

BAC BLANC 2019

Epreuve de : **Physique-Chimie** **Obligatoire**

Série(s) : S

Durée de l'épreuve : 3h30

Coefficient : 6

Précisions particulières propres au sujet/épreuve

- Ce sujet comporte trois exercices présentés sur 8 pages numérotées de 1 à 8 y compris celle-ci.
- Chaque exercice sera commencé sur **une copie double différente**.
- Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres.
- Les différentes parties de chaque exercice sont indépendantes les unes des autres.

L'usage des calculatrices électroniques est **autorisé**.

L'usage du dictionnaire est **interdit**.

Nom/prénom :	Bac Blanc 2019 Physique-Chimie	Lycée Genevoix Bressuire
Classe :		
Exercice 1 : Autour du papillon (10 points)		

Pour se diriger dans l'obscurité ou chasser des insectes, certaines chauves-souris ont développé un système de sonar fondé sur la production et la réception d'ultrasons : l'écholocation.

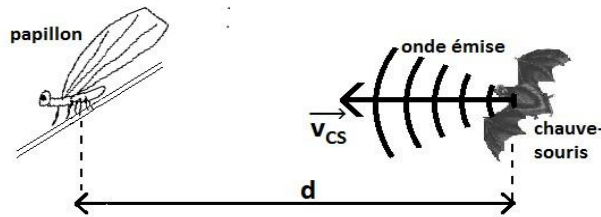


Figure 1. Schéma représentant une situation de chasse par une chauve-souris

Certains papillons « de nuit » sont en mesure d'entendre les émissions sonores des chauves-souris qui cherchent à les repérer. Pour les éviter, ils se laissent alors tomber de la branche sur laquelle ils se trouvent. Cette tactique semble efficace, car seulement 7% des papillons qui l'utilisent sont capturés contre 50% de ceux qui ne l'utilisent pas (Pro Natura 1999).

D'après un site internet (<http://www.futura-sciences.com>)

L'objectif de cet exercice est d'étudier le principe de l'écholocation et la tactique de défense des papillons de nuit.

Données :

- la fréquence sonore supposée émise par la chauve-souris est : $f_e = 50,0 \text{ kHz}$;
- vecteur vitesse de la chauve-souris : \vec{v}_{CS} ;
- vitesse de l'onde émise par la chauve-souris : $v_{\text{onde}} = 340 \text{ m.s}^{-1}$;
- intensité de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$;
- masse du papillon : $m = 0,50 \text{ g}$;
- altitude du papillon avant la chute : $h = 1,2 \text{ m}$.

1. Étude du sonar de la chauve-souris

1.1. Onde émise par la chauve-souris

- 1.1.1.** À quel domaine de fréquence appartient l'onde émise par la chauve-souris ?
- 1.1.2.** Est-ce une onde mécanique ou électromagnétique ? Justifier.
- 1.1.3.** Cette onde est-elle transversale ou longitudinale ? Justifier.

0,25
0,5
0,5

1.2. Vitesse de la chauve-souris

En utilisant l'effet Doppler, il est possible d'évaluer la vitesse v_{CS} d'une chauve-souris. Pour une chauve-souris se rapprochant d'un récepteur ultrasons, le dispositif mesure une fréquence f_r différente de la fréquence émise par la chauve-souris.

Données :

- fréquence mesurée par le récepteur $f_r = 50,8 \text{ kHz}$;
- pour un émetteur en mouvement se rapprochant d'un récepteur fixe, la relation due à l'effet Doppler entre f_e , fréquence émise par la source, et f_r , fréquence reçue par le récepteur, est donnée par :

$$f_r = f_e \times \frac{v_{\text{onde}}}{v_{\text{onde}} - v_{\text{émetteur}}}$$

- 1.2.1.** Montrer que la valeur de la vitesse de la chauve-souris v_{CS} est proche de 19 km.h^{-1} .
- 1.2.2.** Comparer v_{onde} et v_{CS} . Expliquer en quoi ce résultat est important pour le déplacement ou la chasse de la chauve-souris.

1
0,5

1.3. Écholocation

La durée mise par les ondes pour revenir à la chauve-souris permet à cette dernière, après réflexion de l'onde sur une proie, d'apprécier la distance la séparant de cette proie, un papillon par exemple.

- 1.3.1. Le signal émis par la chauve-souris lui revient après une durée $\tau = 16,7$ ms. Estimer la distance qui sépare la chauve-souris du papillon.

0,5

2. La tactique défensive du papillon

Le but de cette partie est d'étudier cette tactique de défense qui consiste pour le papillon à se laisser tomber. Nous allons déterminer si le papillon peut se protéger, par cette méthode, d'une chauve-souris distante de $d = 2,8$ m.

On considère que le papillon est immobile au point C (figure 2) avant de se laisser tomber de la feuille. On prendra comme origine des temps, l'instant où le papillon commence à se laisser tomber.

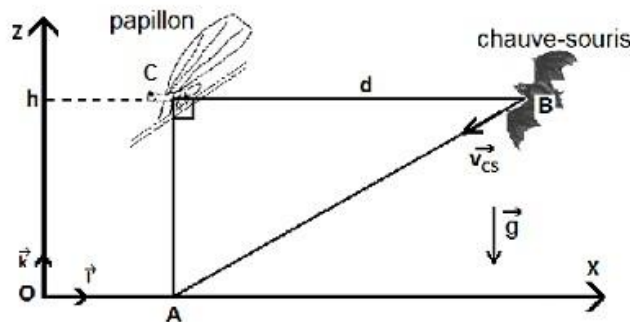


Figure 2. Schéma représentant les positions initiales du papillon et de la chauve-souris

2.1. Mouvement du papillon

On étudie le mouvement du papillon dans le repère (O, \vec{i}, \vec{k}) en négligeant les forces de frottement de l'air sur le papillon ainsi que la poussée d'Archimède dans l'air. On repère le centre du papillon par un point G comme l'indique la figure 3.

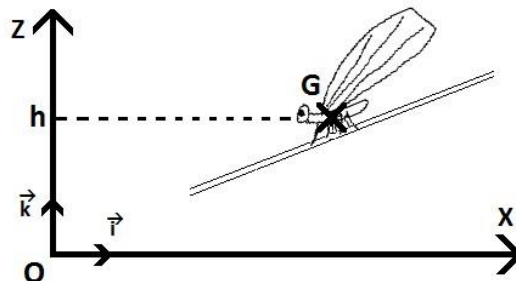


Figure 3 : Schéma représentant la position initiale du papillon.

- 2.1.1. Établir l'expression du vecteur accélération \vec{a}_G du papillon en appliquant la deuxième loi de Newton au système {papillon} dans le référentiel terrestre supposé galiléen.
- 2.1.2. Établir l'équation horaire $z(t)$ du mouvement du point G.
- 2.1.3. En déduire que l'expression de la durée de chute Δt_{chute} correspondant à l'arrivée du papillon au niveau du sol s'écrit : $\Delta t_{\text{chute}} = \sqrt{\frac{2 \times h}{g}}$
- 2.1.4. Vérifier que l'expression $\sqrt{\frac{2 \times h}{g}}$ est bien homogène à un temps (#AD).
- 2.1.5. Calculer la durée nécessaire au papillon pour arriver au niveau du sol (point A) et ainsi être protégé.

1

1,5

0,75

0,25

0,25

- 2.2. On considère la vitesse de la chauve-souris constante et égale à la valeur v_{CS} déterminée précédemment. Conclure quant à l'efficacité de la tactique du papillon pour se protéger.

1

3. Le camouflage optique du papillon

L'iridescence est la propriété de certaines surfaces qui semblent changer de couleur selon l'angle de vue et d'éclairage. Elle est bien visible sur les ailes de mouches, de libellules et certains papillons. Ce phénomène provient d'une couche mince recouvrant ces ailes et produisant des couleurs interférentielles. Dans le cas des papillons, les ailes contiennent des écailles de fond et des écailles de recouvrement, disposées à la manière des tuiles d'un toit. La structure de ces écailles et les pigments qu'elles contiennent jouent un rôle dans la couleur observée. (...)

D'après un site internet (cnrs.fr)

Dans cette partie, le phénomène qui permet à ces papillons de se protéger des prédateurs est modélisé de façon simplifiée. Dans ce modèle élémentaire, schématisé sur la figure 4, on considère que :

- les écailles de l'aile de papillon sont assimilables à des couches minces à face parallèles d'épaisseur constante e ;
- les ondes issues des chemins ① et ② interfèrent au niveau de la rétine de l'observateur ;
- l'aile du papillon est éclairée par de la lumière.

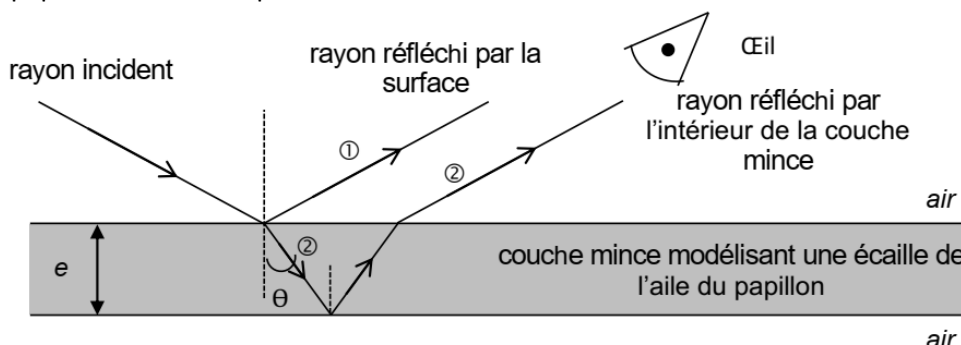


Figure 4. Schéma du trajet d'un rayon lumineux arrivant sur une écaille de l'aile de papillon.

Données :

- la vitesse de la lumière dans l'air est notée c et sa valeur est supposée connue.
- épaisseur des couches minces modélisant les écailles de l'aile du papillon : $e = 100 \text{ nm}$;
- indice optique des couches minces principalement composée de chitine : $n = 1,50$; on admet que cet indice ne dépend pas de la longueur d'onde.
- une onde lumineuse monochromatique est caractérisée par une période temporelle T et une longueur d'onde λ ;
- domaines de longueurs d'ondes de la lumière visible :

Couleur	Violet	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Domaine de longueurs d'ondes (nm)	380-446	446-520	520-565	565-590	590-625	625-780

On note τ le retard de l'onde lumineuse qui a suivi le trajet ② par rapport à l'onde qui a suivi le trajet ①. La différence de marche δ entre ces deux trajets vaut :

$$\delta = k \times \lambda \text{ pour des interférences constructives}$$

$$\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right) \times \lambda \text{ pour des interférences destructives}$$

- 3.1. Exprimer la relation entre les périodes spatiale et temporelle d'une onde lumineuse monochromatique.
- 3.2. Pour une onde lumineuse monochromatique de période temporelle T , justifier qu'il y a des interférences constructives pour $\tau = k \times T$ et interférences destructives pour $\tau = \left(k + \frac{1}{2}\right) \times T$ où k est un nombre entier.
- 3.3. Lorsque la lumière blanche arrive perpendiculairement à la surface de l'aile, le retard τ peut s'écrire :

$$\tau = \frac{2 \times n \times e}{c} + \frac{T}{2}$$

- 3.3.1. Quelles longueurs d'ondes peuvent conduire à des interférences constructives ?
- 3.3.2. En déduire la couleur qui sera principalement perçue par l'observateur.

0,25

0,75

0,75

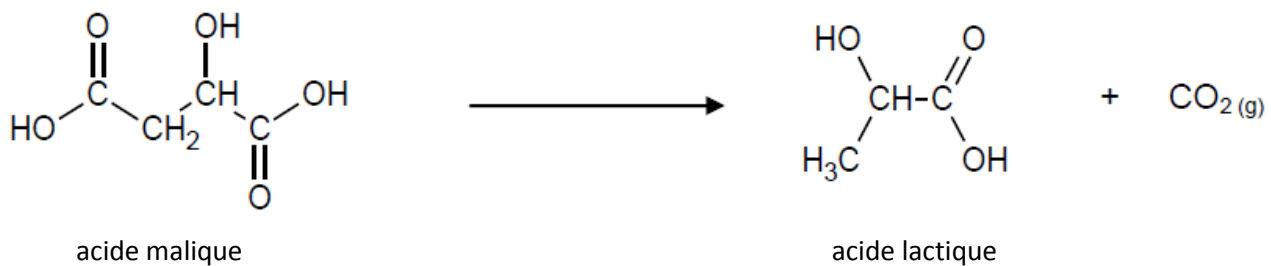
0,25

Nom/prénom :	Bac Blanc 2019 Physique-Chimie	Lycée Genevoix Bressuire
Classe :		
Exercice 2 : La fermentation malolactique des vins (5 points)		

Après récolte et pressage des raisins, deux fermentations ont lieu, d'abord la fermentation alcoolique, puis la fermentation malolactique.

Pour qu'un vin puisse être mis en bouteille, il convient de vérifier que la fermentation malolactique, objet d'étude de cet exercice, est terminée.

La fermentation malolactique, généralement assurée par une espèce de bactérie lactique, *Oenococcus oeni*, désigne la désacidification biologique du vin. Lors de cette transformation, l'acide malique présent dans le vin se transforme en acide lactique, acide plus faible, avec production de dioxyde de carbone à l'état gazeux ; transformation modélisée par la réaction d'équation suivante :



La désacidification du vin qui résulte de la fermentation malolactique est un phénomène généralement recherché, auquel on doit l'assouplissement des vins jeunes.

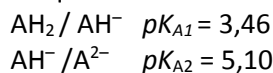
D'après www.vignevin-sudouest.com et http://www.futura-sciences.com

Le 15 octobre 2016, un vigneron suit la fermentation malolactique d'un vin contenu dans une cuve de 10 m³. La température ambiante est de 15°C lorsque la fermentation malolactique débute. La concentration massique initiale en acide malique dans le vin est de 3,0 g.L⁻¹. L'évolution au cours du temps de la masse d'acide lactique formé est donnée par le graphique situé dans la partie 3.

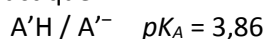
Données :

- masse molaire de l'acide malique : $M_{mal} = 134,0 \text{ g.mol}^{-1}$;
- masse molaire de l'acide lactique : $M_{lac} = 90,0 \text{ g.mol}^{-1}$;
- pour simplifier les écritures, on notera les couples acidobasiques,

- de l'acide malique :



- de l'acide lactique :



1. Rappels de 1S

- 1.1.** Entourer et nommer les groupes caractéristiques présents dans la molécule d'acide malique.

0,5

2. Acidité et vin

L'acide malique est un diacide. Il peut apparaître sous différentes formes en fonction du pH de la solution.

- 2.1.** Définir la notion d'acide. Justifier alors la notation AH₂ utilisée pour l'acide malique.

0,5

- 2.2.** Représenter les domaines de prédominance, en fonction du pH, des différentes formes de l'acide malique et de l'acide lactique en utilisant les notations simplifiées indiquées dans les données.

0,5

2.3. La concentration en ions oxonium H_3O^+ dans le vin, en début de fermentation malolactique, est de $6,3 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$. Calculer la valeur du pH du vin en début de fermentation.

0,25

2.4. En déduire la forme prédominante de l'acide malique dans le vin en début de fermentation malolactique.

0,25

3. Suivi de la fermentation malolactique

3.1. Montrer que la quantité de matière initiale en acide malique dans la cuve est de $2,2 \times 10^2 \text{ mol}$.

0,5

3.2. En s'appuyant sur le graphique ci-dessous, déterminer la quantité de matière d'acide lactique formé à l'état final.

0,5

3.3. La fermentation malolactique est-elle une transformation chimique totale ? Justifier.

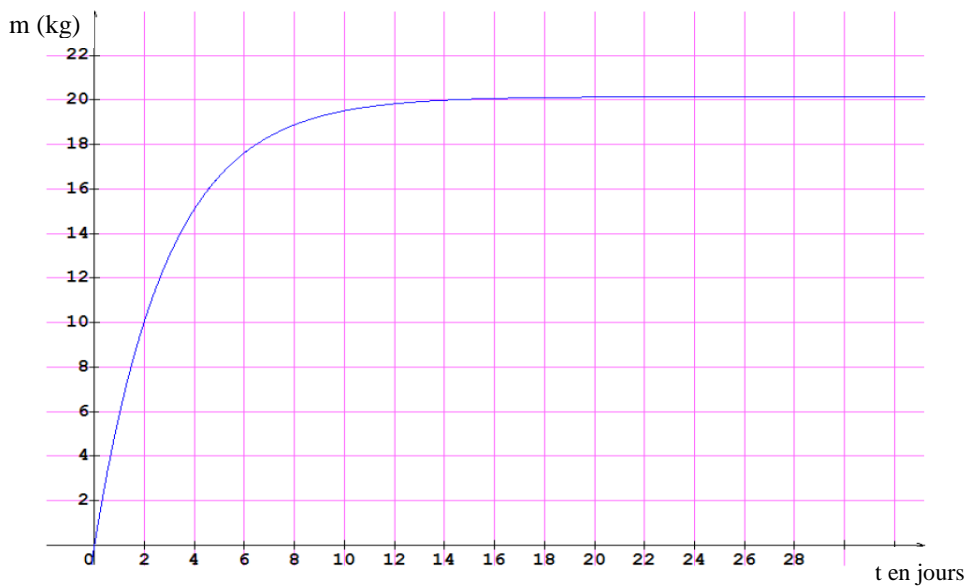
0,25

3.4. Représenter sur le graphique ci-dessous l'allure quantitative de la courbe de suivi de la fermentation malolactique si la température ambiante est de $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Justifier.

0,5

En déduire l'influence de cette nouvelle condition sur la mise en bouteille.

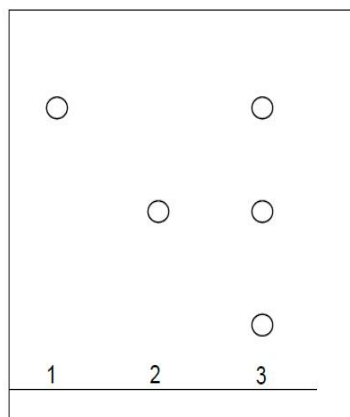
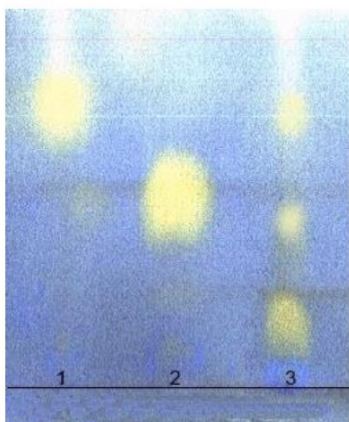
0,25



Évolution de la masse d'acide lactique formé dans la cuve en fonction du temps

4. Chromatographie sur couche mince d'un vin à mettre en bouteille.

Le viticulteur souhaite mettre le vin d'une cuve en bouteille. Il effectue une chromatographie de contrôle de la fermentation malolactique sur un échantillon de vin de la cuve. Les résultats sont présentés ci-dessous :



Dépôt 1 : acide lactique

Dépôt 2 : acide malique

Dépôt 3 : vin à mettre en bouteille

Photo du chromatogramme

schématisation du chromatogramme

4.1. Le viticulteur peut-il mettre ce vin en bouteille ? Justifier.

0,5

4.2. Quel problème veut-on éviter en suivant l'évolution la fermentation malolactique dans les vins avant la mise en bouteille ?

0,5

Exercice 3 : Des bonbons salés à la réglisse (5 points)

Dans la tradition des pays nordiques, les bonbons à la réglisse contiennent un solide ionique (chlorure d'ammonium) qui leur confère un goût particulièrement salé et piquant.

Des élèves ont pour objectif de vérifier la valeur du pourcentage massique en chlorure d'ammonium indiqué sur l'étiquette du paquet de bonbons ci-dessous.

Ingrédients : sucre, 4,2 % de chlorure d'ammonium, extrait de réglisse, amidon de maïs modifié, anti-agglomérant E553b (silicate de magnésium), sirop de glucose.

Données :

- masse molaire du chlorure d'ammonium NH_4Cl : $M = 53,5 \text{ g.mol}^{-1}$;
- équation de la réaction de dissolution du chlorure d'ammonium dans l'eau : $\text{NH}_4\text{Cl}_{(s)} \rightarrow \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$
- pK_A du couple $(\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3)$ à 25°C : $\text{pK}_A = 9,2$;
- la conductivité σ d'une solution aqueuse ionique peut s'exprimer en fonction des concentrations molaires $[X_i]$ des ions dans la solution et des conductivités molaires ioniques λ_i de chaque ion :

$$\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$$
 où X_i est un ion.
- conductivités molaires ioniques à 25°C :

ions	ion hydroxyde HO^-	ion chlorure Cl^-	ion ammonium NH_4^+	ion sodium Na^+
$\lambda \text{ (mS.m}^2\text{.mol}^{-1}\text{)}$	19,8	7,7	7,3	5,0

- pourcentage massique d'une espèce X dans un mélange : $\frac{m(X)}{m(\text{mélange})}$
 où $m(X)$ et $m(\text{mélange})$ sont respectivement les masses de l'espèce X et du mélange.

1. Préparation du titrage

Protocole suivi par les deux groupes d'élèves :

- Étape 1 : Dissoudre un bonbon de masse 1,0 g dans une fiole jaugée de volume 250,0 mL complétée avec de l'eau distillée. On obtient la solution S_0 .
- Étape 2 : Prélever 40,0 mL de S_0 .
- Étape 3 : Réaliser un titrage de ce prélèvement par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$) de concentration molaire $C_B = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

La réaction support du titrage a pour équation : $\text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)} \rightarrow \text{NH}_3_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

- 1.1.** Expliquer pourquoi la réaction support du titrage est qualifiée d'acido-basique en précisant les couples mis en jeu.

0,5

Un premier groupe d'élèves (groupe A) choisit de réaliser un titrage acido-basique suivi par pH-métrie, un second groupe (groupe B) réalise un titrage acido-basique suivi par conductimétrie.

2. Titrage suivi par pH-métrie

Les élèves du groupe A tracent l'évolution du pH en fonction du volume de solution d'hydroxyde de sodium versé. Ils obtiennent la courbe de la figure 1.

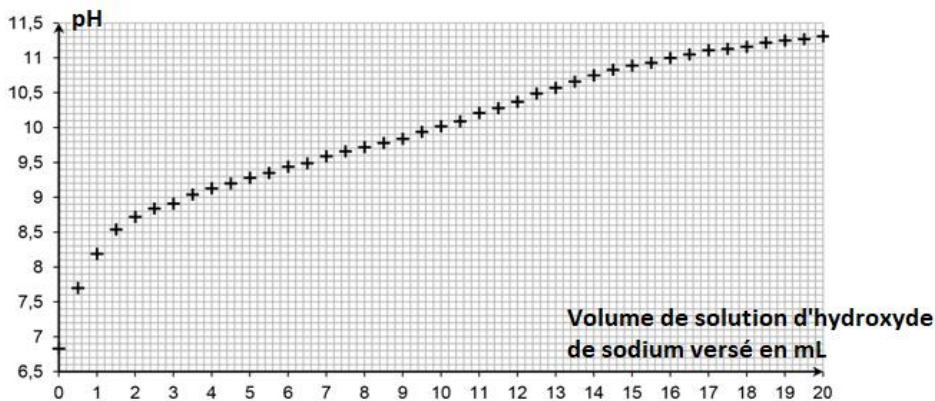
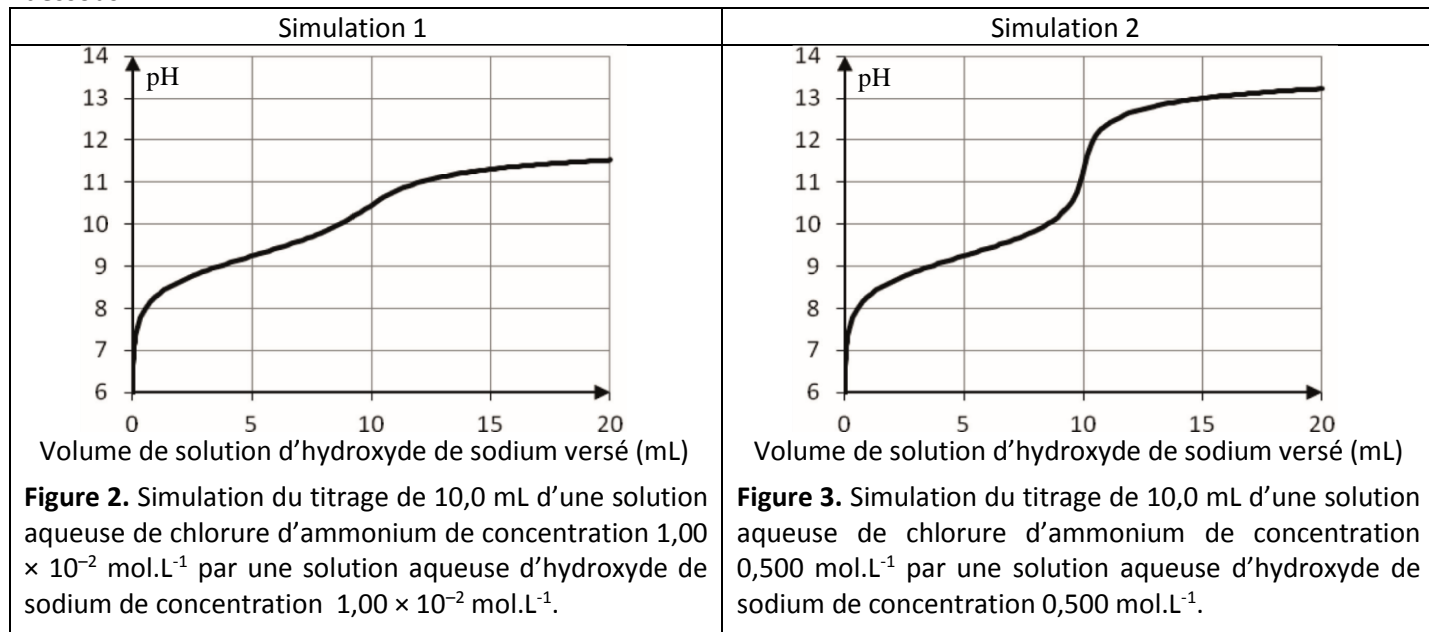


Figure 1. Titrage de la solution suivi par pH-métrie.

- 2.1. À l'aide de la figure 1, déterminer l'espèce prédominante du couple $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ au début et à la fin du titrage. Justifier.
- 2.2. En déduire que la transformation chimique décrite par l'équation de la réaction du titrage a bien eu lieu.
- 2.3. Indiquer pourquoi ce graphique ne permet pas de déterminer le pourcentage massique en chlorure d'ammonium.

1
0,25
0,25

Afin d'obtenir une courbe exploitable, le professeur fournit aux élèves les résultats des deux simulations données ci-dessous.



- 2.4. Quels paramètres faut-il faire évoluer pour rendre la courbe de suivi pH-métrique exploitable ?
- 2.5. Proposer une(ou des) modification(s) du protocole expérimental suivi par les élèves du groupe A afin de rendre la courbe de titrage par suivi pH-métrique directement exploitable.

0,5
0,5

3. Titrage suivi par conductimétrie

Les élèves du groupe B prélèvent à leur tour 40,0 mL de la solution S_0 et réalisent le titrage suivi par conductimétrie. Ils tracent l'évolution de la conductivité en fonction du volume versé de solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $1,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Ils obtiennent la courbe suivante :

Conductivité (mS.cm^{-1})

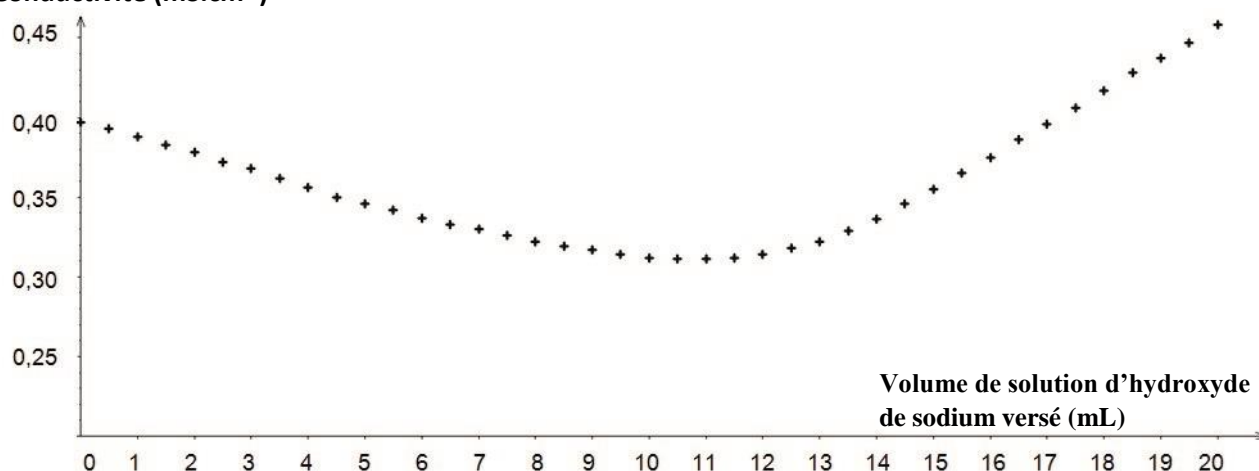


Figure 4. Titrage de la solution S_0 suivi par conductimétrie.

- 3.1. Interpréter qualitativement le changement de pente observé sur la courbe et déterminer le volume équivalent.
- 3.2. En déduire que le pourcentage massique en chlorure d'ammonium dans le bonbon est proche de l'indication donnée par l'étiquette du paquet.

0,5
1,5

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.

Correction

Exercice 1 : Autour du papillon.

1. Étude du sonar de la chauve-souris

1.1. Onde émise par la chauve-souris

1.1.1. L'onde émise par la chauve-souris a une fréquence supérieure à 20,0 kHz, elle appartient au domaine des ultra-sons

1.1.2. Les ultra-sons sont des ondes mécaniques, car leur propagation nécessite un milieu matériel.

1.1.3. Cette onde est longitudinale car la direction de propagation de l'onde et la direction de déformation du milieu sont identiques.

1.2. Vitesse de la chauve-souris

1.2.1. A partir de : $f_r = f_e \times \frac{v_{\text{onde}}}{v_{\text{onde}} - v_{\text{CS}}}$

$$\text{on en déduit : } v_{\text{CS}} = v_{\text{onde}} - \frac{f_e \times v_{\text{onde}}}{f_r} = 340 - \frac{50,0 \times 10^3 \times 340}{50,8 \times 10^3}$$
$$v_{\text{CS}} = 5,35 \text{ m.s}^{-1} \text{ soit } 5,35 \times 3,6 = 19,3 \text{ km.h}^{-1} \approx 19 \text{ km.h}^{-1}$$

1.2.2. $v_{\text{onde}} / v_{\text{CS}} = 63,5$

v_{onde} est très supérieure à v_{CS} . La durée écoulée entre l'émission de l'onde et la perception de l'écho reste donc très inférieure à la durée correspondante du déplacement de la chauve-souris. La chauve-souris détecte ainsi l'obstacle et ne risque pas de le heurter. La chauve-souris apprécie la distance la séparant de la proie.

1.3. Écholocation

$$v_{\text{onde}} = \frac{2 \times d}{\tau} \text{ d'où : } d = \frac{v_{\text{onde}} \times \tau}{2} = \frac{340 \times 16,7 \times 10^{-3}}{2} \quad d = 2,84 \text{ m}$$

2. La tactique défensive du papillon

2.1. Mouvement du papillon

2.1.1. Système étudié : Papillon de masse m .

Référentiel : Référentiel terrestre supposé galiléen.

Bilan des forces : Le poids (on néglige les frottements de l'air et de la poussée d'Archimède).

Conditions initiales : $(x_c = OA, z_c = h)$ ($v_{ox} = 0, v_{oz} = 0$)

D'après la deuxième loi de Newton, on peut écrire : $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m \times \vec{a}_G$ (car la masse est constante)

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}_G \quad \text{soit} \quad \vec{a}_G = \vec{g}$$

2.1.2. D'après l'égalité vectorielle précédente, on en déduit les coordonnées du vecteur accélération $\vec{a}_G(t)$:

$$\vec{a}_G(t) \begin{pmatrix} a_x(t) = 0 \\ a_z(t) = -g \end{pmatrix}$$

On sait que : $\vec{a}(t) = \frac{d(\vec{v}(t))}{dt}$ donc par intégration, on détermine les coordonnées du vecteur vitesse $\vec{v}(t)$:

$$\vec{v}(t) \begin{pmatrix} v_x(t) = C_1 \\ v_z(t) = -g \times t + C_2 \end{pmatrix}$$

Pour déterminer la valeur des constantes C_1 et C_2 , on se place à l'instant initial ($t = 0$ s)

$$\vec{v}(t = 0 \text{ s}) = \vec{v}_0 \begin{pmatrix} v_x(t = 0 \text{ s}) = C_1 = v_{0x} = 0 \\ v_z(t = 0 \text{ s}) = -g \times 0 + C_2 = C_2 = v_{0z} = 0 \end{pmatrix}$$

On déduit que :

$$\vec{v}(t) \begin{pmatrix} v_x(t) = 0 \\ v_z(t) = -g \times t \end{pmatrix}$$

On sait que : $\vec{v}(t) = \frac{d(\vec{OG}(t))}{dt}$ donc par intégration, on détermine les coordonnées du vecteur position $\vec{OG}(t)$:

$$\vec{OG}(t) \begin{pmatrix} x(t) = C_3 \\ z(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + C_4 \end{pmatrix}$$

Pour déterminer la valeur des constantes C_3 et C_4 , on se place à l'instant initial ($t = 0$ s)

$$\vec{OG}(t = 0 \text{ s}) = \vec{OG}_0 \begin{pmatrix} x(t = 0 \text{ s}) = C_3 = OA \\ z(t = 0 \text{ s}) = -\frac{1}{2} \times g \times 0^2 + C_4 = C_4 = h \end{pmatrix}$$

On déduit que :

$$\vec{OG}(t) \begin{pmatrix} x(t) = OA \\ z(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + h \end{pmatrix}$$

$$z(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + h$$

2.1.3. Au sol $z(t_{\text{chute}}) = 0$ donc $-\frac{1}{2} \times g \times (t_{\text{chute}})^2 + h = 0$

$$\frac{1}{2} \times g \times (t_{\text{chute}})^2 = h$$

$$t_{\text{chute}} = \sqrt{\frac{2 \times h}{g}} \text{ or } \Delta t_{\text{chute}} = t_{\text{chute}} - t_0 = t_{\text{chute}} = \sqrt{\frac{2 \times h}{g}}$$

$$\mathbf{2.1.4.} \left[\sqrt{\frac{2 \times h}{g}} \right] = \sqrt{\frac{[h]}{[g]}} = \sqrt{\frac{m}{m \cdot s^{-2}}} = \sqrt{\frac{1}{s^{-2}}} = \sqrt{s^2} = s$$

$$\mathbf{2.1.5.} \Delta t_{\text{chute}} = \sqrt{\frac{2 \times h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 1,2}{9,8}} \Delta t_{\text{chute}} = 0,49 \text{ s}$$

2.2. On considère la vitesse de la chauve souris reste constante.

La distance parcourue par la chauve souris pour arriver au sol au niveau du papillon est : $AB = \sqrt{(h^2 + d^2)}$

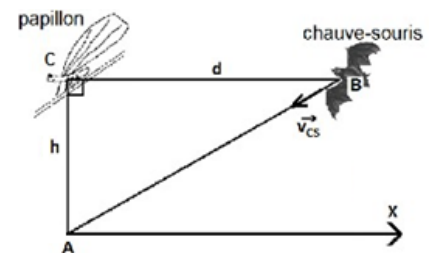
$$\text{La durée de ce parcours est : } \Delta t_{CS} = \frac{AB}{v_{CS}} = \frac{\sqrt{(h^2 + d^2)}}{v_{CS}} = \frac{\sqrt{(1,2^2 + 2,8^2)}}{5,35}$$

$$\Delta t_{CS} = 0,57 \text{ s}$$

Le papillon mettant 0,49 s pour arriver au sol, la chauve-souris arrive donc trop tard en A

car $\Delta t_{\text{chute}} < \Delta t_{CS}$

Le papillon est protégé, sa tactique est efficace.



3. Le camouflage optique du papillon

$$\delta = k \times \lambda \text{ pour des interférences constructives}$$

$$\delta = (k + \frac{1}{2}) \times \lambda \text{ pour des interférences destructives}$$

$$\mathbf{3.1.} T = \frac{\lambda}{c}$$

3.2. La relation entre le retard et la différence de marche vaut $\tau = \frac{\delta}{c}$

Pour les interférences constructives : $\delta = k \times \lambda = k \times T \times c$

$$\frac{\delta}{c} = k \times T$$

$$\tau = k \times T$$

Pour les interférences destructives : $\delta = (k + \frac{1}{2}) \times \lambda = (k + \frac{1}{2}) \times T \times c$

$$\frac{\delta}{c} = (k + \frac{1}{2}) \times T$$

$$\tau = (k + \frac{1}{2}) \times T$$

3.3.3.3.1. Interférences constructives pour $\tau = \mathbf{k} \times \mathbf{T} = \frac{2 \times n \times e}{c} + \frac{T}{2}$

$$T \times \left(k - \frac{1}{2}\right) = \frac{2 \times n \times e}{c}$$

$$T \times C \times \left(k - \frac{1}{2}\right) = 2 \times n \times e$$

$$\lambda \times \left(k - \frac{1}{2}\right) = 2 \times n \times e$$

$$\lambda = \frac{2 \times n \times e}{k - \frac{1}{2}}$$

pour $k = 0$: $\lambda < 0$ impossible

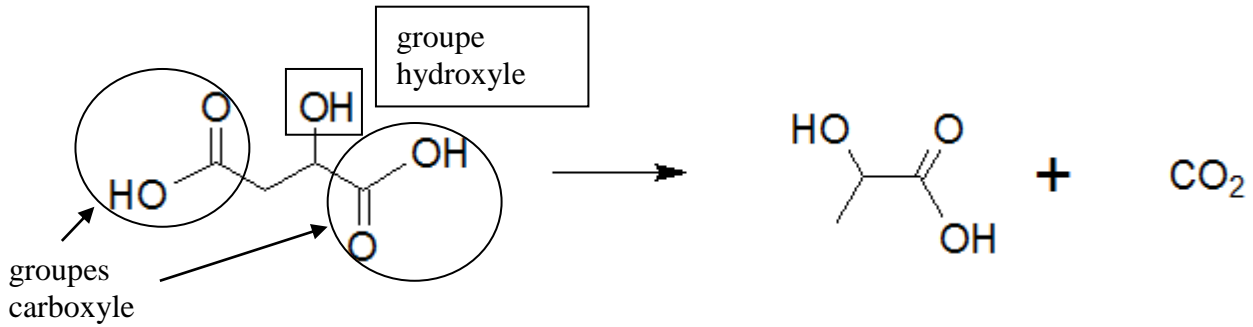
pour $k = 1$: $\lambda = \frac{2 \times 1,5 \times 100}{1 - \frac{1}{2}} = 600\text{nm}$

pour $k = 2$: $\lambda = \frac{2 \times 1,5 \times 100}{2 - \frac{1}{2}} = 200\text{nm}$ (domaine des UV)

3.3.2. La couleur qui sera principalement perçue par l'observateur est le jaune orangé.

Exercice 2 : Fermentation malolactique d'un vin

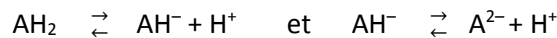
1. Rappels 1^{ère} S



2. Acidité et vin

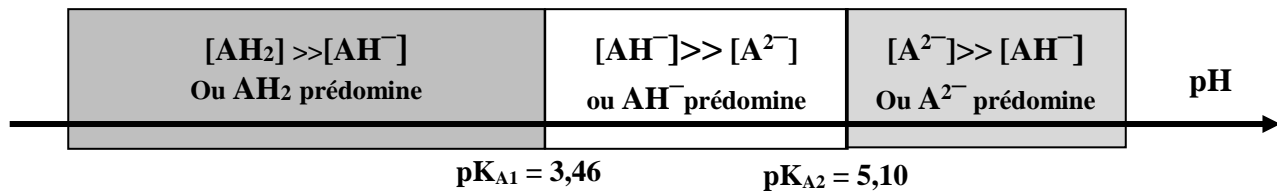
2.1. Un acide, selon, Bronsted, est une espèce chimique capable de céder un ou plusieurs protons H^+ .

La notation AH_2 pour l'acide malique se justifie car il est capable de céder deux protons H^+ . C'est un diacide. On a les demi-équations acidobasiques :

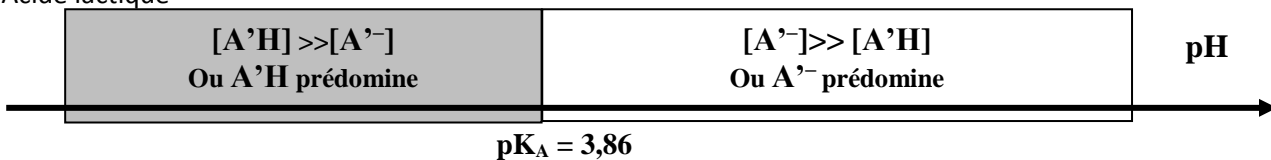


2.2. Domaines de prédominance

Acide malique :



Acide lactique



2.3. $pH = -\log [H_3O^+]$

$$pH = -\log (6,3 \times 10^{-4})$$

$$pH = 3,2 \text{ en début de fermentation}$$

2.4. $pH = 3,2 < pK_{A1}$ ainsi l'acide AH_2 prédomine dans le vin en début de fermentation.

3. Suivi de la fermentation malolactique

3.1. On connaît sa concentration massique c_m et sa masse molaire M .

$$\text{Comme } C_m(AH_2) = \frac{m(AH_2)}{V} \quad \text{alors } m = c_m \cdot V.$$

$$n_i(AH_2) = \frac{m(AH_2)}{M_{mal}} = \frac{C_m(AH_2) \times V}{M_{mal}} = \frac{3,0 \times 10.10^3}{134,0} = 2,2 \cdot 10^2 \text{ mol}$$

Il y a $2,2 \times 10^2$ mol d'acide malique dans la cuve conformément à ce qui est indiqué.

3.2. L'état final est atteint lorsque la masse d'acide lactique ne varie plus.

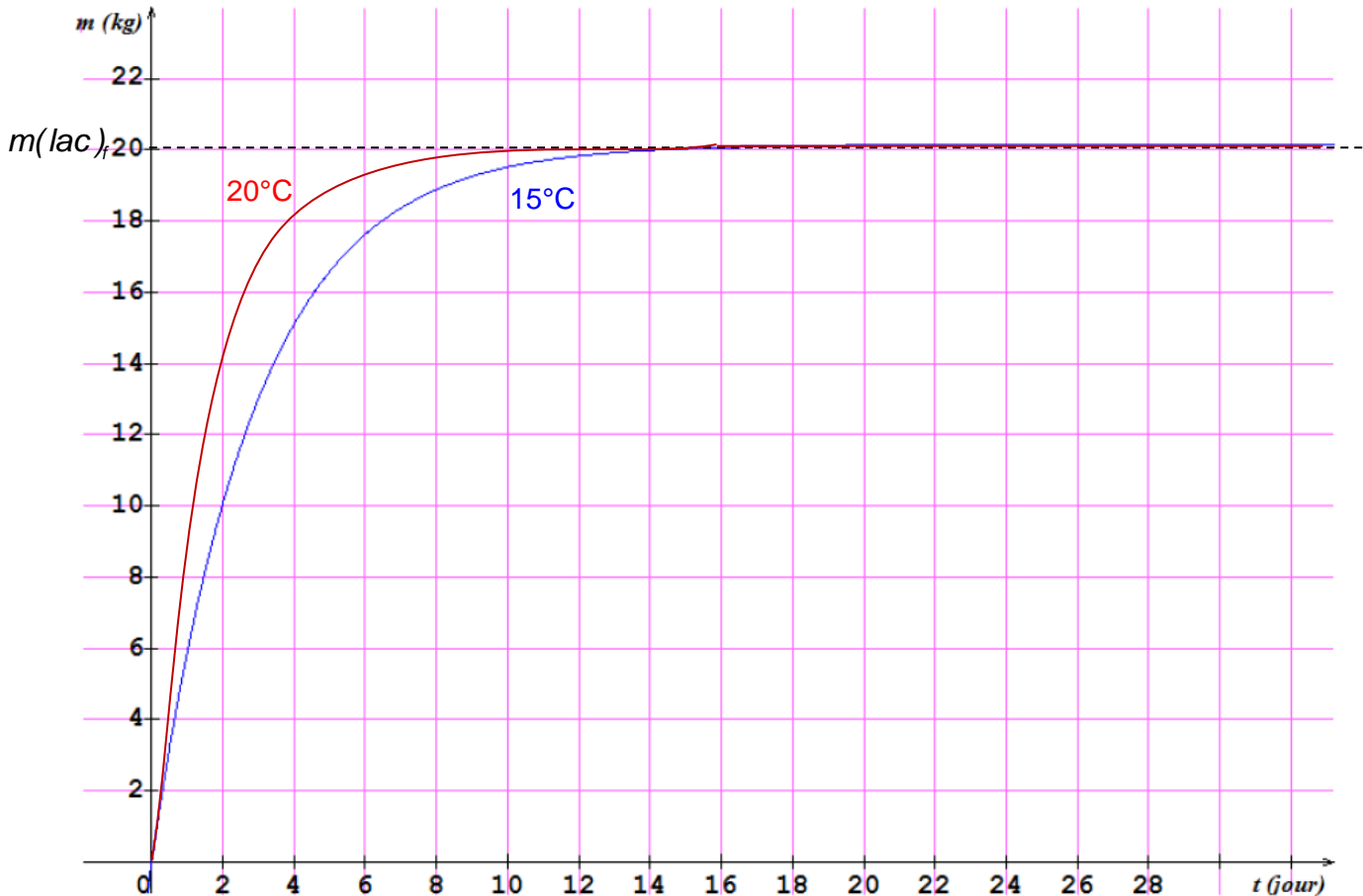
Elle vaut alors environ $m_f(A'H) = 20,1$ kg.

$$n_f(A'H) = \frac{m_f(A'H)}{M_{lac}} = \frac{20,1 \cdot 10^3}{90,0} = 2,23 \cdot 10^2 \text{ mol}$$

Il y a $2,2 \times 10^2$ mol d'acide lactique formé.

3.3. D'après l'équation, on sait que si la réaction est totale alors $x_{\max} = n_f(A'H) = n_i(AH_2)$.
C'est le cas ici donc la réaction est totale.

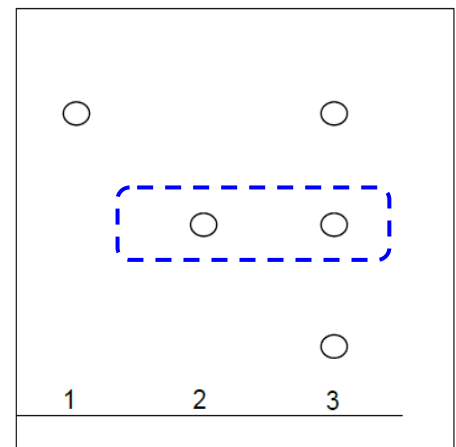
3.4. La **température** étant un **facteur cinétique**, son augmentation (20°C au lieu de 15°C) fait que l'état final sera atteint plus rapidement : voir tracé sur la courbe.
La mise en bouteille pourra donc avoir lieu plus tôt.



4. Chromatographie sur couche mince d'un vin à mettre en bouteille.

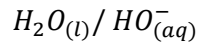
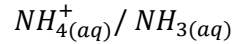
4.1. Une tache apparait encore à la même hauteur que l'acide malique pour le dépôt 3 (vin). Il reste donc un peu d'acide malique dans le vin.
La fermentation malolactique n'est pas terminée.
Le vigneron doit attendre pour mettre en bouteille.

4.2. On veut éviter la libération de gaz (CO_2), et donc de bulles dans le vin à l'ouverture de la bouteille.
On veut également éviter les problèmes de surpression qui pourraient faire sauter le bouchon (d'où la forme du bouchon différente pour les vins pétillants ainsi que l'armature métallique qui retient le bouchon).



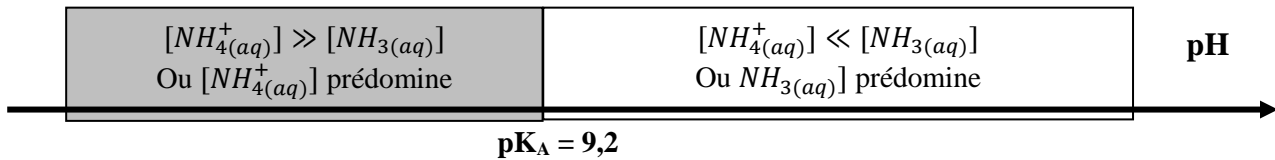
Exercice 3 : Des bonbons salés à la réglisse

1. Il y a un échange de proton entre l'ion ammonium et l'ion hydroxyde.



2. Titrage suivi par pH-métrie

2.1.



Le pH initial est voisin de 6,8, inférieur au pK_a de ce couple, l'ion ammonium prédomine.

Le pH final est voisin de 11,3, supérieur au pK_a de ce couple, NH_3 prédomine.

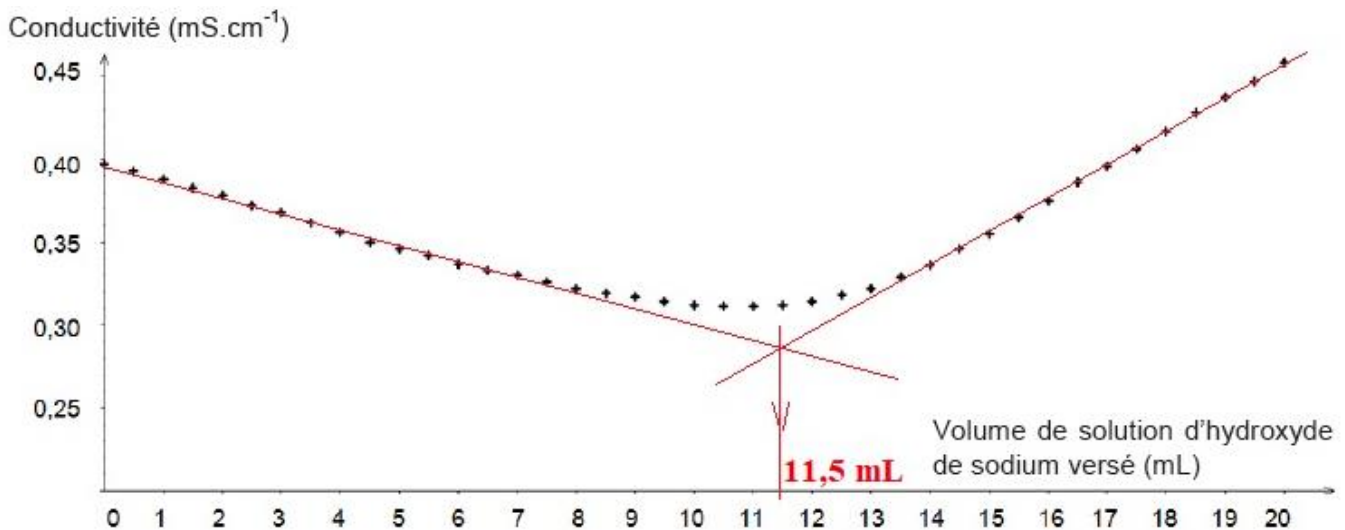
2.2. A la fin du titrage, NH_4^+ a été consommé et NH_3 a été formé. La réaction du titrage a bien eu lieu.

2.3. A l'équivalence, le saut de pH est très peu marqué (invisible).

2.4. Il faut que la concentration des solutions titrantes et titrées soit élevées.

2.5. Il faudrait dissoudre plus de bonbons dans un volume plus petit et utiliser une concentration de solution titrante plus élevée.

3. Titrage suivi par conductimétrie



3.1. Avant l'équivalence, l'ion hydroxyde est en défaut : du point de vue de la conductivité, tout se passe comme si on remplaçait l'ion ammonium par l'ion sodium de conductivité molaire ionique moindre. La conductivité de la solution diminue.

Après l'équivalence, l'ion hydroxyde est en excès : on ajoute des ions hydroxyde et sodium à la solution ; sa conductivité croît.

3.2. A l'équivalence, la quantité de matière d'ion hydroxyde est égale à la quantité de matière de chlorure d'ammonium.

$$\frac{n_i(NH_4^+)}{1} = \frac{n_{versé}(HO^-)}{1}$$

$$[NH_4^+] \times V = [HO^-] \times V_E$$

Sachant que $C_B = [HO^-]$ alors $[NH_4^+] = \frac{[HO^-] \times V_E}{V} = \frac{1,00 \cdot 10^{-2} \times 11,5 \cdot 10^{-3}}{40,0 \cdot 10^{-3}} = 2,88 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

Dans la solution S_0 , on a :

$$n_t(NH_4^+) = [NH_4^+] \times V_0 = 2,90 \cdot 10^{-3} \times 250 \cdot 10^{-3} = 7,19 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

D'après l'équation de dissolution, on peut dire que :

$$n(NH_4Cl) = n_t(NH_4^+)$$

Masse de chlorure d'ammonium dans 1,0 g de bonbon :

$$m(NH_4Cl) = n(NH_4Cl) \times M(NH_4Cl) = 7,19 \cdot 10^{-4} \times 53,5 = 3,85 \cdot 10^{-2} \text{ g} = 38,5 \text{ mg.}$$

Pourcentage massique de chlorure d'ammonium :

$$\%m = \frac{m(NH_4Cl)}{m_{\text{bonbon}}} = \frac{3,85 \cdot 10^{-2}}{1,0} = 0,039 = 3,9 \%$$

L'indication du fabricant (4,2 %) est assez proche de la valeur trouvée expérimentalement.