

**I. Comment déterminer le relief du fond marin avec un sondeur ? (11 points)****1. Étude de l'onde ultrasonore dans l'eau de mer.**

- 1.1. Une onde mécanique progressive est le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu sans transport de matière mais avec transport d'énergie.
- 1.2. L'onde ultrasonore est une onde **longitudinale** car la direction de la perturbation est parallèle à la direction de propagation de l'onde.

**2. Détermination de la célérité des ondes ultrasonores dans l'eau.**

2.1. La célérité des ultrasons est plus grande dans l'eau de mer que dans l'air. Ainsi la salve d'ultrasons émise sera reçue en premier par le récepteur B, puis ensuite par le récepteur A.

2.2. Le récepteur B perçoit en premier les ultrasons, ensuite le récepteur A. Donc le retard a pour expression :

$\Delta t = t_A - t_B$ . La date  $t_B$  est inférieure à la date  $t_A$  car la salve est reçue en premier par le récepteur B.

2.3.

2.3.1  $v_{\text{air}} = \frac{d}{t_A}$  soit  $t_A = \frac{d}{v_{\text{air}}}$  ; d'autre part  $v_{\text{eau}} = \frac{d}{t_B}$  soit  $t_B = \frac{d}{v_{\text{eau}}}$

$\Delta t = t_A - t_B$  soit  $\Delta t = \frac{d}{v_{\text{air}}} - \frac{d}{v_{\text{eau}}}$  ; En factorisant d, on obtient  $\Delta t = d \times \left( \frac{1}{v_{\text{air}}} - \frac{1}{v_{\text{eau}}} \right)$

2.3.2 La relation obtenue en 2.3.1. montre que  $\Delta t$  est proportionnelle à d.

La courbe représentative de d en fonction de  $\Delta t$ , **page 3**, est une droite passant par l'origine, ce qui est cohérent avec cette proportionnalité.

2.3.3 Soit le point M ( $d_M = 1,10$  m ;  $\Delta t_M = 2,50$  ms =  $2,50 \times 10^{-3}$  s)

Soit a le coefficient directeur de la droite passant par l'origine,  $\Delta t_M = a \times d_M$  alors  $a = \frac{\Delta t_M}{d_M}$

$a = \frac{2,50 \times 10^{-3}}{1,10}$  ;  $a = 2,27 \times 10^{-3} \text{ s.m}^{-1}$

2.3.4 Le coefficient directeur a pour expression :  $a = \left( \frac{1}{v_{\text{air}}} - \frac{1}{v_{\text{eau}}} \right) = \left( \frac{v_{\text{eau}}}{v_{\text{eau}} \times v_{\text{air}}} - \frac{v_{\text{air}}}{v_{\text{eau}} \times v_{\text{air}}} \right) = \left( \frac{v_{\text{eau}} - v_{\text{air}}}{v_{\text{eau}} \times v_{\text{air}}} \right)$

$a \times v_{\text{eau}} \times v_{\text{air}} = v_{\text{eau}} - v_{\text{air}}$  d'où  $a \times v_{\text{eau}} \times v_{\text{air}} - v_{\text{eau}} = -v_{\text{air}}$  ; soit  $v_{\text{eau}} \times (a \times v_{\text{air}} - 1) = -v_{\text{air}}$  ;

$v_{\text{eau}} = \frac{-v_{\text{air}}}{(a \times v_{\text{air}} - 1)} = \frac{v_{\text{air}}}{(1 - a \times v_{\text{air}})}$  ;

$v_{\text{eau}} = \frac{340}{(1 - 2,27 \times 10^{-3} \times 340)}$  ;  $v_{\text{eau}} = 1,50 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$

**II. Quelle teneur en cuivre dans une pièce de 5 centimes d'euro ? (9 points)****1. Étalonnage**

1.1. Dans le cas où une solution absorbe dans un seul domaine de longueur d'onde, sa couleur perçue est la **couleur complémentaire** de celle des radiations absorbées.

Ainsi, une solution d'ions cuivre (II) est de couleur **bleu-vert** car elle **absorbe** principalement dans le **rouge** (entre 647 et 850 nm).

De même, une solution d'ions fer (III) est de couleur **jaune-vert** car elle **absorbe** principalement dans le **violet** (entre 400 et 424 nm).

1.2. Loi de Beer-Lambert : L'absorbance A est proportionnelle à la concentration C de l'espèce colorée :

$A = k \times C (= \epsilon \times \ell \times C)$

Conditions d'utilisation :

- La lumière doit être monochromatique;
- La concentration ne doit pas être trop grande;
- La solution doit être homogène (pas de précipité, ni de formation de gaz);
- Le soluté ne doit pas donner lieu à des réactions sous l'effet de la lumière incidente;
- Le soluté ne doit pas donner d'associations variables avec le solvant.

1.3. En traçant la courbe  $A=f(\text{concentration})$ , on obtient une **droite passant par l'origine**, ce qui correspond bien à une situation de proportionnalité.

## 2. Détermination de la teneur en cuivre dans la pièce

2.1. **Méthode 1** : On trace la droite moyenne passant au plus près de tous les points expérimentaux. On lit l'abscisse du point d'ordonnée  $A = 0,575$ . **Voir ci-dessous.**

On obtient une concentration en ions  $\text{Cu}^{2+}$  d'environ  $[\text{Cu}^{2+}] = 42 \text{ mmol.L}^{-1}$  (précision limitée due à une lecture graphique).

D'après l'équation de la réaction :  $n(\text{Cu})_{\text{initiale}} = n(\text{Cu}^{2+})_{\text{finale}}$

$$\frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})} = [\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}] \times V \text{ soit } m(\text{Cu}) = [\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}] \times V \times M(\text{Cu}) \text{ où } V \text{ est le volume de la solution } S_2.$$

$$m(\text{Cu}) = 42 \times 10^{-3} \times 0,100 \times 63,5 = 0,2667 \text{ g, soit avec deux chiffres significatifs } m(\text{Cu}) = 2,7 \times 10^2 \text{ mg.}$$

**Méthode 2** : La concentration en ions cuivre (II) est proportionnelle à la masse de cuivre utilisée (conservation de la matière) et aussi à l'absorbance (loi de Beer-Lambert) donc la masse de cuivre utilisée est proportionnelle à l'absorbance.

$$\text{Pour } A = 0,649 \Leftrightarrow m = 300,6 \text{ mg}$$

$$\text{Pour } A = 0,575 \Leftrightarrow m(\text{Cu}) = \frac{300,6 \times 0,575}{0,649}; m(\text{Cu}) = 266 \text{ mg (3 chiffres significatifs acceptables)}$$

- 10 groupes d'élèves ont déterminé expérimentalement la masse de cuivre présente dans 10 pièces de 5 centimes de même masse. Leurs résultats sont les suivants :

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Masse de cuivre (mg)	260	270	265	263	264	265	262	261	269	267

2.2. La valeur moyenne des groupes d'élèves est :  $m_{\text{moyenne}}(\text{Cu}) = 264,6 \text{ mg} \approx 265 \text{ mg}$

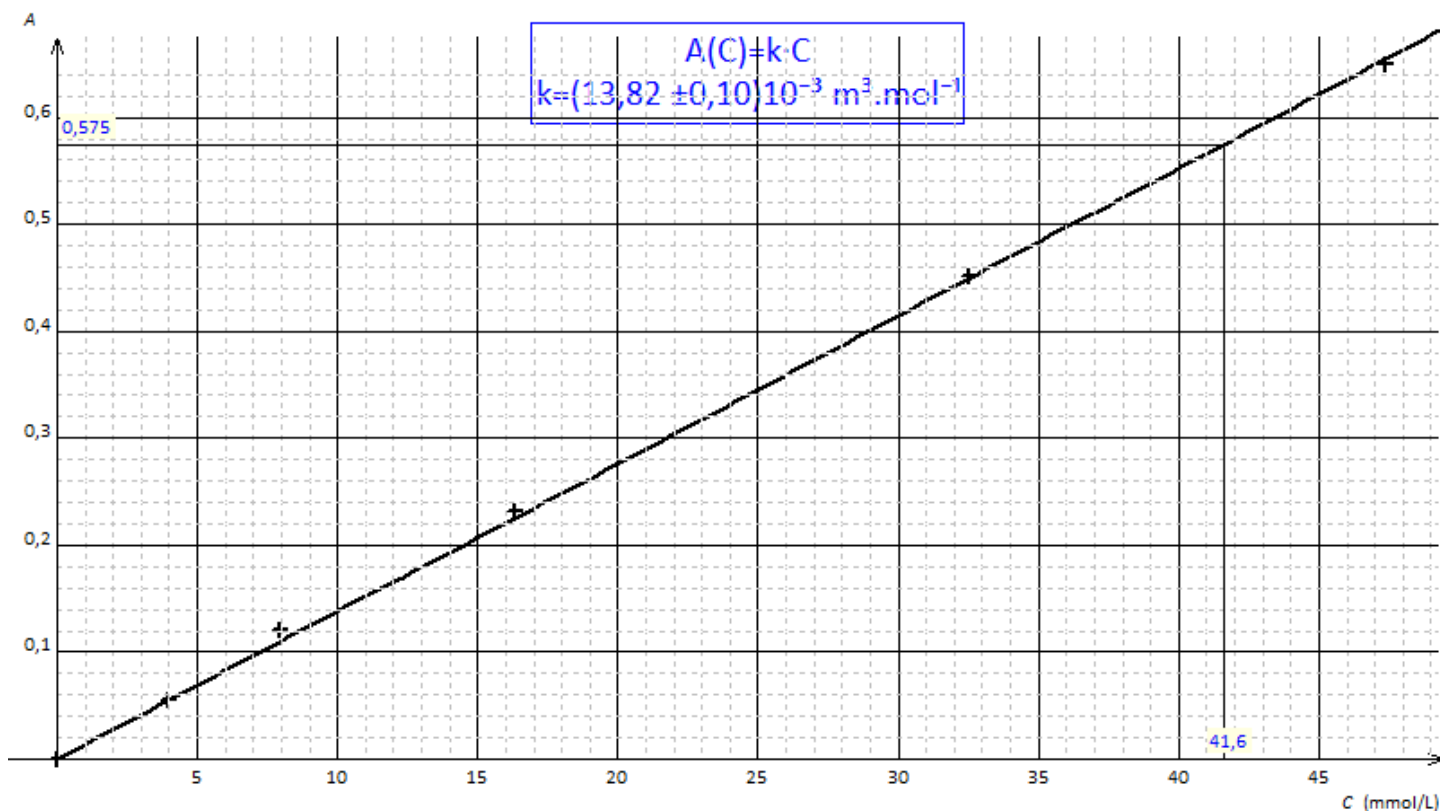
Le résultat obtenu est plus élevé que cette moyenne mais l'écart relatif reste acceptable :

$$\text{écart relatif} = \frac{270 - 265}{265} \times 100 = 1,9 \%$$

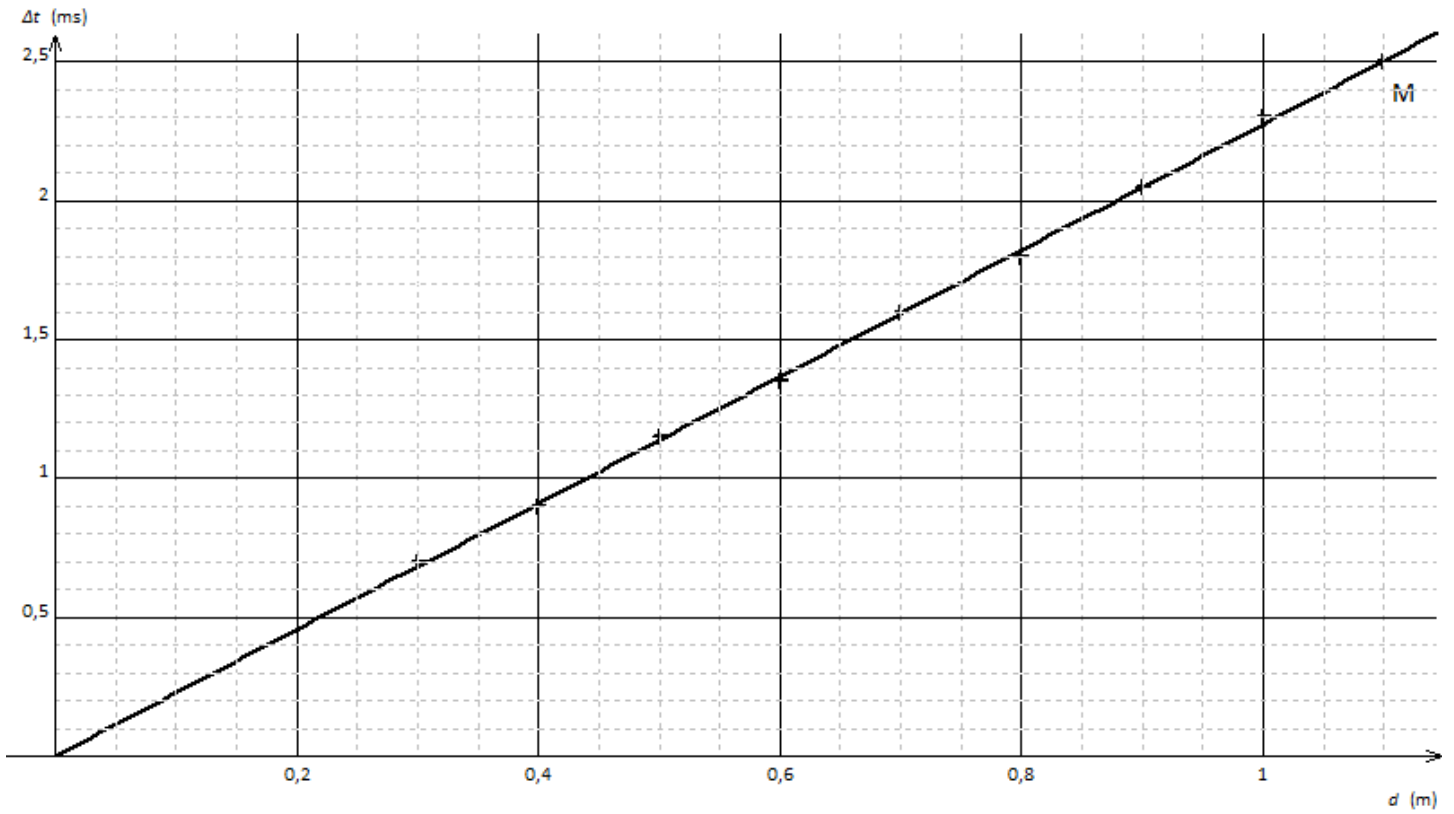
2.3. teneur massique en cuivre est donc  $T = \frac{m_{\text{moyenne}}(\text{Cu})}{m_{\text{pièce}}} = \frac{265 \times 10^{-3}}{3,93} = 0,0674 = 6,74 \%$

*Remarque* : cette valeur peut sembler faible, mais le cuivre n'est pas réparti de façon homogène dans la pièce mais uniquement à sa surface.

Courbe  $A = f(C)$  avec  $C$  en  $\text{mmol/L}$



**I.2. courbe  $\Delta t = f(d)$  avec  $d$  en m et  $\Delta t$  en ms**



<b>I</b>	<b>1.1</b>	1	2	3			
	<b>1.2</b>	1	2	3			
	<b>2.1</b>	1					
	<b>2.2</b>	1	2				
	<b>2.3.1</b>	1	2	3			
	<b>2.3.2</b>	1	2				
	<b>2.3.3</b>	1	2	3	4	CS-U-CV	
	<b>2.3.4</b>	1	2	3	4	CS-U-CV	<b>/22</b>
<b>II</b>	<b>1.1</b>	1	2	3	4		
	<b>1.2</b>	1	2	3	4		
	<b>1.3</b>	1	2				
	<b>2.1</b>	1	2	3	4	CS-U-CV	
	<b>2.2</b>	1	2				
	<b>2.3</b>	1	2			CS-U-CV	<b>/18</b>
<b>Total : ..... /40</b>							
<b><u>NOTE</u> : ..... /20</b>							

CS : erreur de chiffres significatifs

U : erreur ou oublis d'unités

CV : erreur e conversion