

CORRECTION DU DS N°2**Exercice n°1 γ : Fermentation dans le vin :**

12pts

A – PREMIERE PARTIE : DETERMINATION DU DEGRE ALCOOLIQUE D'UN VIN**I - Questions préliminaires**

- 1) Les demi-équations électroniques associées aux couples: $\text{CH}_3\text{CHO} / \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ et $\text{NAD}^+ / \text{NADH}$ sont:



On retrouve bien l'équation (1) donnée dans l'énoncé.

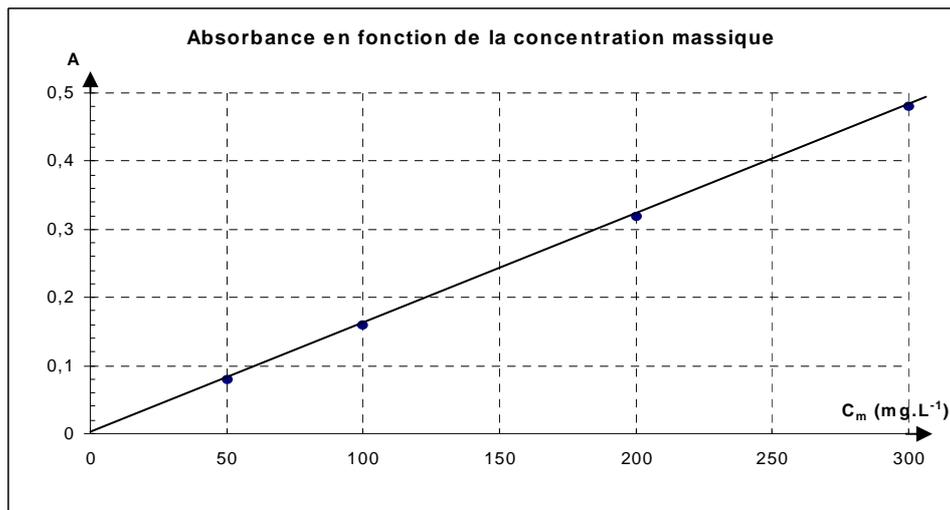
Au cours de la réaction (1), l'éthanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ est oxydé en éthanal CH_3CHO avec libération de deux électrons tandis que NAD^+ est réduit en NADH avec capture de deux électrons. On a **transfert de deux électrons** entre l'éthanol et NAD^+ .

- 2) Un **catalyseur** est une espèce chimique capable d'accélérer une réaction chimique: le catalyseur n'intervient pas dans l'écriture de l'équation de la réaction, car en fin de réaction il se retrouve inchangé. Il s'agit ici d'une catalyse enzymatique.

II - Étalonnage du spectrophotomètre

- 1) Lors du réglage initial du spectrophotomètre, la **valeur de l'absorbance de la solution de référence doit être nulle**. On dit qu'on réalise "le blanc" du spectrophotomètre.

- 2) Graphe $A = f(C_m)$:



- 3) Le graphe est une **droite qui passe par l'origine** du repère. L'absorbance A est donc proportionnelle à la concentration massique C_m , soit: $A = k \cdot C_m$ avec **k** coefficient directeur de la droite.

À l'aide des points (0; 0) et (300 ; 0,48), on détermine: $k = \frac{0,48-0}{300-0} = 1,6 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mg}^{-1}$.

III - Préparation et dosage de l'éthanol contenu dans le vin

- 1) **Solution D:**

$$C_D =$$

$$V_D = 1 \text{ mL}$$

- Échantillon E:**

$$C_E =$$

$$V_E = 50 \text{ mL}$$

Au cours de la dilution de la solution D pour préparer l'échantillon E, la quantité d'éthanol est conservée,

$$\text{donc: } n_D = n_E \quad \Leftrightarrow \quad C_D \cdot V_D = C_E \cdot V_E \quad \Leftrightarrow \quad \frac{C_E}{C_D} = \frac{V_D}{V_E} = \frac{1}{50} \quad \Leftrightarrow \quad \boxed{C_E = \frac{C_D}{50}}$$

L'échantillon correspond donc à une dilution au $1/50^{\text{e}}$ de la solution D.

- 2) On a $A_e = 0,30$ donc d'après la relation précédente: $C_{m,e} = \frac{A_e}{k}$

$$C_{m,e} = \frac{0,30}{1,6 \cdot 10^{-3}} = 1,9 \cdot 10^2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}. \text{ (valeur non arrondie stockée en mémoire de la calculatrice)}$$

On aurait pu utiliser le graphe $A = f(C_m)$ du II.2. mais cette méthode serait moins précise.

3) Concentration massique en éthanol :

a. La solution D ayant été diluée 50 fois, il vient: $C_{m,D} = 50 \cdot C_{m,e}$

$$C_{m,D} = 50 \times 1,9 \cdot 10^2 = 9,4 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} = 9,4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (calcul effectué avec la valeur non arrondie de } C_{m,e}\text{)}$$

b. Le distillat de vin (20 mL) ayant été dilué 10 fois pour préparer 200 mL de solution D, la concentration massique du vin est en éthanol est: $C_{m,\text{vin}} = 10 \cdot C_{m,D}$

$$C_{m,\text{vin}} = 10 \times 9,4 = 94 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$$

4) 1 L de vin contient 94 g d'éthanol donc 100 mL de vin contient 9,4 g d'éthanol.

Or la masse volumique de l'éthanol étant $\mu(\text{ol}) = 0,80 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1} = 8,0 \times 10^2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, le volume d'éthanol $V(\text{ol})$ en L correspondant à une masse $m(\text{ol}) = 9,4 \text{ g}$ est:

$$V(\text{ol}) = \frac{m(\text{ol})}{\mu(\text{ol})} = \frac{9,4}{8,0 \times 10^2} = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ L} = 12 \text{ mL}$$

Ainsi d'après la définition du degré alcoolique, ce vin a un **degré alcoolique** de 12 % vol.

B – DEUXIEME PARTIE: CINETIQUE DE LA FERMENTATION MALOLACTIQUE

1) La concentration molaire en acide malique [acide malique] et concentration massique en acide malique C_m sont liées par la masse molaire M selon:

$$[\text{acide malique}](t) = \frac{n}{V} \quad \text{or} \quad n = \frac{m}{M} \quad \text{donc} \quad [\text{acide malique}](t) = \frac{m}{M \cdot V}$$

$$\text{et } C_m = \frac{m}{V} \quad \text{donc } [\text{acide malique}](t) = \frac{C_m(t)}{M}$$

La masse molaire de l'acide malique est: $M = 4 \times M(\text{C}) + 5 \times M(\text{O}) + 6 \times M(\text{H})$

$$M = 4 \times 12 + 5 \times 16 + 6 \times 1 = 134 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

D'où la relation:
$$[\text{acide malique}](t) = \frac{C_m(t)}{134}$$

À $t = 0$, on a $C_m(0) = 3,5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ donc $[\text{acide malique}](0) = \frac{3,5}{134} = 2,6 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

La quantité initiale d'acide malique à l'instant initial pour 1 L de vin est donc:

$$n_{\text{acide malique}}(t = 0) = 2,6 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

2) Le tableau d'avancement de la réaction (en mol) est:

	acide malique	=	acide lactique	+	CO ₂
État initial (t=0)	2,6×10 ⁻²		0		0
En cours t	2,6×10 ⁻² - x(t)		x(t)		x(t)

A l'instant t, la quantité d'acide malique restante est: $n_{\text{acide malique}}(t) = 2,6 \cdot 10^{-2} - x(t)$

D'où:
$$x(t) = 2,6 \times 10^{-2} - n_{\text{acide malique}}(t)$$

3) Courbe $x = f(t)$:

a. La vitesse volumique v , à l'instant t, de la réaction est définie par: $v = \frac{1}{V} \cdot \left(\frac{dx}{dt} \right)_t$

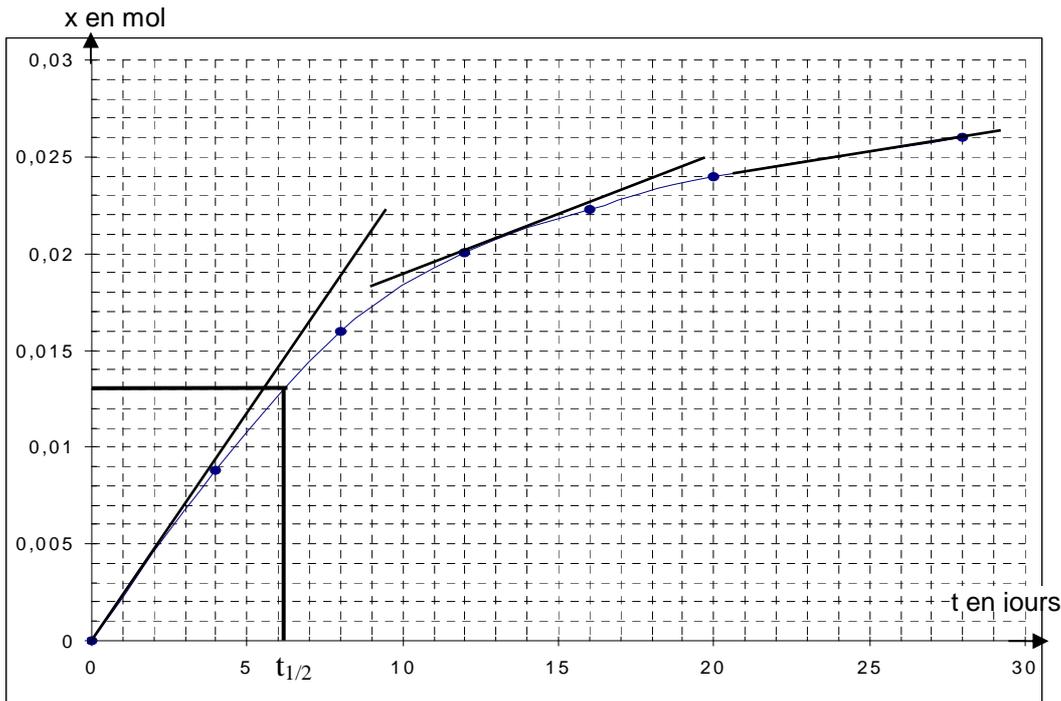
avec V le volume du mélange réactionnel (en L), x en mol, et t en jours (ici).

Or le terme $\left(\frac{dx}{dt} \right)_t$ est égal au coefficient directeur de la tangente au graphe $x(t)$ à l'instant t. Pour évaluer

la vitesse de réaction à l'instant t, il suffit de calculer le terme $\left(\frac{dx}{dt} \right)_t$ et de multiplier ce terme par $1 / V$.

b. La vitesse volumique est proportionnelle au coefficient directeur de la tangente au graphe $x(t)$ à l'instant t. Au cours du temps, on observe que ce coefficient directeur diminue donc la vitesse

volumique de la réaction diminue au cours du temps. Ceci est la conséquence de la diminution de la concentration en réactifs (puisqu'ils sont consommés).



- 4) Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ est la durée pour laquelle l'avancement x atteint la moitié de sa valeur finale x_f : $x(t_{1/2}) = x_f / 2$.
Or ici $x_f = 0,026$ mol pour $t = 28$ jours donc $x(t_{1/2}) = x_f / 2 = 0,013$ mol.
Graphiquement on obtient $t_{1/2} = 6,1$ jours.
- 5) On peut jouer sur la concentration initiale des réactifs ainsi que sur la température, on augmentera alors la probabilité des chocs efficaces entre les molécules de réactifs.

Exercice n°2 φ : A propos de la lumière : 13pts

A – PREMIERE EXPERIENCE :

- 1) Le phénomène mis en évidence dans cette expérience est la **diffraction**. Par analogie avec la diffraction des ondes mécaniques, on peut dire que la lumière possède un **caractère ondulatoire**.
- 2) Relation entre θ , λ et a :
 - a. En l'absence du phénomène de diffraction, le rayon lumineux se propagerait en ligne droite. En réalité, après passage par la fente fine, la lumière se propage en formant des cônes lumineux qui forment des taches sur l'écran. L'angle θ représente la demi-largeur angulaire de la tache centrale de diffraction.
 - b. θ s'exprime en radians (rad)
 λ longueur d'onde s'exprime en mètres (m)
 a largeur de la fente s'exprime en mètres (m).
 - c. Plus la largeur a de la fente est petite, plus l'écart angulaire θ est grand (cf. relation (1)).
La largeur de la tache centrale **augmente**.
- 3) Relation entre θ , ℓ et D :

Dans le triangle (ABC), rectangle en B ; on a $\tan \theta = \frac{\ell/2}{D} = \theta$ car θ est petit : $\theta = \frac{\ell}{2.D}$ relation (2)

4) $\theta = \frac{\ell}{2.D}$ et $\theta = \frac{\lambda}{a}$ d'où $\frac{\ell}{2.D} = \frac{\lambda}{a}$; soit $a = \frac{2.\lambda.D}{\ell}$ et $a = \frac{2 \times 633 \times 10^{-9} \times 3,00}{38 \times 10^{-3}} = 10 \times 10^{-5} \text{ m}$

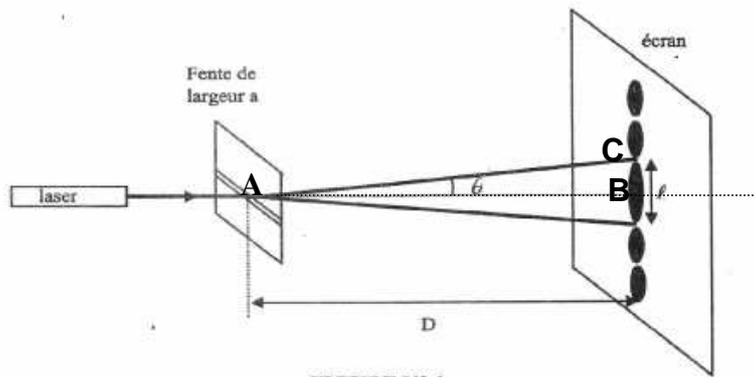


FIGURE N° 1

B – DEUXIEME EXPERIENCE :

1) La lumière émise par le laser est **monochromatique**. Elle contient une seule radiation lumineuse de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 633 \text{ nm}$.

Ne pas en dire trop dès le début, des questions suivent derrière...

2) Fréquence de la radiation :

a. $c = \lambda \cdot \nu$ donc $\nu = \frac{c}{\lambda}$ $\nu = \frac{3,00 \times 10^8}{633 \times 10^{-9}} = 4,74 \times 10^{14} \text{ Hz}$

b. Une onde lumineuse est caractérisée par sa fréquence ν . Celle-ci ne change pas quelque soit le milieu de propagation.

3) Les longueurs d'onde dans le vide du spectre visible vont de 400 nm (le violet) à 800 nm (le rouge).
Si $\lambda < 400 \text{ nm}$: domaine des ultraviolets et si $\lambda > 800 \text{ nm}$: domaine des infrarouges.

4) L'indice de réfraction du verre pour la fréquence ν de l'onde utilisée est $n = 1,61$.

a. Dans un milieu dispersif, la célérité v dépend de la fréquence ν de l'onde. Or l'énoncé indique

$n = \frac{c}{v}$, c étant constante si v varie alors l'indice de réfraction n varie.

b. D'après la relation de la question 2.2.1. $\lambda' = \frac{v}{\nu}$ avec v célérité de la lumière dans le verre.

Or $n = \frac{c}{v}$ soit $v = \frac{c}{n}$ Il vient : $\lambda' = \frac{c}{n \cdot \nu}$ et $\nu = \frac{c}{\lambda}$ (cf. 2.2.1.) donc $\lambda' = \frac{\lambda}{n}$

$\lambda' = \frac{633 \times 10^{-9}}{1,61} = 393 \times 10^{-9} \text{ m} = 393 \text{ nm}$.

5) On obtient une figure colorée allant du violet au rouge (couleurs de l'arc en ciel), c'est le spectre de la lumière blanche.

6) La déviation d augmente quand la longueur d'onde diminue, comme $\lambda_{\text{Rouge}} > \lambda_{\text{Bleu}}$ donc $d_{\text{Rouge}} < d_{\text{Bleu}}$.

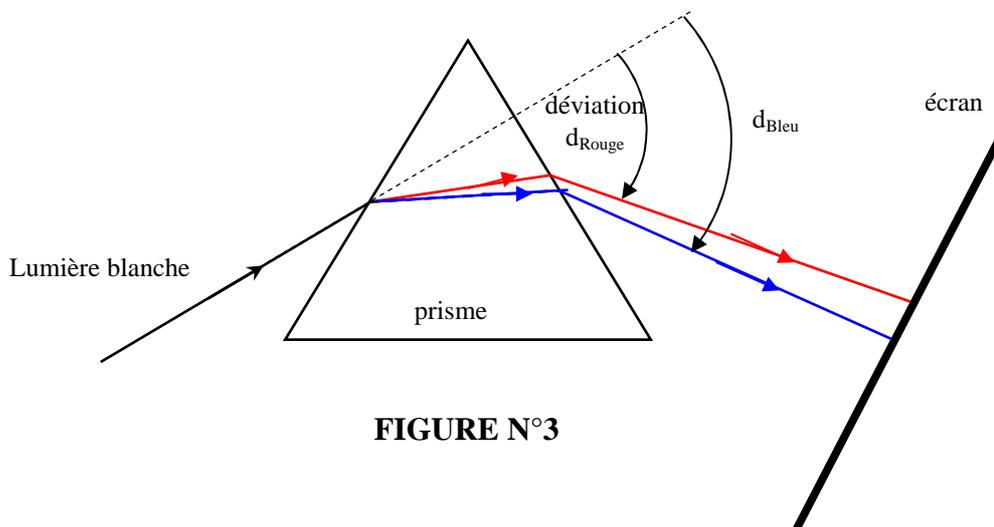


FIGURE N°3