

**Jeudi 1<sup>er</sup> mars 2018**

---

**PHYSIQUE CHIMIE OBLIGATOIRE + spécialité**  
**corrigé**

---

**DUREE DE L'EPREUVE : 3h 30min**

---

**L'usage des calculatrices ~~en mode examen~~ est autorisé.**

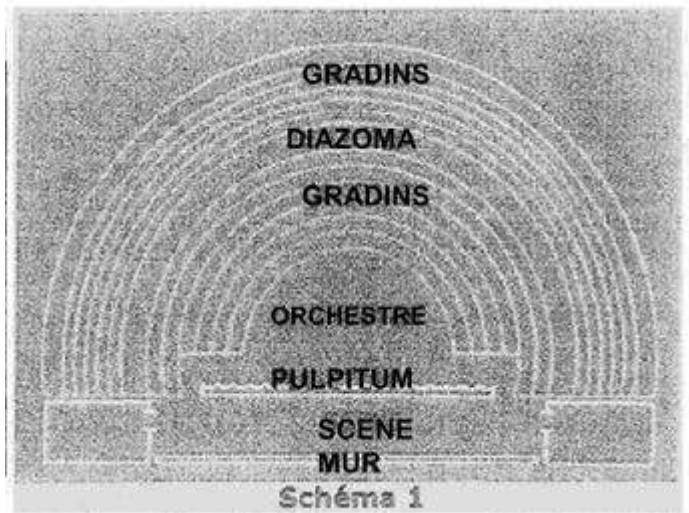
Ce sujet comporte trois exercices présentés sur 12 pages numérotées de 1 à 12.

**L' ANNEXE 2 COMPLETEE AVEC LE NUMERO DE CANDIDAT ET LE NUMERO DE LA**  
**CLASSE**  
**EST À RENDRE AVEC LA COPIE .**

Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres.

- I. Les théâtres antiques (9 points)**
  - II. La vitamine C (6 points)**
  - III. Indicateurs colorés acido-basiques (5 pts)**
- Spé : teneur en sucre d'une orangeade (5 pts)**

## Exercice I : Les théâtres antiques



Le théâtre antique d'Aspendos (50 km d'Antalya, en Turquie) est le mieux conservé de toute l'Asie Mineure. Construit au II<sup>ème</sup> siècle après J.C., sa célébrité est due à son excellent état de conservation, mais aussi à son acoustique remarquable qui, comme l'ensemble des théâtres antiques, révèle la réussite de son architecte. Les spectateurs assis au dernier rang de ce théâtre, doté d'une capacité d'accueil de 15000 personnes, peuvent en effet entendre très distinctement les paroles d'un acteur situé sur la scène à une distance de plusieurs dizaines de mètres !

### Partie A : Généralités

1. Le son est une onde mécanique progressive. Définir le terme souligné. **0,5 pt**

On appelle **onde mécanique progressive**, le phénomène de propagation d'une **perturbation qui se transmet de proche en proche depuis une source, dans un milieu matériel, sans transport (transfert) de matière mais avec transport (transfert) d'énergie.**

**Attention : trois termes et seulement 0,5 pt, s'il en manque 2 sur 3 c'est zéro...**

2. Dans un espace à combien de dimensions se propage une onde sonore ? **0,25 pt**

**L'onde sonore se propage dans l'air dans un espace à trois dimensions.**

### Partie B : Simulation d'un théâtre à l'aide d'une maquette

Cette partie a pour objectif de comprendre comment les architectes ont réussi, par ce type de construction, à obtenir de tels résultats acoustiques

#### 1. Utilisation d'un émetteur ultrasonore

Un émetteur ultrasonore est utilisé pour réaliser cette simulation.

On rappelle les informations suivantes :

- les sons audibles par l'oreille ont une fréquence  $f$  comprise entre 20 Hz et 20 kHz,
- lorsque la fréquence  $f$  est supérieure à 20 kHz, on parle d'ultrasons,
- ordre de grandeur de la célérité des sons émis par la voix et des ultrasons dans l'air dans les conditions habituelles :  $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$ .

- 1.1. Définir en une phrase ce qu'est la longueur d'onde  $\lambda$ . **0,5 pt**

**La longueur d'onde  $\lambda$  est la distance sur laquelle se propage parcourue une onde périodique durant une période  $T$ .**

1.2. Donner la relation existant entre la longueur d'onde  $\lambda$ , la célérité  $v$  et la fréquence  $f$  d'une onde. **0,5 pt**

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

1.2. Dédurre, de ce qui précède, que la longueur d'onde des ultrasons est inférieure à celle des sons moyens de la voix. Justifier précisément la réponse.

**D'après le texte, les célérités des sons et des ultrasons sont égales,  $v_{\text{son}} = v_{\text{us}} = v$**

**On a donc :**  $\lambda_{\text{son}} = \frac{v}{f_{\text{son}}}$  et  $\lambda_{\text{us}} = \frac{v}{f_{\text{us}}}$  **0,25 pt**

**Et les fréquences des sons audibles sont telles que  $20 \text{ Hz} < f_{\text{son}} < 20 \times 10^3 \text{ Hz}$ , tandis que les fréquence des ultrasons :  $f_{\text{us}} > 20 \times 10^3 \text{ Hz}$ .**

**$f_{\text{us}} > f_{\text{son}}$ , donc  $\lambda_{\text{son}} > \lambda_{\text{us}}$**

**Ainsi la longueur d'onde des ultrasons est inférieure à la longueur d'onde moyenne des sons de la voix.** **0,25 pt**

1.4. Justifier alors l'intérêt d'utiliser ce type d'ondes dans le cadre d'une simulation avec une maquette. **0,25 pt**

**Les dimensions de la maquette du théâtre sont réduites. Il faut alors que les longueurs d'onde des sons utilisés soient réduites du même facteur.**

**La relation  $v = \lambda.f$  montre que pour  $v$  constante si  $\lambda$  diminue alors  $f$  augmente. Les fréquences des ultrasons étant supérieures aux fréquences des ondes sonores, on utilise les ultrasons dans le cadre de la simulation avec une maquette.**

## 2. Influence d'un plafond

Les salles de concert couvertes n'ont pas la même acoustique que les théâtres en plein air. On se propose dans cette partie d'étudier l'impact d'un plafond recouvrant totalement la salle de concert sur l'acoustique de cette salle.

Pour cela on utilise une maquette rectangulaire dont le couvercle est amovible.

Une des parois latérales est traversée par un tube, relié comme précédemment à un émetteur ultrasonore. La longueur d'onde du son émis est là encore réduite dans le rapport indiqué par l'échelle de la maquette. Sur la paroi opposée est disposé un microphone (voir **schéma 2** ci-dessous).

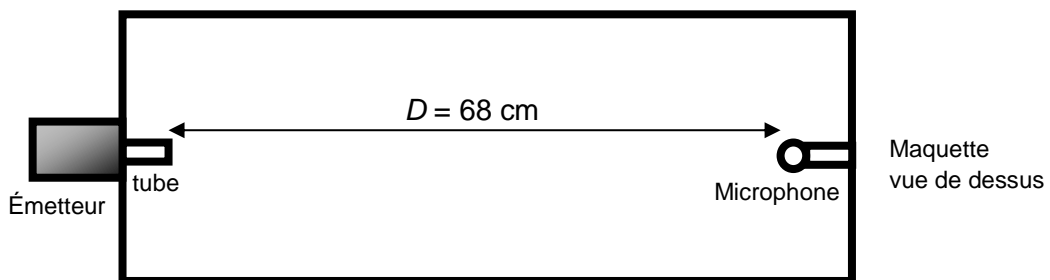


Schéma 2

L'expérience consiste à émettre pendant un temps très court (1 ms), un son bref appelé « TOP » d'émission (au niveau de l'extrémité du tube). Un microphone récepteur est situé à une distance  $D$  du tube.

Un oscilloscope permet d'enregistrer un signal traduisant le son reçu par le microphone, d'abord l'émission arrivant directement, puis tous les échos successifs. **Le TOP arrivant directement sur le microphone est reçu avec un retard  $\tau$  par rapport au TOP émis.**

On réalise 3 expériences :

- Expérience ❶ avec le couvercle
- Expérience ❷ avec un couvercle recouvert de moquette
- Expérience ❸ sans couvercle

Les résultats obtenus sont présentés dans l'**annexe 1 du sujet**.

2.1. À l'aide des données de l'énoncé (la célérité  $v$  des ultrasons dans l'air n'ayant pas changé – voir partie B – 1), évaluer le retard  $\tau$  entre l'émission et la réception du top par le microphone. **0,75 pt**

$$v = \frac{D}{\tau} \quad \text{donc} \quad \tau = \frac{D}{v} = \frac{0,68}{340} = 2,0 \times 10^{-3} \text{ s}$$

2.2. Comparer les résultats des trois expériences en termes d'amortissement de l'écho. **0,5 pt**

**On constate que l'amortissement des échos est plus marqué dans l'expérience 2 (couvercle + moquette) que dans l'expérience 1 (couvercle). L'expérience 3 (sans le couvercle) montre qu'il n'y a quasiment plus d'échos dans le signal reçu, les échos sont très amortis.**

2.3. Parmi les trois expériences, quelle est la situation la plus intéressante d'un point de vue acoustique ? Justifier la réponse. **0,25 pt**

**Plus les échos sont amortis et meilleure est la qualité du son perçu par le spectateur. Ainsi l'absence de couvercle (expérience 3) est plus intéressante d'un point de vue acoustique.**

2.4. Justifier alors que le plafond des salles de concert est toujours recouvert de dalles alvéolées constituées d'un matériau très absorbant. **0,25 pt**

**Les plafonds des salles de concert sont recouverts de dalles alvéolées (les alvéoles sont censées reproduire l'absence de couvercle évoquée précédemment) absorbantes afin de diminuer l'amplitude des échos sur le plafond.**

### 3. Rôle du mur : simulation à l'aide d'une cuve à ondes

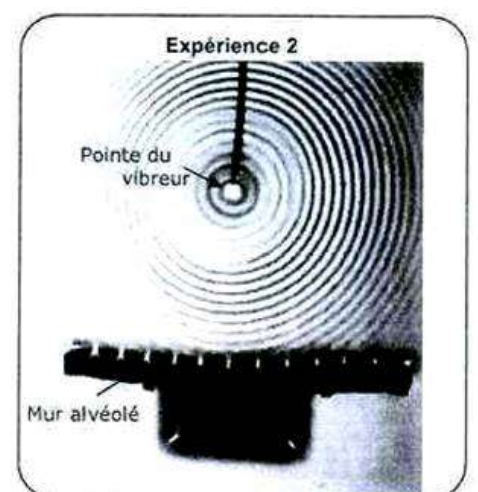
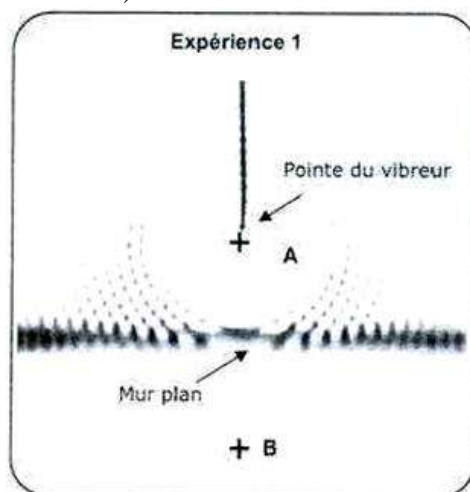
La propagation des ondes et leur comportement quand elles rencontrent une surface réfléchissante peuvent être assez bien matérialisés au moyen d'une cuve à ondes.

Un vibreur muni d'une pointe, frappe verticalement, avec une fréquence connue, la surface de l'eau contenue dans une cuve à ondes.

**Expérience 1 :** On réalise l'expérience en plaçant un mur plan sur lequel viennent se propager les fronts d'onde successifs. On constate la présence d'échos. Tout se passe comme s'il y avait une deuxième source. (L'aspect en pointillés de la surface du liquide traduit la superposition des deux ondes, incidente et réfléchi)

**Expérience 2 :** On utilise cette fois-ci un mur alvéolé.

On obtient les images ci-après (vues de dessus) :



Une image agrandie de l'expérience 2 (cliché) est représentée en ANNEXE 1

3.1. Les ondes créées par le vibreur à la surface de l'eau sont-elles longitudinales ou bien transversales ? Justifier.

**Les ondes créées à la surface de l'eau sont transversales (0,25 pt) car la direction de la perturbation (verticale) est perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde (horizontale). (0,25 pt)**

3.2. Dans le cas de l'expérience 1, l'onde émise au point A rencontre le mur plan ce qui génère une onde réfléchie qui semble provenir de B, symétrique de A par rapport au plan formé par le mur.

*Celle-ci se superpose alors à l'onde incidente issue de A.*

En comparant les images de deux expériences, expliquez en quoi un mur plan est gênant pour la réception sonore dans les gradins. **0,25 pt**

**Les vaguelettes à la surface de la cuve sont moins visibles lors de l'expérience 1 (mur plan) que lors de l'expérience 2 (mur plan alvéolé). On peut penser qu'elles possèdent une plus faible amplitude. Ainsi, l'intensité des ondes sonores reçues par les spectateurs dans les gradins, est plus faible avec un mur plan qu'avec un mur alvéolé.**

**La cause physique de ce résultat : des interférences entre onde incidente et onde réfléchie.**

**Une réponse partant de la notion d'interférence et l'utilisant de manière cohérente méritera tous les points.**

3.3. A l'aide du cliché reproduit en annexe et en tenant compte de l'échelle du document, déterminer, le plus précisément possible, la valeur de la longueur d'onde  $\lambda$  en expliquant brièvement la méthode employée.

**« le plus précisément possible » indique qu'il va falloir procéder à une mesure sur une distance la plus grande possible afin de minimiser l'effet de l'erreur de lecture (afin de minimiser l'incertitude relative, correspondant à la mesure de distance). On mesurera donc un grand nombre de longueurs d'onde (une longueur d'onde correspondant à la distance entre les milieux de deux zones sombres (ou claires) successives).**

**Mesure de 7 longueurs d'ondes :  $7\lambda = 2,5 \text{ cm}$  0,25 pt**

**Echelle maîtrisée : 2,5 cm sur le cliché correspondent à 10 cm réels 0,25 pt**

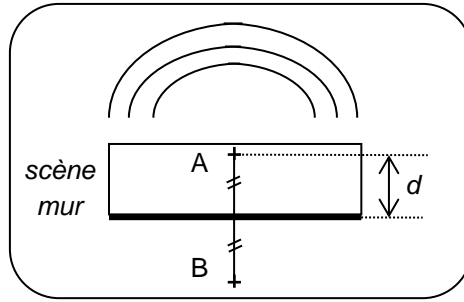
$$\lambda = \frac{2,5}{7} \times \frac{10}{2,5} = 1,4 \text{ cm} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

3.4. En analysant les expériences 1 et 2, justifier la forme du pulpitem (voir schéma 1 de l'énoncé) ainsi que la présence de niches et de colonnes dans le mur des théâtres antiques.

**Le pulpitem est alvéolé du côté de l'orchestre grâce à la présence des niches et des colonnes. Le son de l'orchestre est bien amorti par le pulpitem et il y aura peu d'échos en direction du public qui ainsi ne sera pas gêné (= expérience 2). 0,25 pt**

**Du côté de la scène, le pulpitem est plan. Dès lors, les sons de l'orchestre réfléchis par le mur situé derrière la scène sont peu amortis (et donc renvoyés vers le mur et peu transmis vers le public) par la face plane du pulpitem (= expérience 1). Comme la scène est peu profonde, les échos générés ne seront pas gênants pour les interprètes se trouvant sur la scène (voir questions suivantes). 0,25 pt**

3.5. Les ondes réfléchies par le mur ne pouvant être totalement évitées, l'essentiel est que tous ces échos n'arrivent pas avec un trop grand retard. En effet, ce sont les consonnes qui forment l'armature de la parole. Leur durée d'émission est très courte de l'ordre de 1/25 seconde. Pour qu'elles ne se juxtaposent pas, il faut que leur écho arrive avant la fin de leur émission.



3.5.1. Si l'orateur est placé en A, à une distance  $d$  du mur formant le fond de la scène, exprimer la distance  $AB$  en fonction de  $d$ . **0,25 pt**

**B étant le symétrique de A par rapport au mur, on a :  $AB = 2d$ .**

3.5.2. En déduire l'expression en fonction de  $d$  et de  $v$  du retard  $\Delta t$  entre l'onde sonore émise par l'orateur au point A et l'onde réfléchi par le mur dans la même direction que l'onde incidente provenant de A et qui semble issue du point B.

$$2d = v\Delta t, \text{ donc } \Delta t = \frac{2d}{v} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

3.5.3. En utilisant les informations du texte d'introduction de la question 3.5, déterminer la profondeur maximale  $d_{\max}$ , de la scène qui permet à la parole de rester nettement compréhensible. *Pour faciliter le calcul numérique, on considèrera une célérité des ondes sonores égale à  $350 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .* **0,5 pt**

**On doit avoir  $\Delta t < 1/25 \text{ s}$ , soit  $\frac{2d}{v} < 0,04$  ce qui mène (avec  $v$  prise égale à  $350 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) à  $d < 7,0 \text{ m}$ .**

**C'est cohérent avec la profondeur de scène évoquée dans l'énoncé (de l'exercice d'origine) :  $6,6 \text{ m}$ .**

### Partie C : mesures de niveau acoustique.

Le théâtre antique d'Aspendos donne une représentation :  
CAVALLERIA RUSTICANA Opéra de P. Mascagni



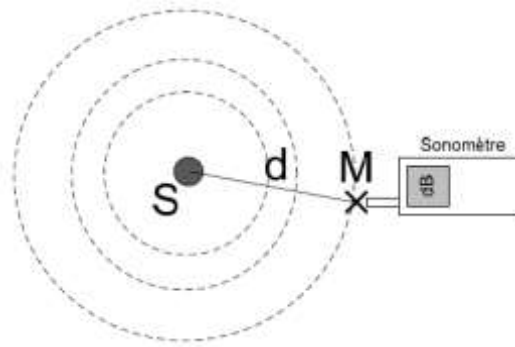
Le chanteur sur scène est situé à  $30 \text{ m}$  d'un spectateur M. La puissance acoustique du chanteur est de  $P_A = 5,0 \cdot 10^{-1} \text{ W}$ . On considère que le son perçu par M est uniquement le son direct.

4.1 Calculer l'intensité acoustique  $I_{1M}$  reçue par le spectateur M de la part du chanteur si on fait l'approximation que le chanteur est une source sonore isotrope.

#### Document : L'intensité sonore d'une source isotrope

Pour une source isotrope (c'est-à-dire émettant la même énergie dans toutes les directions) de puissance  $P$ , l'intensité sonore / au point M dépend de la distance  $d$  à la source et s'exprime de la façon suivante :

$$I = \frac{P}{4\pi d^2} \quad \text{avec } I \text{ en } \text{W}\cdot\text{m}^{-2}; P \text{ en } \text{W}; d \text{ en } \text{m}$$



$$I_{1M} = \frac{P}{4\pi d^2} = \frac{0,50}{4\pi \times 30^2} = 4,4 \times 10^{-5} \text{ W.m}^{-2}$$

0,5 pt

4.2 En déduire le niveau acoustique  $L_1$  perçu par le spectateur M. 0,5 pt

$$L_1 = 10 \times \log\left(\frac{I_{1M}}{I_0}\right) = 76 \text{ dB}$$

4.3 Le chanteur sur scène est rejoint par une chanteuse qui émet un son dont l'intensité acoustique en M est  $I_{2M} = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ W.m}^{-2}$ . Calculer le niveau acoustique  $L_{12}$  perçu par le spectateur M lorsque les deux chanteurs interviennent en même temps. 0,75 pt

**Ce sont les intensités sonores qui s'ajoutent. On reçoit donc en M :**

$$I_{\text{tot}} = I_{1M} + I_{2M} = 4,9 \times 10^{-5} \text{ W.m}^{-2}$$

$$\text{Soit un niveau sonore } L_{\text{tot}} = 10 \times \log\left(\frac{I_{\text{tot}}}{I_0}\right) = 77 \text{ dB}$$

Donnée pour la partie C : intensité acoustique de référence  $I_0 = 1,0 \cdot 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ .



## Exercice II : La vitamine C (6 pts)

La vitamine C est une espèce chimique hydrosoluble, dotée de propriétés antioxydantes. L'organisme humain la puise dans les aliments tels que les fruits et légumes. Une carence prolongée provoque des pathologies qui conduisent le médecin à prescrire un complément sous forme de comprimés.

Dans cet exercice, on étudie la molécule de vitamine C dans une première partie, puis on vérifie l'indication apposée sur l'emballage d'une boîte de comprimés de vitamine C dans le cadre d'un contrôle.

### Extrait de l'emballage de la boîte de comprimés de vitamine C

La vitamine C est commercialisée sous forme de comprimés à croquer. Composition d'un comprimé de « Vitamine C UPSA® » :

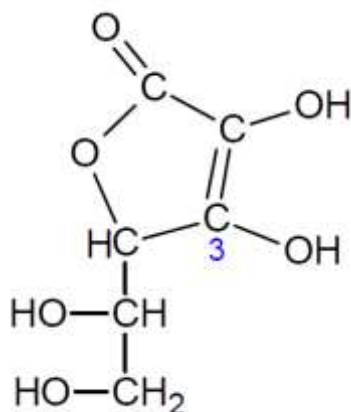
- Acide ascorbique : 250 mg
- Ascorbate de sodium : 285 mg
- Excipients : sucres, arômes artificiels

### Données :

- l'acide ascorbique, de formule brute  $C_6H_8O_6$  sera noté HA et sa base conjuguée  $A^-$  ;
- $pK_A(HA/A^-) = 4,1$  à  $37^\circ C$  ;
- masse molaire de l'acide ascorbique  $M = 176,1 \text{ g.mol}^{-1}$  ;
- masse molaire de l'ascorbate de sodium  $M = 198,1 \text{ g.mol}^{-1}$  ;
- conductivités molaires ioniques à  $25^\circ C$  :  
 $\lambda(Na^+) = 5,01 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$  ;  $\lambda(HO^-) = 19,9 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$  ;  $\lambda(A^-) = 3,42 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$  ;
- pH de l'estomac environ égal à 1,5 ;
- pH de la salive compris entre 5,5 et 6,1.

### 1 . Étude de la molécule de l'acide ascorbique

La molécule d'acide ascorbique est représentée ci-dessous :





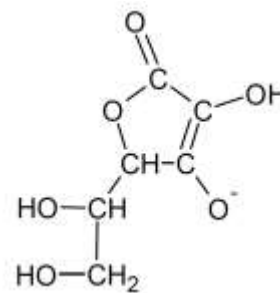
1.1 Les propriétés acido-basiques de cette molécule sont dues à l'hydrogène porté par l'oxygène du groupe caractéristique associé à l'atome de carbone en position 3. Représenter l'ion ascorbate, base conjuguée de l'acide ascorbique.

**Considérant l'arrachage de  $H^+$  sur le groupe clairement désigné par l'éno!**

Un - OH devient un -  $O^-$  : 0,25

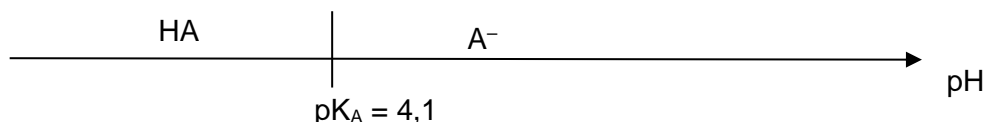
La bonne formule : 0,25

(si bonne formule direct sans justification : 0,5 pt, bien sûr)



1.2 Sous quelle forme la substance active ingérée lors de la prise du comprimé de vitamine C se trouve-t-elle sur la langue ? Dans l'estomac ? Justifier par une méthode de votre choix. **0,75 pt**

**Diagramme de prédominance du couple acide ascorbique HA / ion ascorbate  $A^-$  :**



**Ainsi, sur la langue ( $5,5 < pH < 6,1$ ), c'est l'ion ascorbate qui prédomine.**

**Dans l'estomac ( $pH \approx 1,5$ ), c'est l'acide ascorbique qui prédomine.**

**Si réponse incomplète : 0,25 pt par réponse juste, 0,25 si évocation cohérente (ou présentation comme ci-dessus) du diagramme de prédo.**

## 2. Vérification de la masse d'acide ascorbique dans un comprimé

On souhaite vérifier l'indication portée sur la boîte concernant la masse d'acide ascorbique présente dans un comprimé, à l'aide d'un titrage acidobasique suivi par conductimétrie.

Une solution aqueuse  $S_A$  de volume  $V = 200,0$  mL est préparée à partir d'un comprimé entier.

On prélève un volume  $V_A = (20,0 \pm 0,1)$  mL de la solution aqueuse  $S_A$  que l'on titre par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ( $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ ). La réaction de titrage a lieu avec les molécules d'acide ascorbique et on admettra qu'aucune réaction n'a lieu avec l'ascorbate de sodium initialement présent.

2.1. Rédiger le protocole de préparation de la solution aqueuse  $S_A$ . **0,5 pt**

**Il s'agit du protocole d'une dissolution :**

- Dans un mortier, broyer un comprimé de vitamine C. (\*)
- À l'aide d'un entonnoir (\*), verser la poudre dans une fiole jaugée de 200,0 mL.
- Rincer le mortier et l'entonnoir à l'eau distillée et récupérer les eaux de rinçage pour n'avoir aucune perte.
- Verser de l'eau distillée jusqu'aux 2/3 du trait de jauge, boucher et agiter jusqu'à dissolution complète.
- Compléter la fiole jaugée jusqu'au trait de jauge.
- Boucher et agiter.

**Pour le début, si on a : « transférer quantitativement un comprimé de vitamine C dans une fiole jaugée de 200,0 mL » c'est très bien aussi. Je ne sanctionnerai pas de 0,25 s'il n'y a pas « mortier », « broyer », « entonnoir » et les rinçages qui vont avec... Dans ces conditions, il faudrait ajouter : « après avoir ajusté, essuyer les parois de la fiole jaugée au-dessus du trait avant d'homogénéiser une dernière fois... »**

D'où à mon avis une réponse attendue plus simple :

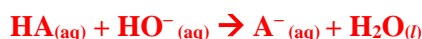
- Transfert quantitatif
- Remplissage aux 2/3 et dissolution totale
- Ajustage au trait

Un oubli 0,25 (à deux oublis ça fait 0)

2.2. Écrire l'équation de la réaction support du titrage. **0,25 pt**

*Le réactif titré est l'acide ascorbique HA (acide), le réactif titrant est HO<sup>-</sup> (base présente dans la solution d'hydroxyde de sodium).*

**L'équation de la réaction acido-basique support de titrage est :**



**Bien entendu, accorder les points si la réaction juste est balancée directement sans aucune explication.**

2.3. Au laboratoire, on dispose d'une solution aqueuse étalonnée d'hydroxyde de sodium de concentration molaire  $C_B = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$ . On souhaite obtenir un volume  $V_E$  à l'équivalence proche de 10 mL. La solution aqueuse d'hydroxyde de sodium disponible au laboratoire convient-elle ? Si non, que peut-on faire pour obtenir l'ordre de grandeur du volume à l'équivalence souhaité ?

**À l'équivalence, le réactif titré HA et le réactif titrant HO<sup>-</sup> ont été introduits dans les proportions**

**stoechiométriques de l'équation de titrage, soit :**  $\frac{n(\text{HA})_{\text{titré}}}{1} = \frac{n(\text{HO}^{-})_{\text{versé}}}{1}$  **0,25 pt**

**Le volume  $V = 200 \text{ mL}$  de solution A contient un comprimé entier d'acide ascorbique HA soit une masse**

**$m(\text{HA})_{\text{dissous}}$ , donc le volume  $V_A = 20,0 \text{ mL} = \frac{V}{10}$  de solution titrée contient  $\frac{m(\text{HA})_{\text{dissous}}}{10}$ . **0,25 pt****

$$\text{Ainsi } n(\text{HA})_{\text{titré}} = \frac{\frac{m(\text{HA})_{\text{dissous}}}{10}}{M(\text{HA})} = \frac{m(\text{HA})_{\text{dissous}}}{10 \cdot M(\text{HA})}$$

$$\frac{m(\text{HA})_{\text{dissous}}}{10 \cdot M(\text{HA})} = n(\text{HO}^{-})_{\text{versé}}$$

$$\frac{m(\text{HA})_{\text{dissous}}}{10 \cdot M(\text{HA})} = C_B \cdot V_E$$

$$\text{Finalement : } V_E = \frac{m(\text{HA})_{\text{dissous}}}{10 \cdot M(\text{HA}) \cdot C_B}$$

**L'emballage indique la masse d'acide ascorbique  $m(\text{HA}) = 250 \text{ mg}$ .**

$$V_E = \frac{250 \times 10^{-3}}{10 \times 176,1 \times 0,100} = 1,42 \times 10^{-3} \text{ L} = 1,42 \text{ mL}, \quad \text{0,25 pt}$$

**ce volume versé à l'équivalence est trop faible. La solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire  $C_B = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$  ne convient pas.**

**Pour augmenter  $V_E$ , il faut diminuer  $C_B$  (avec m et M constantes). La solution disponible au laboratoire est trop concentrée.**

**Pour obtenir un volume équivalent de l'ordre de  $V_E \approx 10 \text{ mL}$ , il faut diluer la solution titrante environ d'un facteur 10. Alors  $V_E$  sera égal à 14,2 mL. **0,25 pt****

**(On peut remarquer ensuite qu'à la question 2.5.,  $C_B = 1,50 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  elle a été divisée par environ 7).**

2.4. Parmi les quatre graphiques présentés en haut de la page suivante, un seul représente l'allure de l'évolution de la conductivité  $\sigma$  du mélange en fonction du volume  $V$  de solution d'hydroxyde de sodium versé lors de ce titrage.

On rappelle que dans une solution contenant différents ions aux concentrations respectives  $c_1, c_2, \dots, c_i$  et caractérisés par des conductivités molaires  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_i$ , La conductivité  $\sigma$  du milieu s'exprime sous la forme :

$$\sigma = \lambda_1 \times c_1 + \lambda_2 \times c_2 + \dots + \lambda_i \times c_i$$

2.4.1. Situation 1 : donner l'expression la conductivité du milieu réactionnel en fonction de l'avancement de la réaction avant l'équivalence. **0,25 pt**

**Appelons  $n_A$  la quantité de matière de HA initialement apporté**

**Considérons le volume total de solution, noté  $V_s$ , comme constant (on néglige l'effet de dilution occasionné par l'ajout de réactif titrant).**

**La conductivité initiale peut s'écrire (si on choisit de considérer uniquement les espèces impliquées dans le dosage, réaction et procédé) :  $\sigma = 0$**

**Avant l'équivalence on aura apporté  $n_B < n_A$  mol de  $\text{HO}^-$  et de  $\text{Na}^+$ .**

**Une fois la réaction terminée avant l'équivalence, on a :**

$$\sigma = (\lambda_{\text{Na}^+} \times n_B + \lambda_{\text{A}^-} \times n_B) \times \frac{1}{V_s} \quad (1)$$

**En cours de réaction, selon la question problématiquement posée, il faut le reconnaître, cela donnerait :**

$$\sigma = (\lambda_{\text{Na}^+} \times n_B + \lambda_{\text{HO}^-} \times (n_B - x) + \lambda_{\text{A}^-} \times x) \times \frac{1}{V_s} \text{ et cela n'a aucun intérêt ? (*)}$$

2.4.2 Situation 2 : donner l'expression de la conductivité du milieu réactionnel en fonction de l'avancement de la réaction après l'équivalence. **0,25 pt**

**Après l'équivalence on aura apporté  $n_B > n_A$  mol de  $\text{HO}^-$  et de  $\text{Na}^+$ .**

**Une fois la réaction terminée, on aura :**

$$\sigma = (\lambda_{\text{Na}^+} \times n_B + \lambda_{\text{A}^-} \times n_A + \lambda_{\text{HO}^-} \times (n_B - n_A)) \times \frac{1}{V_s} \quad (2)$$

**En cours de réaction, selon la question problématiquement posée, il faut le reconnaître, cela donnerait :**

$$\sigma = (\lambda_{\text{Na}^+} \times n_B + \lambda_{\text{HO}^-} \times (n_B - x) + \lambda_{\text{A}^-} \times x) \times \frac{1}{V_s} \text{ et cela n'a aucun intérêt ? (*)}$$

**(\*) : L'intérêt (oui, c'est un intérêt contestable et les questions étaient mal posées) est de constater que si on se situe « en cours de réaction » ( $x < x_{\text{max}}$ ), on tombe sur la même expression avant ou après l'équivalence. Ce qui doit nous mener à chercher comment différencier les deux situations : en nous plaçant à  $x = x_{\text{max}}$ .**

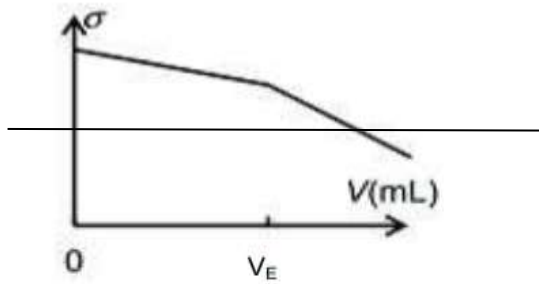
2.4.3 En déduire (on justifiera la réponse) lequel des quatre graphiques représente l'allure de l'évolution de la conductivité  $\sigma$  du mélange en fonction du volume  $V$  de solution d'hydroxyde de sodium versé lors de ce titrage.

**A partir de l'expression (1), on peut donc conclure que,  $n_B$  augmentant lorsque l'on passe de l'état initial à l'équivalence, la conductivité va augmenter.**

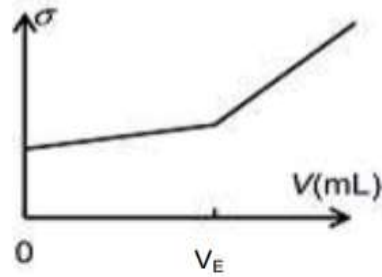
**A partir de l'expression (2), on peut donc conclure que,  $n_B$  augmentant lorsque l'on passe de l'état initial à l'équivalence, la conductivité va augmenter. Mais si on y regarde de plus près, on remarque que la conductivité augment maintenant plus fort à cause d'une augmentation de la quantité d' $\text{HO}^-$ , beaucoup plus conducteurs (à la place d'une augmentation de la quantité de  $\text{A}^-$  avant l'équivalence).**

**DONC : CHOIX COURBE 2**

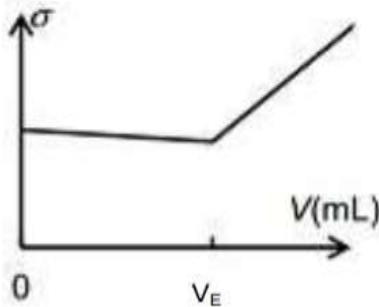
**0,75 pt**



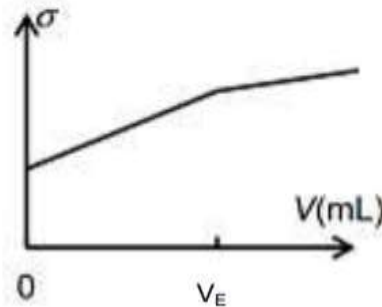
Représentation 1



Représentation 2



Représentation 3



Représentation 4

2.5. Avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$ ) de concentration molaire  $C_B = (1,50 \pm 0,02) \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , le volume versé à l'équivalence vaut  $(9,3 \pm 0,2) \text{ mL}$ . On en déduit que la masse expérimentale d'acide ascorbique du comprimé est égale à 245 mg.

2.5.1. Déterminer l'incertitude relative  $\frac{U(m_{\text{exp}})}{m_{\text{exp}}}$  dont on admet que, dans les conditions de l'expérience, la valeur est donnée par la relation :

$$\left( \frac{U(m_{\text{exp}})}{m_{\text{exp}}} \right)^2 = \left( \frac{U(V_E)}{V_E} \right)^2 + \left( \frac{U(C_B)}{C_B} \right)^2$$

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

$$U(m_{\text{exp}})/m_{\text{exp}} = \sqrt{(0,2/9,3)^2 + (0,02/1,5)^2} = 0,0253 = 2,5 \%$$

0,25 pt

2.5.2. Le résultat expérimental est-il en accord avec la mention portée sur la boîte de comprimés de vitamine C ? Interpréter l'écart éventuellement obtenu.

**D'après la question précédente, l'incertitude vaut donc :  $U(m_{\text{exp}}) = 0,0253 \times m_{\text{exp}} = 6,199 \text{ mg} \approx 7 \text{ mg}$  0,25 pt**  
*(En général pour l'incertitude on ne conserve qu'un seul chiffre significatif et on arrondit par excès)*

**On a donc  $m_{\text{exp}} = 245 \pm 7 \text{ mg}$  0,25 pt**

**Ce résultat est bien conforme à l'indication du fabricant (250 mg) car celle-ci est comprise dans l'intervalle de confiance [238 ; 252] 0,25 pt**

*Rq : 2 CS sont tolérés sur la valeur d'une incertitude mais ici la valeur de  $m_{\text{exp}}$  est précise au mg près donc on ne peut pas écrire  $m_{\text{exp}} = 245 \pm 6,3 \text{ mg}$  car l'incertitude serait plus précise que la valeur de  $m_{\text{exp}}$ .*

**Interprétation de l'écart : (une interprétation cohérente : 0,25 pt)**

- Perte de solide lors du broyage dans le mortier et du transvasement dans la fiole jaugée,
- Trait de jauge de la fiole jaugée mal repéré,
- Erreur sur la concentration  $C_B$  de la solution titrante,
- Erreur lors du prélèvement  $V_A$  (2 traits de jauge)
- Imprécision lors de la détermination du volume équivalent  $V_E$ .

### 3. Vérification de la masse d'ion ascorbate dans un comprimé

3.1. Pour vérifier par titrage la masse d'ascorbate de sodium contenue dans un comprimé, que faut-il choisir comme réactif titrant ?

A - une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$ ) ;

B - une solution aqueuse d'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ );

C - une solution aqueuse de chlorure de sodium ( $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ ).

Choisir la ou les propositions exactes en justifiant votre choix. **0,25 pt**

**L'ion ascorbate étant une base, on peut réaliser un titrage avec un acide fort : seul l'acide chlorhydrique peut être utilisé comme réactif titrant ici.**

3.2. La masse d'ascorbate de sodium trouvée après titrage correspond à celle indiquée sur l'emballage. L'étiquette précise également que la masse totale des deux espèces conjuguées est équivalente à 500 mg d'acide ascorbique. Vérifier cette information par un calcul.

**La quantité d'ion ascorbate est** 
$$n(\text{A}^-) = \frac{m(\text{A}^-)}{M(\text{A}^-)} = \frac{m(\text{NaA})}{M(\text{NaA})}$$

**(ne pas oublier de considérer l'ascorbate de sodium, forme présente dans le comprimé)**

$$n(\text{A}^-) = \frac{285 \times 10^{-3}}{198,1} = 1,44 \times 10^{-3} \text{ mol d'ions ascorbate.}$$

**Dans l'estomac, l'ion ascorbate se transforme en acide ascorbique donc une mole d'ions ascorbate conduit à la formation d'une mole d'acide ascorbique :  $n(\text{A}^-) = n(\text{HA})$**

**Soit une masse d'acide ascorbique  $m(\text{HA}) = n(\text{A}^-) \cdot M(\text{HA})$**

$$m(\text{HA}) = \frac{285 \times 10^{-3}}{198,1} \times 176,1 = 0,253 \text{ g} = 253 \text{ mg}$$

**En rajoutant cette masse à celle de l'acide ascorbique déjà présente dans un comprimé ( $245 \pm 7$  mg), on arrive bien à (environ) 500 mg d'acide ascorbique ( $498 \pm 7$  mg, mais il n'y a pas eu de discussion autour de l'incertitude sur la valeur de  $n_A$ ).**

### Exercice III : Indicateurs colorés acido-basiques (5 pts)

#### 1. Le chou rouge, un des premiers indicateurs colorés acido-basiques

Les réponses aux questions 1.1 et 1.2 doivent être réalisées à partir d'informations données dans le texte ci-dessous et de connaissances personnelles.

La première utilisation d'un indicateur coloré pour les titrages acido-basiques remonte à 1767 par W. Lewis. Il employait un extrait de tournesol.

On utilisait à l'époque des extraits de plantes qui changent de couleur avec l'acidité du milieu, les plus connus étant l'artichaut, la betterave rouge et surtout le chou rouge, de loin l'extrait le plus intéressant car sa couleur change nettement suivant la valeur du pH :

pH	0 à 3	4 à 6	7 à 8	9 à 12	13 à 14
Couleur de la solution de chou rouge	Rouge	Violet	Bleu	Vert	Jaune

La cuisson du chou rouge peut réserver des surprises: chou rouge et eau de cuisson deviennent rapidement bleus. Pour rendre au chou sa couleur violette, on peut ajouter un filet de citron ou du vinaigre.

Après avoir égoutté le chou, une autre modification de couleur peut surprendre le cuisinier: versée dans un évier contenant un détergent, l'eau de cuisson devient verte.

1.1. Donner la propriété essentielle d'un indicateur coloré acido-basique.

**Change de couleur selon le pH du milieu dans lequel il se trouve** 0,25 pt

1.2. Préciser le caractère acide ou basique du vinaigre et du détergent.

**Vinaigre acide : il donne au jus de chou rouge une couleur violette, traduisant un pH entre 4 et 6, soit inférieur à 7.** 0,25 pt

**Détergent basique : il donne au jus de chou rouge une couleur verte, traduisant un pH entre 9 et 12, soit supérieur à 7.** 0,25 pt

#### 2. Des indicateurs colorés pour les titrages.

De nos jours, les indicateurs colorés sont toujours largement utilisés pour les titrages. Ils permettent en particulier de détecter le saut de pH correspondant à l'équivalence d'une réaction acide-base.

Dans la suite de l'exercice, on s'intéresse au titrage de l'acide éthanoïque de formule  $\text{CH}_3\text{-CO}_2\text{H}$  contenu dans un vinaigre commercial incolore dont l'étiquette indique « 6,6 % ».

La base conjuguée de l'acide éthanoïque est l'ion éthanoate  $\text{CH}_3\text{-CO}_2^-$ .

Les conditions du titrage font l'objet de la question 2.1, le titrage sera d'abord réalisé grâce à un suivi pH-métrique (question 2.2) puis à l'aide d'un indicateur coloré (question 2.4).

##### 2.1 Mise en œuvre du titrage

Le vinaigre commercial étant trop concentré pour être titré par la solution d'hydroxyde de sodium disponible au laboratoire, on le dilue dix fois, c'est-à-dire que l'on souhaite diviser sa concentration en acide éthanoïque par 10.

On titre alors un volume  $V_A = 10,0$  mL de la solution diluée de vinaigre par une solution de soude ( $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$  +  $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$ ) de concentration molaire  $c_B = 1,0 \times 10^{-1}$  mol.L<sup>-1</sup>.

On ajoute une quantité suffisante d'eau déminéralisée volume afin d'immerger l'électrode du pH-mètre après agitation.

2.1.1 Avec quelle verrerie a-t-on prélevé le volume  $V_A$  ?

**Prélèvement précis indispensable : pipette jaugée de 10 mL (accepter pipette graduée)** 0,25 pt

2.1.2 Réaliser un schéma annoté du dispositif de titrage **0,75 pt**

**Bécher/burette/agitation/pHmètre**

**Nature de la solution titrée bien désignée, indication du volume de solution titrée**

**Nature de la solution titrante bien désignée, indication de la concentration de solution titrante**

**Cela fait 4 items matériel + 4 items « solution »**

**Si aucune indication de volume et concentration : - 0,25 pt (si un seul oublié : ne pas enlever de point)**

**Si le contenu n'est pas désigné (burette ou bécher) : - 0,25 pt**

**Si un matériel manque, enlever 0,25 pt**

2.1.3 Écrire l'équation associée à la réaction de titrage.



2.2 Détermination par titrage de la concentration molaire en acide éthanoïque apporté du vinaigre.

Le suivi pH-métrique de la transformation permet de construire, sur le même graphe (**fourni en annexe 2 à rendre avec la copie**) la courbe donnant l'évolution du pH du milieu réactionnel en fonction du volume de soude versé, ainsi que la courbe donnant l'évolution de la valeur de la dérivée du pH par rapport à  $V_B$  en fonction de  $V_B$  (trait plus épais).

2.2.1 Déterminer graphiquement sur **l'ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE** le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence. Préciser la démarche utilisée.

**0,75 pt dont : 0,25 pt pour le soin, 0,25 pt pour le choix cohérent d'une méthode et 0,25 pt pour la valeur trouvée : 10 mL**

2.2.2 Déterminer la valeur de la concentration molaire en acide éthanoïque apporté  $c_A$  dans le vinaigre dilué et en déduire la valeur de la concentration molaire en acide éthanoïque apporté  $c_0$  dans le vinaigre commercial.

**0,25 pt pour la relation**

$$c_A V_A = c_B V_{BE}$$

**0,25 pt pour la valeur de  $c_A$**

$$c_A = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

**0,25 pt pour la valeur de  $c_0$**

$$c_0 = 10 \times c_A = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$$

2.2.3 L'indication « 6,6 % » sur l'étiquette de la bouteille de vinaigre commercial représente le pourcentage massique d'acide éthanoïque dans le vinaigre.

**Donnée oubliée : densité du vinaigre prise égale à 1**

i. Vérifier que l'indication de l'étiquette correspond à une concentration molaire  $c = 1,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

**Le calcul mène à  $1,1 \text{ mol.L}^{-1}$  0,25 pt**

ii. Calculer l'écart relatif entre l'indication de l'étiquette et la concentration déterminée à l'issue du dosage.

**0,1/1 et 0,1/1,1 acceptés (ainsi que 1/1,05) : entre 10 % et 9,1 %, donc 0,25 pt**

$$\text{Masse molaire de l'acide éthanoïque : } M = 60 \text{ g.mol}^{-1}.$$

### 3 Retour à un protocole historique...

On sait de nos jours que l'on peut considérer un indicateur coloré acido-basique comme un couple acide/base noté  $\text{InH}_{(\text{aq})}/\text{In}^-_{(\text{aq})}$  tel que les deux espèces  $\text{InH}_{(\text{aq})}$  et  $\text{In}^-_{(\text{aq})}$  n'ont pas la même couleur.

Chaque indicateur coloré, comme tout couple acide/base, est caractérisé par son  $\text{pK}_A$  dont la valeur indique à peu près le centre de ce que l'on appelle la zone de virage (de changement de couleur) de l'indicateur.

On donne dans le tableau qui suit les  $\text{pK}_A$  à 25°C et les couleurs d'indicateurs colorés historiques (déjà utilisés au 18<sup>ème</sup> siècle) à base d'artichaut d'une part et de betterave rouge d'autre part :



	<i>Artichaut</i>	<i>Betterave rouge</i>
$pK_A$	7,5	11,5
Teinte pour $InH_{(aq)}$ dominant	<i>incolore</i>	<i>rouge</i>
Teinte pour $In^{-}_{(aq)}$ dominant	<i>jaune</i>	<i>jaune</i>

On souhaite à nouveau procéder au dosage par titrage de la solution d'acide éthanoïque précédente (solution aqueuse de concentration  $c_A$  correspondant au vinaigre blanc dilué 10 fois), mais le pH-mètre est en panne !

Comment procéder sachant que l'on dispose d'un artichaut et d'une betterave rouge dans le réfrigérateur du laboratoire ?

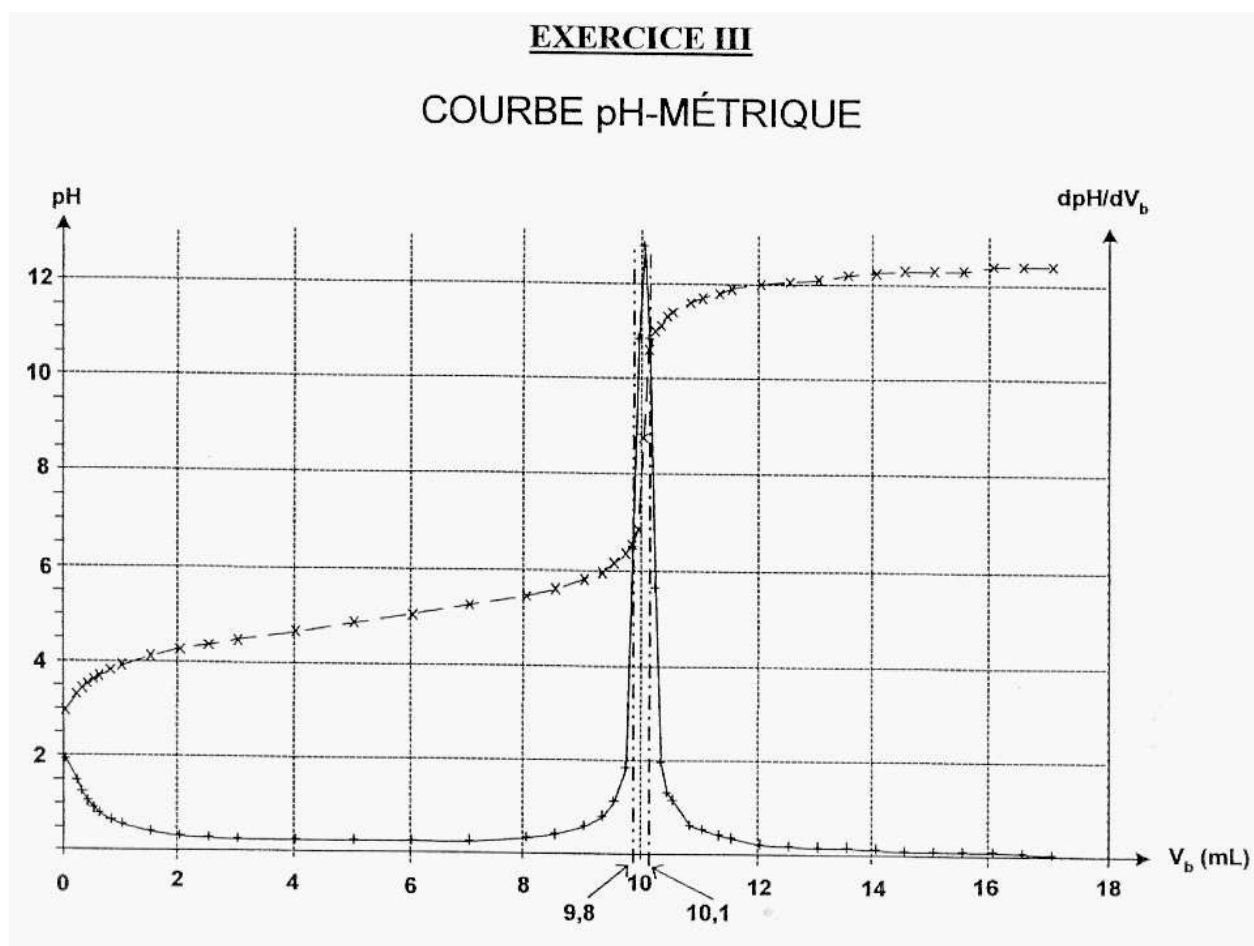
(On justifiera soigneusement toutes les propositions, expérimentales ou théoriques)

**1 point :**

- 0,25 pt pour rappeler que l'indicateur sera adapté si sa zone de virage est dans le saut ou, encore mieux, si le pH à l'équivalence est aux alentours de sa zone de virage, c'est à dire de son  $pK_A$ .
- 0,25 pt pour identifier un saut net (vertical) de pH entre 7 et 10,5.
- 0,25 pt pour choisir le jus d'artichaut.
- 0,25 pt pour indiquer que l'on repèrera l'équivalence par un passage de l'incolore au jaune, ce qui est une manière de valider aussi que l'élève a compris qu'au dessus du  $pK_A$  c'est le domaine de  $In^{-}_{(aq)}$  et au-dessous c'est celui de  $InH_{(aq)}$ .

En fait, ce n'est pas évident... Donc si un élève se trompe d'indicateur mais argumente de manière cohérente, puis qu'il désigne le bon changement de couleur, on pourra lui accorder tous les points.

*Annexe 2 (exercice III) à rendre avec la copie*



### EXERCICE III (spécialité) : Teneur en sucre d'une orangeade

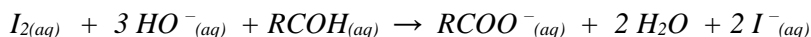
On désire déterminer la masse de glucose contenue dans un litre d'orangeade.

Donnée : masse molaire moléculaire du glucose :  $M_G = 180 \text{ g.mol}^{-1}$

#### **Doc 1 : Réaction entre le glucose et le diiode**

Le glucose  $G$  (que l'on notera  $\text{RCOH}$ ) peut réagir avec le diiode  $\text{I}_2$ . Il se forme alors des ions iodure  $\text{I}^-_{(\text{aq})}$  et le glucose se transforme en ion gluconate (qui sera noté  $\text{RCOO}^-_{(\text{aq})}$ ).

Il se produit la réaction totale :



$\text{I}_{2(\text{aq})}$  et  $\text{I}^-_{(\text{aq})}$  constituent un couple oxydant réducteur ainsi que  $\text{RCOH}_{(\text{aq})}$  et  $\text{RCOO}^-_{(\text{aq})}$ .

Dans le mélange réactionnel, seul le diiode est coloré. Sa couleur est rouge-orangée.

#### **Doc 2 : Protocole expérimental**

##### Etape 1 : Réaction

On prélève  $2,0 \text{ cm}^3$  d'une solution de jus de fruit que l'on verse dans une fiole jaugée de  $50,0 \text{ mL}$ . On y ajoute  $20,0 \text{ cm}^3$  d'une solution **colorée** de diiode, de concentration  $[\text{I}_{2(\text{aq})}] = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . On complète au trait de jauge par une solution d'hydroxyde de sodium  $\text{Na}^+_{(\text{aq})} \text{HO}^-_{(\text{aq})}$  afin de maintenir un excès d'ions hydroxyde dans le milieu réactionnel. Au bout d'une demi-heure l'aspect du mélange réactionnel n'évolue plus, celle-ci restant partiellement colorée.

On note  $n_D$  la quantité de matière de diiode initialement introduit.

On note  $n_G$  la quantité de glucose initialement présente.

##### Etape 2 : Dosage du diiode

Pour cela on prépare 5 solutions de diiode de concentrations différentes  $\text{I}_2$  et on mesure l'absorbance  $A$  de chacune à l'aide d'un spectrophotomètre.

Les valeurs obtenues permettent de tracer la courbe  $A = f([\text{I}_2])$  proposée en **ANNEXE 4** (à rendre avec la copie).

L'absorbance du mélange réactionnel à l'état final étudié lors de l'étape 1 vaut 1,5.

#### **Questions préliminaires**

1. Écrire la demi-équation électronique correspondant au couple  $\text{I}_{2(\text{aq})}$  et  $\text{I}^-_{(\text{aq})}$ .

**0,5 pt**       $\text{I}_{2(\text{aq})} + 2 \text{é} = 2 \text{I}^-_{(\text{aq})}$

**Sens de l'équation, « (aq) » ou pas, flèche, double flèche, « = » : tout accepter du moment que c'est équilibré.**

Identifier l'espèce chimique oxydante et l'espèce chimique réductrice du couple  $\text{RCOH}_{(\text{aq})}$  et  $\text{RCOO}^-_{(\text{aq})}$ .

**0,25 pt :** Il y a au moins deux façons de répondre :

- Soit on observe l'équation de la réaction pour constater que  $\text{RCOH}$ , réagissant avec l'oxydant  $\text{I}_2$ , joue le rôle de réducteur. On a donc  $\text{RCOH}$  réducteur et  $\text{RCOO}^-$  oxydant.
  - Soit on se lance dans une écriture de demi-équation :  $\text{RCOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{RCOO}^- + 3 \text{H}^+ + 2 \text{é}$  qui mène à la même conclusion.
2. Quel est le réactif limitant de la réaction de l'étape 1? Justifier.

**La couleur du milieu réactionnel dans son état final traduit la présence de  $\text{I}_{2(\text{aq})}$  et la réaction est annoncée comme étant totale. C'est donc l'autre réactif,  $\text{RCOH}_{(\text{aq})}$ , qui est le réactif limitant. 0,5 pt**

3. Compléter le tableau n°1 descriptif de la réaction,

$$n_D = [I_{2(aq)}] \times V_{I_2} = 2,0 \times 10^{-2} \times 20,0 \times 10^{-3} = 4,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

0.75 pt (- 0,25 pt par erreur)

		$I_{2(aq)} + 3 HO^-_{(aq)} + RCOH_{(aq)} = RCOO^-_{(aq)} + 2 H_2O + 2 I^-_{(aq)}$					
État initial (mol)	0	$n_D = 4,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$		$n_G$	0		0
État intermédiaire (mol)	x	$n_D - x$		$n_G - x$	x		2x
État final en fonction de $x_{max}$ (mol)	$x_{max}$	$n_D - n_G$		0	$n_G$		$2n_G$

4. Exprimer la quantité de glucose  $n_G$  introduite dans la solution en fonction de  $n_D$  et  $n_R$  où  $n_R$  représente la quantité de diiode n'ayant pas réagi.

D'après le tableau qui précède,  $n_R = n_D - n_G$ .

Donc  $n_G = n_D - n_R$

0,5 pt (accorder tous les points si l'expression juste est donnée directement)

### Problème :

En justifiant votre raisonnement, déterminer :

☞ la quantité de matière de diiode restant  $n_R$   
(on rappelle que cette solution était préparée dans une fiole jaugée de 50 mL)

*On se demande bien ce que l'on va y voir ou plutôt quelle justesse on pourra accorder à la valeur trouvée pour l'absorbance à cause des 2 mL de jus de fruit qui vont partiellement opacifier la solution préparée... Passons.*

La mesure d'absorbance  $A = 1,5$  et l'utilisation de la courbe d'étalonnage permettent de valider une concentration en diiode dans le milieu réactionnel dans son état final :  $c_{I_2} = 3,0 \text{ mmol.L}^{-1}$  : 0,5 pt

En n'oubliant pas de convertir les mmol en mol et considérant que les  $n_R$  mol de  $I_{2(aq)}$  restant sont présentes dans  $V = 50,0 \text{ mL}$  (à convertir en L) de solution, on peut écrire :

$$n_R = c_{I_2} \times V = 3,0 \times 10^{-3} \times 50,0 \times 10^{-3} = 1,5 \times 10^{-4} \text{ mol} \quad 0,5 \text{ pt}$$

☞ la quantité de glucose  $n_G$  présente initialement  
 $n_G = n_D - n_R = 4,0 \times 10^{-4} - 1,5 \times 10^{-4} = 2,5 \times 10^{-4} \text{ mol}$  0,5 pt

☞ la masse  $m_G$  de glucose présente dans un litre d'orangeade.

*« jus de fruit », « orangeade », tout le monde a compris qu'il s'agissait de la même chose, bien entendu...*

La quantité  $n_G$  a été apportée dans  $V_{jus} = 2,0 \text{ mL}$  de jus de fruit 0,25 pt

On peut en déduire une concentration molaire (ou dire : « y en a 500 fois plus pour 1 L ») :

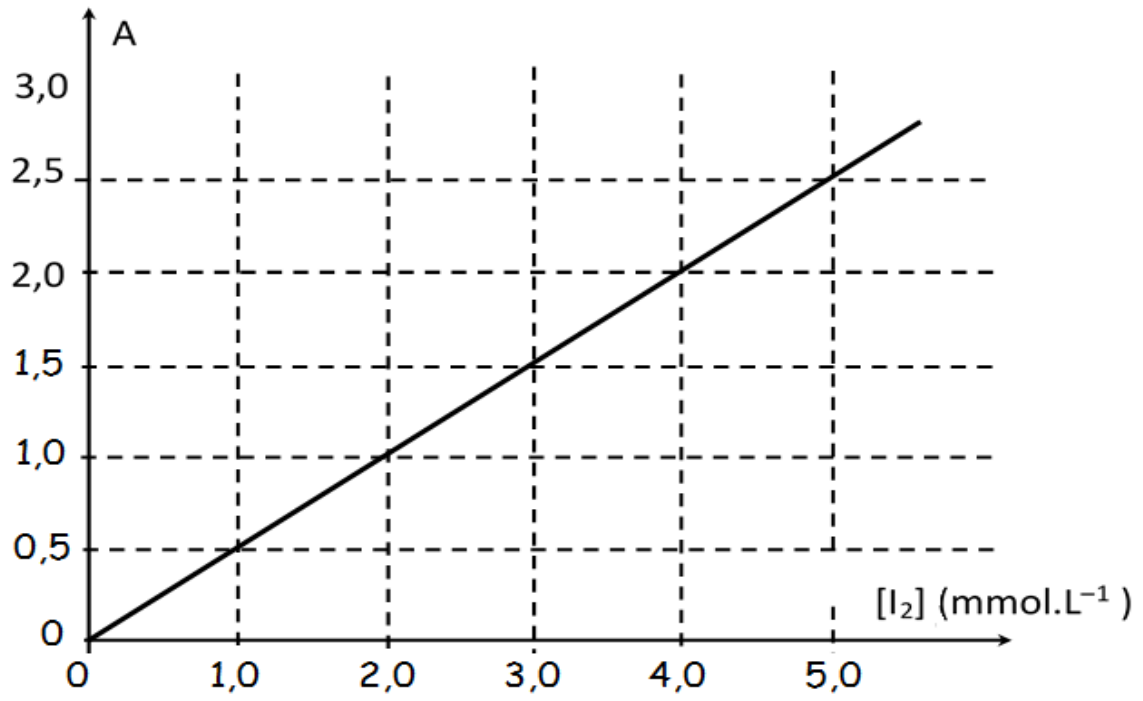
$$c_G = \frac{n_G}{V_{jus}} = 1,25 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1} \quad 0,5 \text{ pt (surveiller conversion } V_{jus} \text{ en L, - 0,25 pt si oublié)}$$

Passage à la valeur massique :  $c_G \times M_G = 22,5 \text{ g.L}^{-1}$  (concernant les c.s. il faut proposer  $23 \text{ g.L}^{-1}$ ) 0,25 pt

*Le passage aux valeurs en masse peut se faire avant ou après le calcul de concentration, indifféremment*

*Je propose de ne pas sanctionner si 3 c.s. dans le résultat final (22,5)*

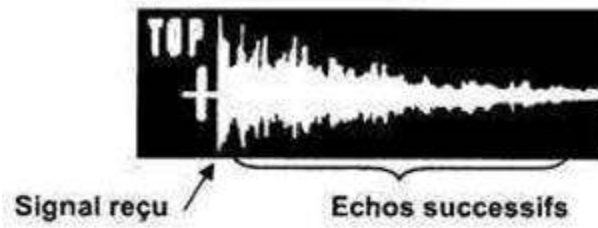
Courbe A = f([I<sub>2</sub>])



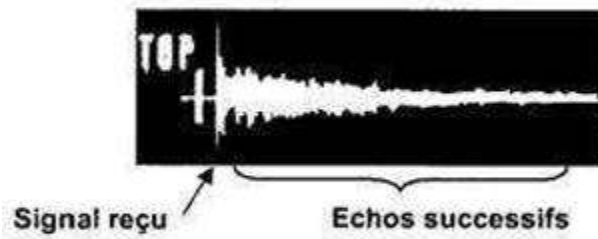
ANNEXE 1 (EXERCICE I) :

Questions 2.2 et 2.3 : Résultats des expériences 1,2 et 3

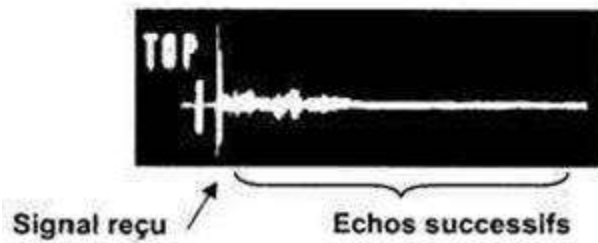
Expérience ❶



Expérience ❷



Expérience ❸



Question 3.3 : Cliché

