

TS	Devoir surveillé N°4	Mercredi 30/01/19
----	----------------------	-------------------

Nom et Prénom : .....

**Exercice 1 : Communications sous-marine (9,75 points)**

Les sonars actifs sont aujourd’hui très utilisés dans différents domaines : militaire (détection de sous-marins, mines...), pêche (détection de banc de poissons), navigation, hydrographie (cartographie des fonds sous-marins).

Les sonars utilisent des ondes sonores dont l’étude en milieu aquatique est appelée acoustique sous-marine.

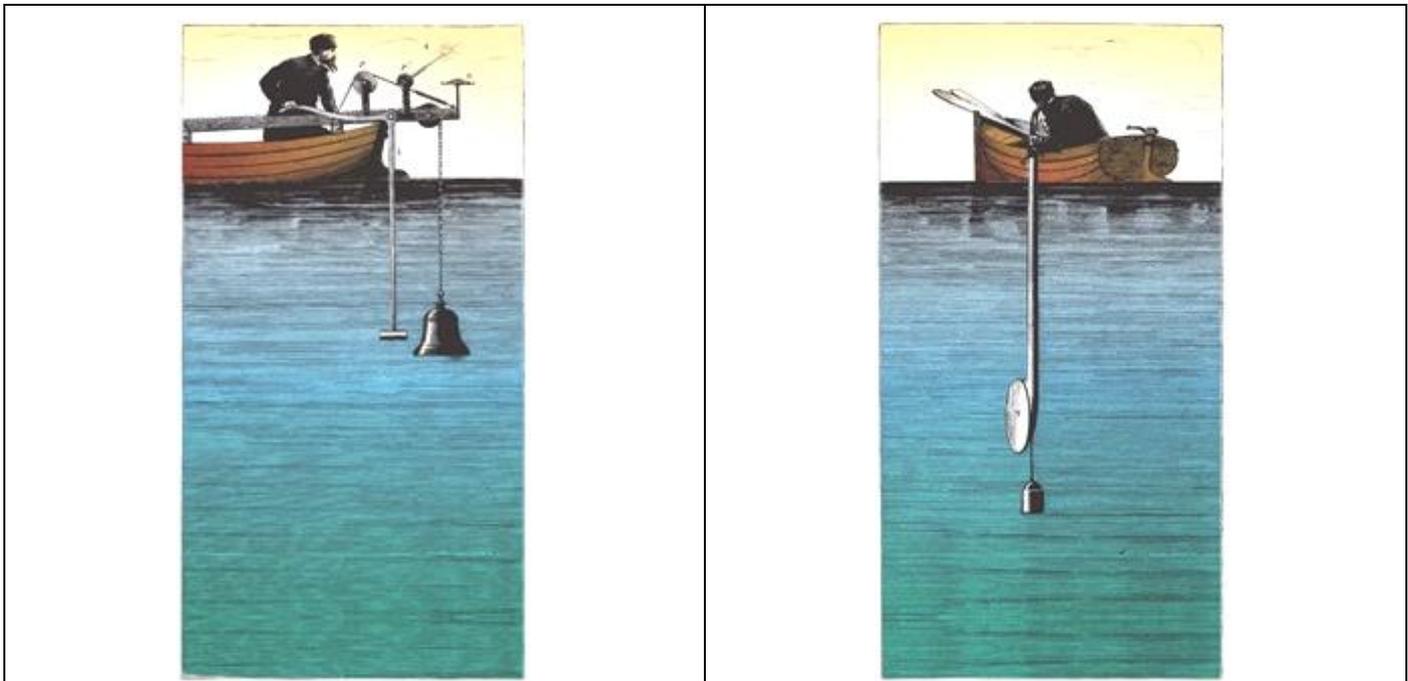
**1. Les débuts de l’acoustique sous-marine**

Une étape importante de l’évolution acoustique sous-marine fut la détermination de la vitesse des ondes sonores dans l’eau du lac Léman par le suisse Daniel Colladon et le français Charles Sturm.

- En 1825, les premières mesures sont effectuées selon le protocole suivant.

Un premier expérimentateur produit un son dans l’eau. Dans le même temps, il lance une fusée. Dans un second bateau situé à environ 1000 m du premier, un deuxième expérimentateur plonge sa tête dans l’eau et indique par un signe du bras la réception du bruit à un troisième observateur en charge du chronomètre. Le chronomètre indique les quarts de seconde. Les valeurs de vitesse du son dans l’eau calculée à partir de cette expérience étaient trop approximatives.

- En 1826, le protocole a été amélioré pour aboutir au système décrit dans le document ci-dessous.



**Figure 1 : bateau émetteur**

À l’instant où la cloche est frappée un ingénieux dispositif enflamme une poudre formant un signal lumineux observable par le second expérimentateur présent dans le bateau récepteur.

**Figure 2 : bateau récepteur**

Le son de la cloche est perçu par l’expérimentateur grâce à un long tube cylindrique à l’extrémité duquel il applique son oreille. La mesure de durée est effectuée avec le même chronomètre que l’expérience de 1825.

1.1.a. Donner la valeur de la vitesse de la lumière et de celle du son dans l’air.

0,5

b. Lors de l’expérience de 1825, pourquoi le premier expérimentateur lance-t-il une fusée ? Justifier à l’aide des données précédentes

0,5

1.2. Dans cette expérience, identifier au moins deux sources d’erreurs sur la valeur de la mesure de la vitesse du son.

0,5

1.3. Quelles sont les deux améliorations apportées lors du second protocole (figures 1 et 2) qui ont permis de réduire l’incertitude ?

0,5

La deuxième expérience, en 1826, a été réalisée sur le lac Léman entre la ville de Rolle et celle de Thonon. On a reproduit ci-dessous une partie de l'analyse de l'expérience faite par Colladon et Sturm.

« Le château de Rolle est situé sur le bord même du lac ; quant au clocher de Thonon sa projection est éloignée du bord de 353 m ce qui donne 13 887 m pour la distance des deux rives. En retranchant 400 m pour la distance des deux bateaux aux deux rives, on a 13 487 m pour la distance de deux stations (\*). Ce nombre peut être gardé comme exact à moins de 20 m près.

Si nous évaluons à moins d'un quart de seconde la petite erreur (\*\*) [...] nous pouvons adopter 9,40 s pour le temps que le son mettait réellement à venir d'une station à l'autre. »

Extrait des mémoires de l'Académie des Sciences. Mémoire sur la compression des liquides et la vitesse du son dans l'eau. Colladon et Sturm 1827

(\*) bateaux

(\*\*) incertitude sur la mesure de la durée de propagation

1.4. L'incertitude relative sur la valeur de la vitesse  $v$  s'écrit : 
$$\frac{U(v)}{v} = \sqrt{\left(\frac{U(d)}{d}\right)^2 + \left(\frac{U(\Delta t)}{\Delta t}\right)^2}$$

Donner un encadrement de la valeur de la vitesse du son dans l'eau.

1,5

1.5. Dans une note de bas de page Jean-Daniel Colladon signale que « l'erreur possible dans cette expérience ne peut pas s'élever au-dessus de 1/60<sup>e</sup> de la valeur véritable ».

Cette affirmation est-elle cohérente avec le résultat obtenu question 1.4 ? Justifier la réponse.

0,5

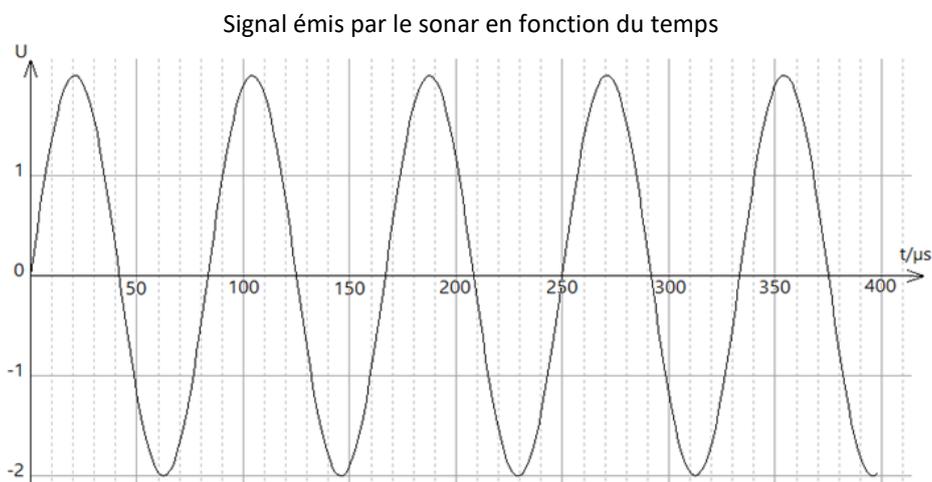
## 2. Impact de l'utilisation des sonars sur la faune sous-marine

Les signaux émis par ces sonars peuvent perturber la faune.

Par exemple, en 2008, un échouage de dauphins a créé une polémique entre une grande partie de la communauté scientifique et les experts qui ont analysé cet échouage. Les experts ont en effet mis en cause pour la première fois un navire d'une compagnie pétrolière utilisant des fréquences élevées ; ce navire faisait des relevés topographiques à 65,0 km du lieu d'échouage.

À 1,00 m de l'émetteur d'un sonar, le niveau d'intensité sonore maximal peut atteindre 240 dB.

On modélise le signal émis par un sonar par une fonction sinusoïdale du temps (voir graphique ci-après).



2.1. À l'aide de l'enregistrement ci-dessus du signal émis par le sonar, vérifier que la fréquence d'émission  $f$  vaut 12 kHz.

1

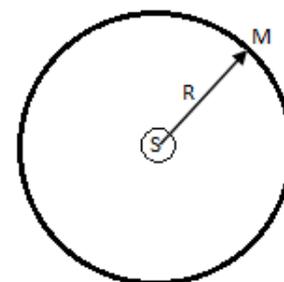
2.2. Ce signal appartient-il au domaine audible des êtres humains ? Justifier.

0,5

2.3. Phénomènes d'atténuation des ondes sonores.

L'intensité sonore  $I$  reçue en un point M, situé à une distance  $R$  de la source acoustique S, est liée à la puissance acoustique  $P$  de la source par la relation :

$$I = \frac{P}{4\pi \times R^2}$$



0,5

a. Par analyse dimensionnelle, déterminer l'unité de la distance  $R$ .

b. On considère généralement que le seuil d'audibilité dans l'eau est  $I_0 = 7,00 \times 10^{-17} \text{ W.m}^{-2}$ . En déduire la valeur de l'intensité sonore maximale à 1,00 m du sonar.

0,75

c. Montrer que la puissance de la source vaut  $8,80 \times 10^8 \text{ W}$ .

0,5

d. En déduire que le niveau d'intensité sonore à 65,0 km du sonar vaut 144 dB.

1

Le milieu de propagation absorbe une partie de l'énergie de l'onde sonore. Il en résulte que le niveau d'intensité sonore mesuré en un point subit une perte supplémentaire  $A$  (en décibel) telle que  $A = \alpha \times R$  où  $\alpha$  est un coefficient d'absorption qui dépend, entre autres, de la fréquence  $f$  de l'onde, et où  $R$  est la distance entre la source et le récepteur.

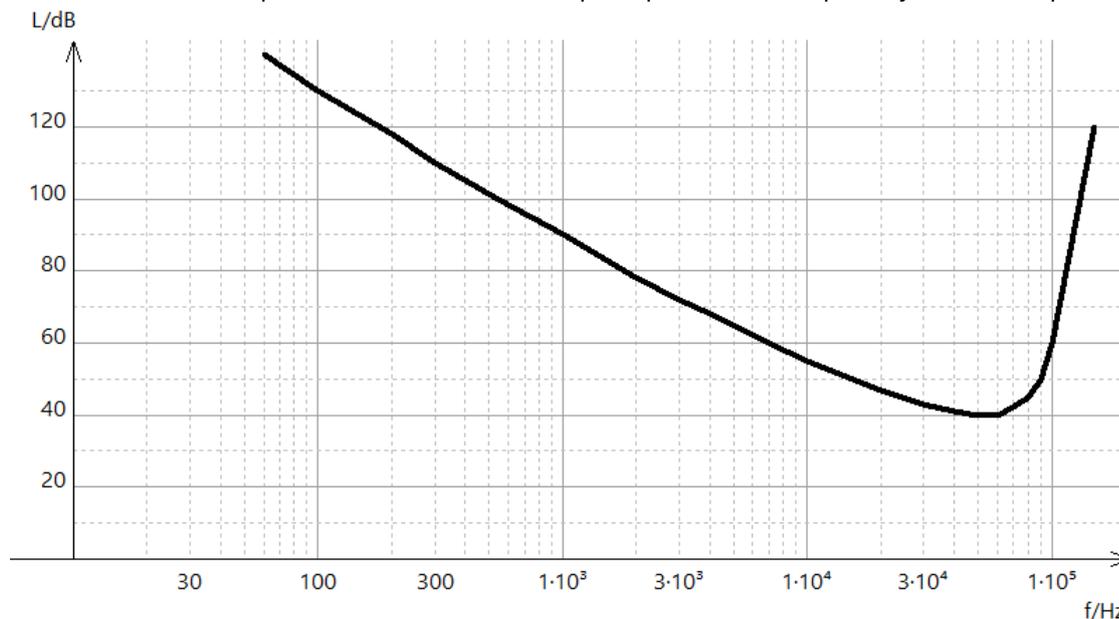
$f$ (kHz)	0,1	0,3	1	3	10	30	100	300	1000
$\alpha$ (dB/km)	0,0010	0,010	0,070	0,10	1,0	5,0	30	100	500

Source : *Acoustique sous-marine présentation et applications* Xavier Lurton - IFREMER

2.4.a. Estimer la valeur de la perte supplémentaire  $A$  dans la situation étudiée. On précisera l'approximation effectuée.

b. En déduire la valeur du niveau d'intensité sonore mesuré.

c. La courbe ci-dessous indique le niveau sonore minimal pour qu'un son de fréquence  $f$  soit audible par un dauphin.



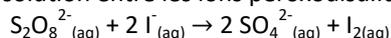
*Conférence : Sonar et faune marine : une cohabitation à risque ?* Xavier Lurton et Yves Le Gall

D'après les données de cet exercice, les dauphins ont-ils pu percevoir l'émission du sonar du navire scientifique à Madagascar en 2008 ?

## Exercice 2 : QCM (3 points)

Justifier la validité (ou non) des propositions *en italique* dans le texte suivant. Seule la justification sera évaluée.

1. On étudie la cinétique de la réaction en solution entre les ions peroxodisulfate en excès et les ions iodure :



A- *La conductimétrie peut être envisagée comme méthode de suivi de la cinétique.*

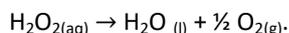
B- *La pHmétrie peut être envisagée comme méthode de suivi de la cinétique.*

On suit l'évolution par spectrophotométrie. On mesure l'absorbance  $A$  à la longueur d'onde de 575 nm où le diiode absorbe fortement la lumière. On a préalablement étalonné le spectrophotomètre en mesurant l'absorbance pour diverses solutions de diiode de concentrations connues : on a ainsi obtenu que l'absorbance varie linéairement avec la concentration des molécules  $\text{I}_2$  avec un coefficient directeur de  $75 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

C- *Le résultat précédent vérifie la loi de Beer Lambert.*

D- *Pour une solution de diiode de concentration  $10 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ , l'absorbance vaut environ 0,75.*

2. Le peroxyde d'hydrogène (« l'eau oxygénée ») est un antiseptique. Au cours du temps, la concentration en molécules  $\text{H}_2\text{O}_2$  dans le flacon diminue par décomposition lente :



Pour désinfecter les lentilles cornéennes, on les place dans un récipient contenant de l'eau oxygénée et au fond duquel il y a un petit disque recouvert d'une mince couche de platine. On observe instantanément la formation de petites bulles.

A- *La platine joue le rôle de catalyseur de la réaction de décomposition.*

B- *La température diminue grâce au platine ce qui bloque la réaction.*

### Exercice 3 : Cinétique et catalyse chimique (7,25 points)

« Que ton aliment soit ta seule médecine » Hippocrate (-460 ; -370 av J-C)

Le rôle des aliments est important dans la protection de notre organisme, notamment contre la production de radicaux libres (espèces nocives hautement réactives) à partir du peroxyde d'hydrogène (nommé commercialement eau oxygénée).

#### 1. La catalase : une prévention contre les radicaux libres :

La catalase est une enzyme catalysant la réaction de décomposition de l'eau oxygénée dans l'organisme, empêchant alors la production de radicaux libres. Le mécanisme supposé est le suivant :



1.1 Déduire de ces deux étapes l'équation chimique de la réaction de décomposition de l'eau oxygénée. La catalase y figure-t-elle ? Justifier.

1.2 Selon vous, pourquoi l'organisme a-t-il recours à un catalyseur pour effectuer cette réaction ?

1.3 Préciser, sans le justifier, le type de catalyse.

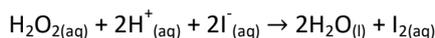
1
0,25
0,25

#### 2. Décomposition de l'eau oxygénée par les ions iodures :

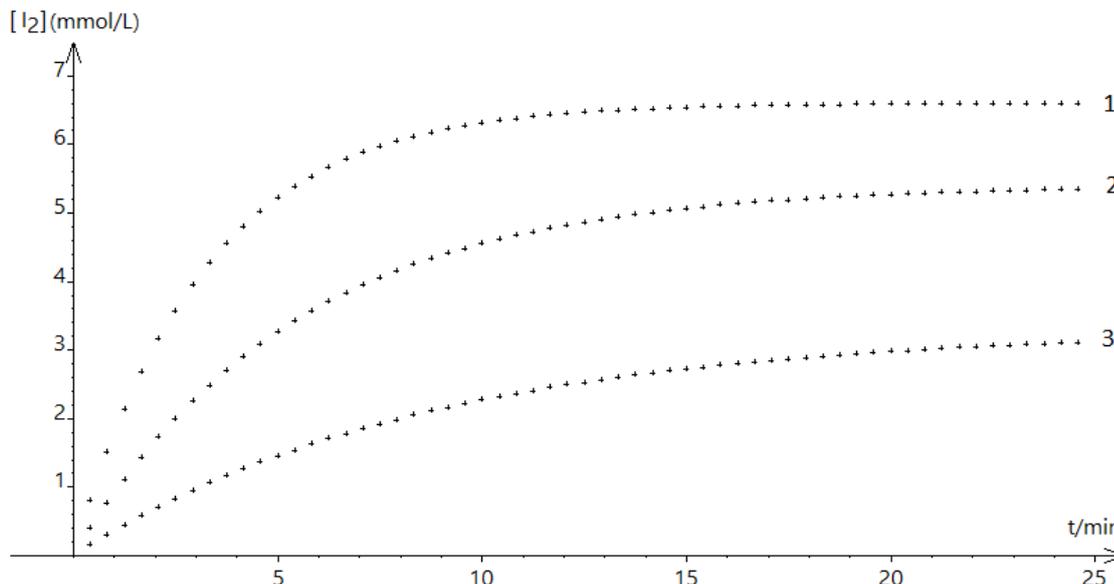
On réalise trois mélanges A, B et C, contenant les mêmes réactifs dans des proportions différentes. Les valeurs expérimentales sont reportées dans le tableau ci-dessous.

	Acide sulfurique $c_0 = 1,0 \text{ mol/L}$	iodure de potassium $c_1 = 0,10 \text{ mol/L}$	peroxyde d'hydrogène $c_2 = 0,10 \text{ mol/L}$	volume total de la solution après ajout d'eau distillée
A	10 mL	15 mL	2,0 mL	30 mL
B		10 mL	2,0 mL	
C		10 mL	1,0 mL	

Les couples redox mis en jeu lors de la réaction étudiée sont les couples  $\text{H}_2\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}$  et  $\text{I}_2 / \text{I}^-$  ; la réaction est considérée comme totale et son équation chimique est :



Pour chacun des trois mélanges, on suit la concentration du diiode formé par spectrophotométrie ; les courbes cinétiques obtenues sont représentées ci-dessous par les courbes 1 à 3 (dans le désordre)



2.1 Retrouver l'équation de la réaction étudiée.

2.2 Rappeler l'expression de la loi de Beer-Lambert. Préciser les unités de chacun des termes.

2.3 Exprimer  $[\text{I}_2]_t$  en fonction de l'avancement  $x(t)$

2.4 Définir le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ .

2.5 En déduire des deux questions précédentes l'expression de la concentration effective de diiode à la date  $t_{1/2}$  soit  $[\text{I}_2]_{t_{1/2}}$  en fonction de la concentration de diiode à l'état final.

2.6 A l'aide du graphique, en déduire la valeur du temps de demi-réaction pour le mélange représenté par la courbe (1).

2.7. Indiquer si les propositions suivantes sont vraies ou fausses en justifiant.

a) Dans le mélange C, le réactif limitant n'est pas l'ion iodure  $\text{I}^-$ .

b) La courbe 3 correspond au mélange C.

c) Sachant que la courbe 1 correspond au mélange A et que la courbe 2 correspond au mélange B, on peut affirmer que la courbe 2 atteindra la même limite que la courbe 1.

0,5
0,75
0,5
0,5
0,75
0,75
0,5
0,75

**Exercice 1 : Communications sous-marine (9,75 points)****1. Les débuts de l'acoustique sous-marine**

1.1. a. vitesse de la lumière :  $v(\text{air}) = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ; vitesse du son :  $v(\text{air}) = 340 \text{ m.s}^{-1}$

b. La fusée lancée par le premier expérimentateur crée un signal lumineux visible par les deux autres expérimentateurs. Le signal lumineux est émis en même temps que le son est produit dans l'eau. À la vue du signal lumineux, le troisième observateur déclenche le chronomètre.

*La durée de propagation de la lumière est négligeable face à celle du son car la lumière est beaucoup plus rapide que le son.*

1.2. Les sources d'erreurs sont liées aux mesures de la distance parcourue et de la durée.

Concernant la durée :

- La fusée est allumée avec un léger retard par rapport à l'émission du signal sonore ;
- Le signal lumineux émis par la fusée qui s'élève n'est pas vu immédiatement après son lancement par les deux autres observateurs ;
- Il existe un intervalle de temps non nul entre :
  - o la réception du signal sonore et le mouvement du bras du 2<sup>ème</sup> expérimentateur ;
  - o le signal du bras du 2<sup>ème</sup> expérimentateur et l'arrêt du chronomètre par le 3<sup>ème</sup> expérimentateur ;

Concernant la distance : celle-ci n'est pas connue avec précision « environ 1000 m ».

1.3. Les améliorations apportées dans le deuxième protocole :

- La durée entre l'émission de lumière par la fusée et l'émission du son par la cloche est réduite grâce à un ingénieux dispositif,
- Le deuxième expérimentateur déclenche et arrête le chronomètre sans passer par l'intermédiaire d'un troisième expérimentateur : cela réduit ainsi l'incertitude relative sur la durée de propagation du signal sonore.

1.4. Vitesse du son dans l'eau :  $v = \frac{d}{\Delta t}$  soit  $v = \frac{13487}{9,40} = 1,43 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$  avec 3 chiffres significatifs.

Incertitude absolue sur la vitesse :

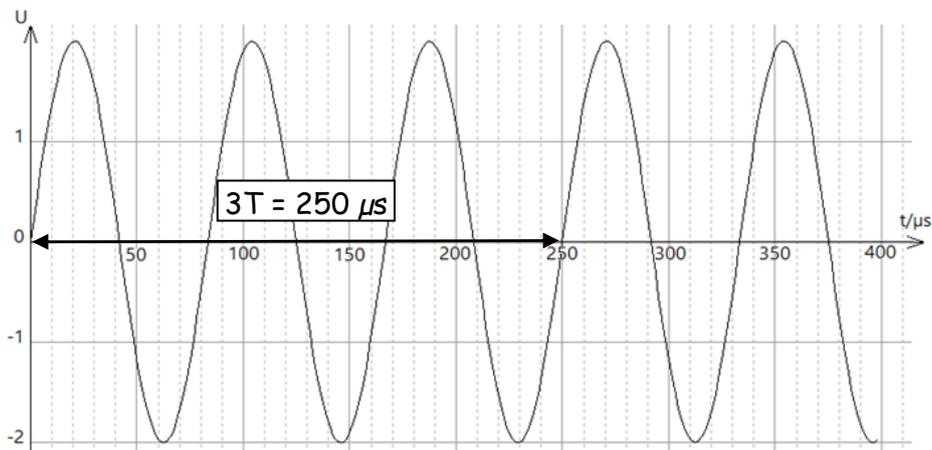
$$U(v) = v \times \sqrt{\left(\frac{U(d)}{d}\right)^2 + \left(\frac{U(\Delta t)}{\Delta t}\right)^2} \text{ soit } U(v) = 1,43 \times \sqrt{\left(\frac{20}{13487}\right)^2 + \left(\frac{0,25}{9,40}\right)^2} = 38 \text{ m.s}^{-1} = 0,038 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$$

L'incertitude est arrondie à un seul chiffre significatif. Elle doit porter sur les dizaines comme le dernier chiffre significatif de la vitesse donc  $v = (1,43 \pm 0,04) \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$

$$(1,43 - 0,04) \times 10^3 \leq v \leq (1,43 + 0,04) \times 10^3 \text{ m.s}^{-1} \text{ soit : } 1,39 \text{ km.s}^{-1} \leq v \leq 1,47 \text{ km.s}^{-1}$$

1.5. L'incertitude relative sur la vitesse du son dans l'eau est :  $\frac{U(v)}{v} = \frac{0,04}{1,43} = 0,03$

Or  $\frac{1}{60} = 0,017 < 0,03$ . L'incertitude relative sur la vitesse est donc supérieure à «  $1/60^{\text{e}}$  de la valeur véritable ». L'affirmation n'est pas cohérente avec le résultat obtenu à la question 1.4.

**2. Impact de l'utilisation des sonars sur la faune sous-marine****2.1.**

$$3T = 250 \mu\text{s} \text{ soit } T = 83,3 \mu\text{s} = 8,33 \times 10^{-5} \text{ s} \quad f = \frac{1}{T} \text{ soit } f = \frac{1}{8,33 \times 10^{-5}} = 12,0 \text{ kHz}$$

On retrouve bien la fréquence d'émission annoncée.

2.2. Le domaine des fréquences audibles pour l'oreille humaine est compris entre 20 Hz et 20 kHz. La fréquence du signal d'émission appartient donc bien à ce domaine.

2.3. a.  $I = \frac{P}{4\pi R^2} \Rightarrow R = \sqrt{\frac{P}{4\pi I}}$   
 $[R] = \left[ \sqrt{\frac{P}{4\pi I}} \right] = \sqrt{\frac{[P]}{[I]}} = \sqrt{\frac{W}{W \cdot m^{-2}}} = \sqrt{\frac{1}{m^{-2}}} = \sqrt{m^2} = m.$

L'unité de la distance R est le mètre.

b. À 1 m du sonar, le niveau d'intensité sonore vaut  $L = 240$  dB et dans l'eau le seuil d'audibilité vaut  $I_0 = 7,00 \times 10^{-17} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ .

Or  $L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$  donc  $\frac{I}{I_0} = 10^{\frac{L}{10}}$  soit  $I = I_0 \times 10^{\frac{L}{10}}$   $I = 7,00 \times 10^{-17} \times 10^{\frac{240}{10}} = 7,00 \times 10^7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ .

c.  $I = \frac{P}{4\pi R^2}$  donc  $P = 4\pi R^2 \times I$  avec  $R = 1,00$  m soit  $P = 4\pi \times (1,00)^2 \times 7,00 \times 10^7 = 8,80 \times 10^8 \text{ W}$ .

d. À  $R' = 65,0 \text{ km} = 65,0 \times 10^3$  m du sonar, l'intensité sonore  $I'$  vaut :  $I' = \frac{P}{4\pi R'^2} = \frac{8,80 \times 10^8}{4\pi \times (65,0 \times 10^3)^2} = 0,0166 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

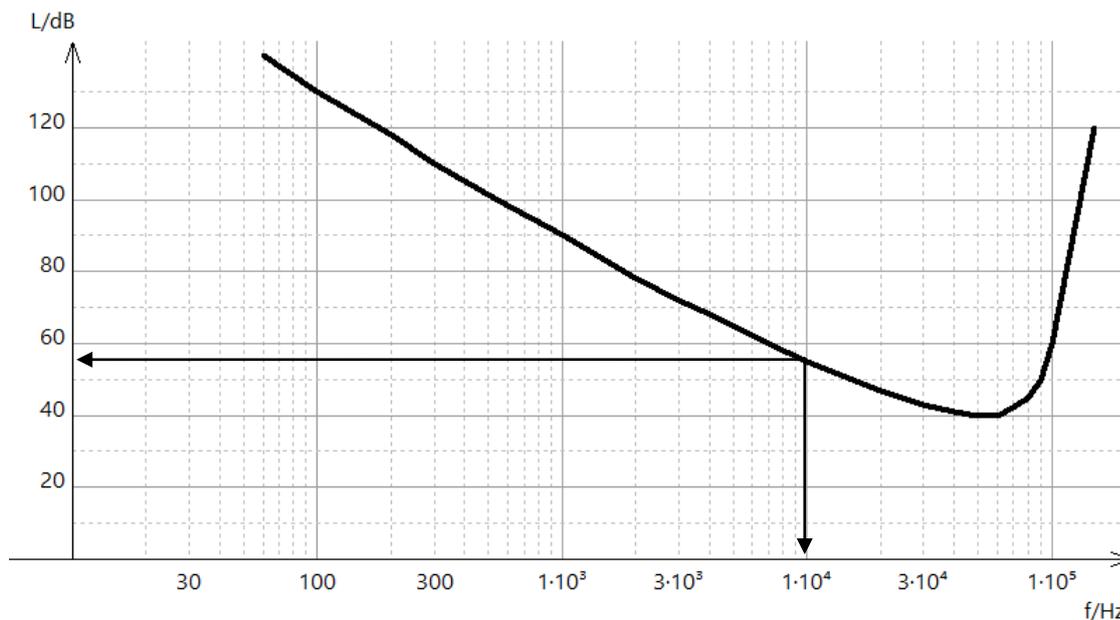
Valeur exacte stockée en mémoire.

Le niveau d'intensité sonore  $L'$  est donc :  $L' = 10 \times \log\left(\frac{I'}{I_0}\right)$  soit  $L' = 10 \times \log\left(\frac{0,0166}{7,00 \times 10^{-17}}\right) = 144 \text{ dB}$ .

2.4. a. La fréquence de l'onde la plus proche de celle de l'émission du sonar (12 kHz) est 10 kHz. Pour cette fréquence, le coefficient d'absorption vaut  $\alpha = 1,0$  dB/km donc pour une distance de 65,0 km, la valeur de la perte supplémentaire A en décibel vaut :  $A = \alpha \times R = 65 \text{ dB}$ .

b. En tenant compte de la perte de 65 dB, le niveau d'intensité sonore perçu par les dauphins à 65 km de distance vaut :  $L_{réelle} = L' - A = 144 - 65 = 79 \text{ dB}$ .

c. D'après le graphique, pour  $f = 10$  kHz, le niveau d'intensité sonore minimal perçu par un dauphin vaut environ 55 dB. Les dauphins ont donc pu percevoir l'émission du sonar.



## Exercice 2 : QCM (3 points)

- A : Vrai :** On peut utiliser la conductimétrie car le mélange réactionnel contient des ions dont la concentration varie au cours du temps

**B : Faux :** Car la réaction n'est pas une réaction acide base puisqu'il n'y a pas d'échanges de protons entre les réactifs

**C : Vrai :** Oui car on obtient une droite passant par zéro, donc l'absorbance et la concentration sont proportionnelles.

**D : Vrai :**  $A = k \times C = 75 \times C = 75 \times 10 \cdot 10^{-3} = 0,75$
- A : Vrai :** car la décomposition démarre rapidement lorsqu'on ajoute le disque de platine (dégagement gazeux au niveau du platine)

**B : Faux :** le catalyseur n'a pas d'influence sur la température. De plus, la réaction a lieu.

## Exercice 3 : Cinétique et catalyse chimique (7,25 points)

### 1. La catalase : une prévention contre les radicaux libres :

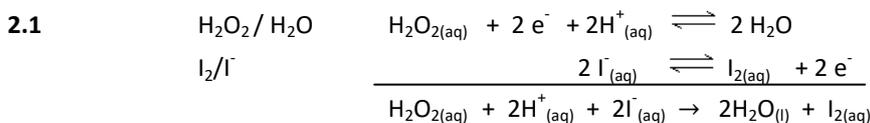


La catalase joue le rôle de catalyseur. Elle intervient dans le mécanisme réactionnel ; elle est régénérée dans la dernière étape et ne figure pas dans le bilan.

1.2 La décomposition de l'eau oxygénée est très lente sans catalyseur : ce dernier augmente la vitesse de la réaction chimique.

1.3 Catalyse enzymatique.

### 2. Décomposition de l'eau oxygénée par les ions iodures :



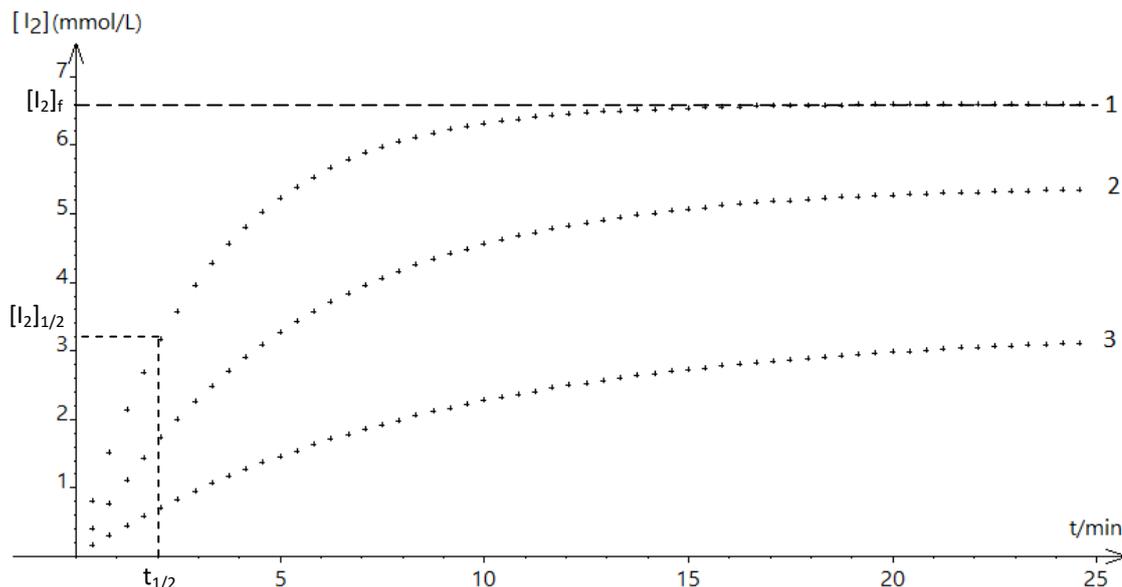
2.2  $A = k \times c$  avec A sans unité, k en  $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$  et c en  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

2.3  $[I_2]_t = \frac{n_t(I_2)}{V} = \frac{x(t)}{V}$

2.4 Le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  est le temps au bout duquel le réactif limitant est à moitié consommé tel que :  $x_{1/2} = \frac{x_{\text{max}}}{2}$

2.5  $[I_2]_{1/2} = \frac{x_{1/2}}{V} = \frac{x_{\text{max}}}{2V} = \frac{[I_2]_f}{2}$

2.6 A l'aide du graphique on détermine  $[I_2]_f = 6,5 \text{ mmol}$ . On a donc  $[I_2]_{1/2} = 3,25 \text{ mmol}$ .



Par lecture graphique on trouve  $t_{1/2} = 2 \text{ min}$

**2.7.** Indiquer si les propositions suivantes sont vraies ou fausses en justifiant.

a) Dans le mélange C, le réactif limitant n'est pas l'ion iodure  $I^-$ .

si  $I^-$  est le réactif limitant :  $x_{\max} = \frac{n_{I^-}}{2} = \frac{C_1 \times V_{1C}}{2} = \frac{0,10 \times 10,10^{-3}}{2} = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

si  $H_2O_2$  est le réactif limitant :  $x_{\max} = n_{H_2O_2} = C_2 \times V_{2C} = 0,10 \times 1,0 \cdot 10^{-3} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$  plus petite valeur donc  $H_2O_2$  est le réactif limitant

⇒ VRAI

b) La courbe 3 correspond au mélange C.

$x_{\max} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$  donc  $[I_2]_f = \frac{n_f(I_2)}{V} = \frac{x_{\max}}{V} = \frac{1,0 \cdot 10^{-4}}{30 \cdot 10^{-3}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$

⇒ VRAI

c) Sachant que la courbe 1 correspond au mélange A et que la courbe 2 correspond au mélange B, on peut affirmer que la courbe 2 atteindra la même limite que la courbe 1.

Pour le mélange A :

si  $I^-$  est le réactif limitant :  $x_{\max} = \frac{n_{I^-}}{2} = \frac{C_1 \times V_{1A}}{2} = \frac{0,10 \times 15 \cdot 10^{-3}}{2} = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

si  $H_2O_2$  est le réactif limitant :  $x_{\max} = n_{H_2O_2} = C_2 \times V_{2A} = 0,10 \times 2,0 \cdot 10^{-3} = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$H_2O_2$  est le réactif limitant et  $x_{\max}$  vaut  $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$[I_2]_{Af} = \frac{n_{Af}(I_2)}{V} = \frac{x_{\max}}{V} = \frac{2,0 \cdot 10^{-4}}{30 \cdot 10^{-3}} = 6,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$

Pour le mélange B :

si  $I^-$  est le réactif limitant :  $x_{\max} = \frac{n_{I^-}}{2} = \frac{C_1 \times V_{1B}}{2} = \frac{0,10 \times 10 \cdot 10^{-3}}{2} = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

si  $H_2O_2$  est le réactif limitant :  $x_{\max} = n_{H_2O_2} = C_2 \times V_{2B} = 0,10 \times 2,0 \cdot 10^{-3} = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$H_2O_2$  est le réactif limitant et  $x_{\max}$  vaut  $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$[I_2]_{Bf} = \frac{n_{Bf}(I_2)}{V} = \frac{x_{\max}}{V} = \frac{2,0 \cdot 10^{-4}}{30 \cdot 10^{-3}} = 6,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$

Conclusion : Les deux mélanges ont la même limite

⇒ VRAI