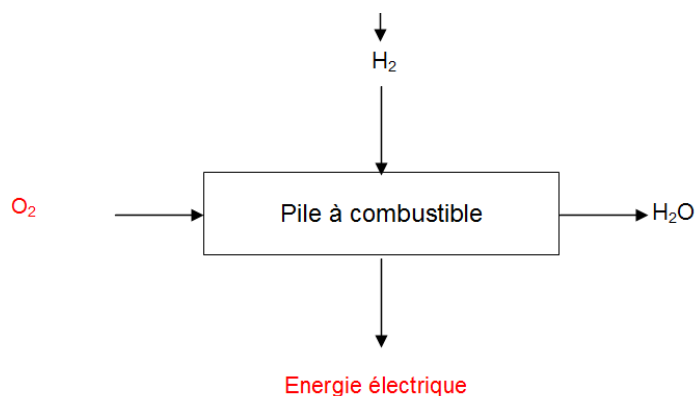
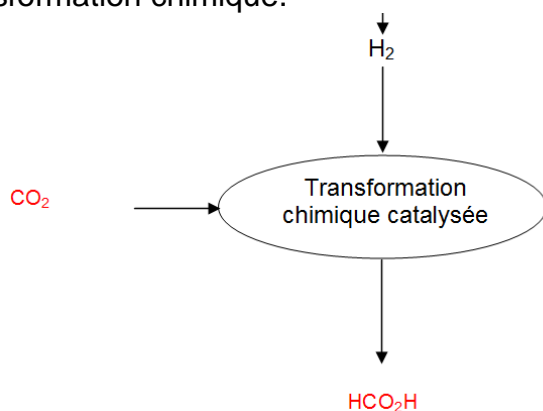
cette masse étant due aux différents atomes d'hydrogène de l'acide formique, elle vaut :  
pourcentage massique d'hydrogène  $\times$  masse d'un litre d'acide formique

$$\text{Soit } m(H) = \frac{2 \times M(H)}{2 \times M(H) + 2 \times M(O) + M(C)} \cdot d_{AH} \cdot \rho \cdot V$$

$$\text{AN : } m(H) = \frac{2 \times 1,0}{2 \times 1,0 + 2 \times 16,0 + 12,0} \times 1,22 \times 1,0 \times 1,0 = 0,043 \times 1,22 = 0,053 \text{ kg} = 53 \text{ g}$$

Il y a donc bien 53 g d'hydrogène dans un litre d'acide formique qui pourra être libéré par transformation chimique.

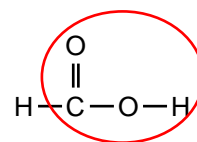
1.3.



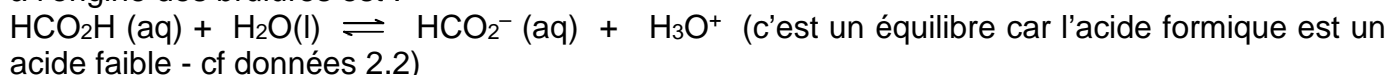
## 2. L'acide formique en milieu biologique

### 2.1. Piqûre de fourmi

2.1.1. D'après sa formule développée, l'acide formique possède un groupe carboxyle qui lui confère des propriétés acides, c'est-à-dire la capacité de céder un proton  $H^+$  (acide selon la théorie de Brönsted).

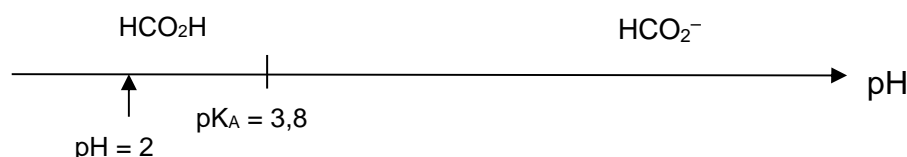


2.1.2. (0,5) L'acide formique réagissant avec l'eau des tissus, l'équation de la réaction chimique à l'origine des brûlures est :



### 2.2. L'estomac du tamanoir

2.2.1. (0,25) Dans l'estomac des tamanoirs ( $\text{pH} = 2$ ) donc l'espèce prédominante est l'acide formique car  $\text{pH} < \text{pK}_a (\text{HCO}_2\text{H}) / \text{HCO}_2^-$ .



#### 2.2.2. Méthode 1 (version mathématique)

D'après les données,  $\text{pH} > -\log(c)$  pour une solution aqueuse d'acide faible de concentration  $c$  en soluté apporté donc  $10^{-\text{pH}} < c$  (par application de la fonction  $10^{-x}$  qui est décroissante d'où le changement de signe)

Dans l'estomac, le pH est proche de 2 donc  $c > 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

#### Méthode 2 (version « j'ai compris la notion d'acide faible »)

Si l'acide formique était un acide fort, on pourrait écrire  $\text{pH} = -\log c$  avec  $c$  concentration en acide formique apporté donc  $c = 10^{-\text{pH}}$  soit  $c = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  car  $\text{pH} = 2$ .

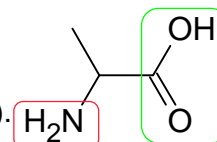
Cependant, l'acide formique est un acide faible : sa réaction avec l'eau n'est pas totale ; pour arriver à un pH aussi acide, la concentration en acide formique apporté doit être supérieure à  $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

2.2.3. Les tamanoirs se nourrissant presque exclusivement de fourmis, ils écrasent les fourmis dans leur bouche et c'est l'acide formique des fourmis qui permet leur propre digestion en maintenant le pH de l'estomac du tamanoir à une faible valeur.

**Bac S 2013 Nouvelle Calédonie Session de remplacement Mars 2014**  
**Correction © <http://labolycee.org> EXERCICE III – STRATÉGIE DE SYNTHÈSE (5 points)**

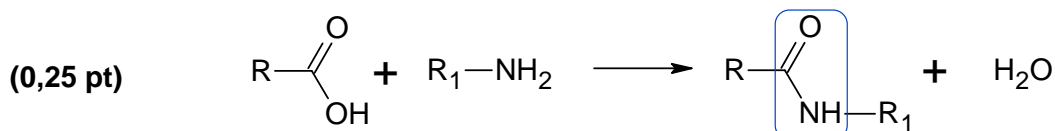
**1. Mise en évidence de la difficulté de la synthèse peptidique**

**1.1. (0,25 pt)** Ces molécules sont des acides aminés car elles possèdent toutes une fonction acide carboxylique et une fonction amine (par exemple pour l'alanine ci-contre).



**1.2. (0,5 pt)** L'autre nom de la met-enképhaline, à savoir Tyr-Gly-Gly-Phe-Met et le document 1 permettent de reconnaître les 4 acides aminés nécessaires à sa synthèse qui sont la tyrosine, la glycine (2 motifs), la phénylalanine et la méthionine.

**1.3. (0,25 pt)** Le produit obtenu est un amide puisqu'il contient le groupe caractéristique de cette famille (entouré ci-dessous).

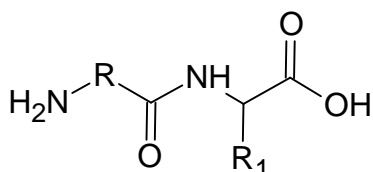


**1.4. (0,5 pt)** Pour obtenir un seul produit il faudrait une seule fonction amine et une seule fonction acide carboxylique. En faisant réagir deux acides aminés, il y a deux fonctions amines et deux fonctions acide carboxylique, le nombre de produits potentiels est plus élevé (4).

Exemple : Avec deux acides  $\alpha$ -aminés particuliers (glycine Gly et alanine Ala), on obtient les enchaînements possibles : Gly-Gly, Ala-Ala, Gly-Ala et Ala-Gly.

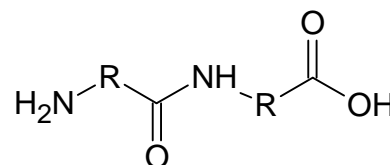
**2. Dernière étape de synthèse de la Met-enképhaline**

**2.1. (0,5+0,5 pt)** Les deux autres pentapeptides que l'on peut former à partir de ces deux réactifs sont :



« AB » obtenu avec 1 molécule de réactif A  
et 1 molécule de B

Le pentapeptide 1 serait noté « BA », le pentapeptide 2 « BB ».



« AA » obtenu avec 2 molécules de réactif A

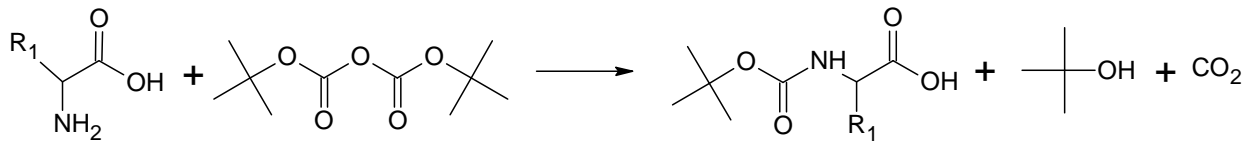
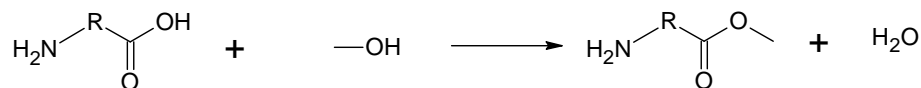
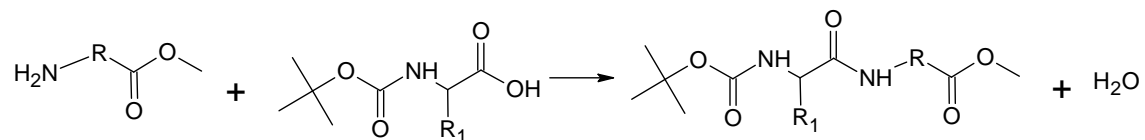
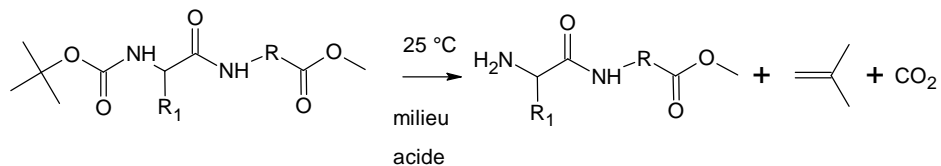
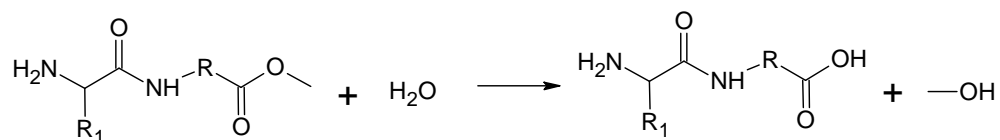
**2.2. (0,5 pt)** Il faut protéger le groupement acide carboxylique du réactif A et le groupement amine du réactif B.

**2.3.** (voir annexe ci-après)

## ANNEXE II À RENDRE AVEC LA COPIE

## ANNEXE DE L'EXERCICE III :

Suite de transformations chimiques de la dernière étape de la synthèse de la Met-enképhaline

1- **(0,25 pt)** Protection du réactif B :2- **(0,25 pt)** Protection du réactif A :3- **(0,25 pt)** Réaction entre le réactif A protégé et le réactif B protégé :4- **(0,5 pt)** Déprotection de la fonction amine :5- **(0,5 pt)** Déprotection de la fonction acide carboxylique :



**Questions préliminaires :**

1) Pour limiter l'émission de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère on peut :

- Limiter l'utilisation de combustibles fossiles comme le charbon ou le pétrole ;
- Utiliser le CO<sub>2</sub> produit en le piégeant dans le sous-sol par exemple ;
- Éviter la déforestation ;
- Transformer le dioxyde de carbone en méthane ou un autre produit de synthèse.

2) Bilan énergétique global de la production et de la combustion de 1,0 m<sup>3</sup> de méthane :

- L'unité consomme 4 m<sup>3</sup> de dihydrogène, soit une énergie électrique de :  
 $E_{\text{él}} = 4 \times 20,0 = 80,0 \text{ MJ}$
- Elle consomme également 1 m<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub>, soit  $E = 8,0 \text{ MJ}$
- Réaliser l'hydrogénation de 1,0 m<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub> suivant la réaction de Sabatier nécessite 7,0 MJ.

Au total  $E_{\text{consommée}} = 80,0 + 8,0 + 7,0 = 95,0 \text{ MJ}$

Énergie récupérable par combustion de 1 m<sup>3</sup> de méthane :

$E_{\text{récupérable}} = 1000 \times 33 = 3,3 \times 10^4 \text{ kJ} = 33,0 \text{ MJ}$

Bilan global :  $E_{\text{récupérable}} - E_{\text{consommée}} = -62,0 \text{ MJ}$

Pour produire 1 m<sup>3</sup> de méthane par hydrogénation du dioxyde de carbone, il faut dépenser 62,0 MJ.

**Exemple de synthèse :**

Depuis de nombreuses années, l'augmentation du taux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère pose des problèmes environnementaux. L'Homme essaie de compenser cette augmentation en valorisant le dioxyde de carbone. On peut se poser la question :

Quels sont les enjeux environnementaux et l'intérêt énergétique de la valorisation du dioxyde de carbone ?

Nous pouvons voir, dans le document 1, une augmentation exponentielle de la production de dioxyde de carbone et parallèlement une augmentation de la variation de température annuelle. On peut penser que le dioxyde de carbone est responsable de ce réchauffement, le dioxyde de carbone étant un gaz à effet de serre.

Il est donc nécessaire d'un point de vue écologique de diminuer la quantité de dioxyde de carbone produite. Plusieurs pistes sont étudiées, comme le stockage qu'il soit géologique ou biologique. Cependant ce stockage a un prix et de plus, dans le cas du stockage géologique, le dioxyde de carbone n'est pas éliminé.

On préfère, actuellement, valoriser le dioxyde de carbone en le transformant en combustible comme le méthane, en l'utilisant comme gaz réfrigérant ou en effectuant des synthèses de matières premières pour l'industrie.

Là aussi ces opérations ont un prix, par exemple la synthèse du méthane consomme plus d'énergie qu'elle n'en produit. De plus la combustion du méthane entraînerait une formation de dioxyde de carbone.

Actuellement de nombreux chercheurs travaillent sur ce problème, on peut penser qu'une solution à la fois économiquement rentable et écologique sera trouvée d'ici quelques années.

NOM :						
		Indicateurs de réussite				
<b>S'approprier</b> 1 <sup>ère</sup> question préliminaire	Q1	Trois pistes clairement explicitées				A
		Deux pistes clairement explicitées ou trois non explicitées ou trois mais seulement dans la synthèse				B
		Une piste ou deux dans la synthèse				C
		Une dans la synthèse				D
<b>S'approprier</b> 2 <sup>ème</sup> question préliminaire	Q2	Dépense de 62 MJ, explications bien détaillées				A
		Un oubli/erreur d'énergie ou 62 MJ mal détaillé				B
		Deux oublis/erreurs				C
		Bilan totalement faux				D
<b>Synthèse</b>  <b>Analyser</b> <b>Formuler une hypothèse</b> <b>Communiquer</b>	Q3	Le CO <sub>2</sub> contribuerait au réchauffement climatique Utilisation des graphiques, pas trop affirmatif, effet de serre.	A	B	C	D
	Q4	Enjeux de la valorisation du CO <sub>2</sub> : diminuer le taux atmosphérique de CO <sub>2</sub> ; reprendre les pistes de la question préalable Q1	A	B	C	D
	Q5	Regard critique sur la valorisation : Coût énergétique (reprise Q2), difficulté de captage du CO <sub>2</sub>	A	B	C	D
	Q6	Le rapport est correctement rédigé et argumenté de manière compréhensible. Bonne utilisation des connecteurs logiques (donc, car, or, etc.) Respect longueur de la synthèse (env. 20 lignes).	A	B	C	D