

**DS N°2****Durée : 2H****Le barème est donné pour un total de 25 pts, la note sera ramenée à 20.****Exercice n°1 γ : Fermentation dans le vin : 12pts**

« *Le vin est une boisson provenant exclusivement de la fermentation du raisin frais ou du jus de raisin frais* ».

Telle est la définition légale du vin mais derrière le terme « fermentation » se cachent des transformations que les chimistes ont mis des années à découvrir.

Dans les années 1960, on commença à s'intéresser à une autre fermentation qui se produit généralement après la fermentation alcoolique et à laquelle on n'attachait pas trop d'importance jusqu'alors car on pensait qu'il s'agissait d'un achèvement de la fermentation alcoolique.

Il s'agit de la fermentation malolactique qui consiste en une transformation totale de l'acide malique présent dans le jus de raisin en acide lactique sous l'action de bactéries.

Cette fermentation, longtemps ignorée, a une influence reconnue sur la qualité gustative de certains vins à condition de la conduire convenablement. .

Les techniques actuelles de suivi de ces fermentations se font par dosage enzymatique ; elles consistent essentiellement à doser l'alcool contenu dans le vin.

Principe du dosage :

Étape 1 : On effectue une distillation du vin de telle façon que l'on recueille une solution incolore contenant tout l'éthanol présent dans le vin.

Étape 2 : L'éthanol est oxydé par la nicotinamide-adénine-dinucléotide (NAD^+) dans une réaction catalysée par une enzyme spécifique. La réaction produit de la nicotinamide-adénine-dinucléotide réduite (NADH) en quantité de matière égale à celle de l'éthanol dosé selon l'équation :



Étape 3 : On mesure l'absorbance de la NADH par spectrophotométrie à la longueur d'onde de 340 nm lors du dosage.

A – PREMIERE PARTIE : DETERMINATION DU DEGRE ALCOOLIQUE D'UN VIN

« *On appelle degré alcoolique d'une boisson alcoolisée, le volume (exprimé en mL) d'éthanol contenu dans 100 mL de cette boisson, les volumes étant mesurés à 20°C.* »

On l'exprime en % vol.

I - Questions préliminaires

1) Montrer que la réaction (1) est bien une réaction d'oxydo-réduction en faisant apparaître le transfert d'électrons entre les deux couples donnés. **0.5pt**

Couples d'oxydo-réduction : $\text{CH}_3\text{CHO} / \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ et $\text{NAD}^+ / \text{NADH}$

2) Quel est le rôle du catalyseur ? **0.5pt**

II - Étalonnage du spectrophotomètre

On réalise une gamme de quatre solutions étalons; chaque solution étalon contient :

- NAD^+ en excès
- Le catalyseur
- Une solution de concentration massique connue en éthanol



On mesure l'absorbance de chaque solution étalon et on obtient les résultats suivants :

Solution étalon	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
Concentration massique C _m en éthanol en mg.L ⁻¹	50	100	200	300
Absorbance : A	0,080	0,16	0,32	0,48

- 1) Lors du réglage initial, quelle valeur doit-on donner à l'absorbance de la solution de référence avant toute mesure ? *0.5pt*
- 2) Tracer la courbe A en fonction de la concentration massique (**sur feuille ANNEXE**). *0.5pt*
- 3) Montrer que la représentation graphique est en accord avec la loi de Beer-Lambert
A = kC_m. Déterminer la valeur de k en L.mg⁻¹. *1.5pts*

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

On distille 20 mL de vin ; le distillat est ensuite ajusté à 200 mL avec de l'eau distillée pour obtenir une solution appelée D.

On prépare l'échantillon à doser par spectrophotométrie en introduisant :

- 1 mL de solution D
- Le catalyseur
- NAD⁺ en excès

dans une fiole jaugée de 50 mL que l'on complète avec de l'eau distillée.

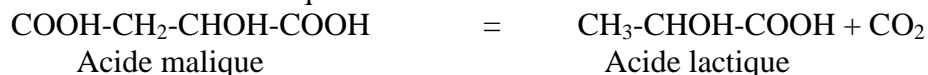
L'absorbance mesurée pour cet échantillon vaut: A_e = 0,30.

- 1) Montrer que l'échantillon préparé correspond à une dilution au 1/50^{ème} de la solution D (Pour cela, on donnera la relation entre c_e et c_D). *0.5pt*
- 2) Par une méthode de votre choix à préciser, déterminer à partir de l'absorbance mesurée A_e la concentration massique en éthanol de l'échantillon étudié. *0.5pt*
- 3) En déduire la concentration massique en éthanol :
 - a. de la solution D. *0.5pt*
 - b. du vin. *0.5pt*
- 4) Déterminer alors le degré alcoolique du vin. *2pts*

Donnée : Masse volumique de l'éthanol supposée constante dans le domaine de concentration considéré: 0,80 kg.L⁻¹

B – DEUXIEME PARTIE: CINETIQUE DE LA FERMENTATION MALOLACTIQUE

L'équation de la fermentation malolactique est :



Le dosage enzymatique de l'acide malique restant dans le vin a donné les résultats suivants pour une température de fermentation maintenue à 20°C

Concentration massique C _m (t) en acide malique (g.L ⁻¹)	3,5	2,3	1,6	0,8	0,5	0,27	0
Date t (en jours)	0	4	8	12	16	20	28



1) Montrer que la concentration molaire en acide malique restant dans le vin à l'instant t s'exprime

$$\text{par: } [\text{acide malique}](t) = \frac{C_m(t)}{134}. \quad 0.5pt$$

En déduire la quantité de matière d'acide malique $n_{\text{acide malique}}(t=0)$ initiale dans un litre de vin. *0.5pt*

2) A l'aide d'un tableau descriptif de l'évolution de la réaction, montrer que l'avancement à l'instant t de cette réaction pour un litre de vin se met sous la forme :

$$x(t) = 2,6 \times 10^{-2} - n_{\text{acide malique}}(t) \quad 1pt$$

3) La courbe représentant les variations de x en fonction du temps t est **donnée en ANNEXE**.

a. Comment peut-on, à partir du graphe, évaluer la vitesse volumique de réaction à l'instant t ? (aucun calcul n'est demandé). *1pt*

b. Commenter l'évolution de la vitesse volumique de la réaction au cours du temps. Quelle(s) sont la(les) raison(s) de ce sens d'évolution ? *1pt*

4) Définir et déterminer le temps de demi réaction. *0.5pt*

5) Sur quels facteurs cinétiques peut-on jouer pour augmenter la vitesse volumique de réaction ? *0.5pt*

Données : $M_C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_H = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$

Exercice n°2 φ : A propos de la lumière : *10pts*

Cet exercice décrit deux expériences utilisant une lumière de couleur rouge, émise par un laser, de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 633 \text{ nm}$.

On rappelle que l'indice de réfraction n d'un milieu est le rapport de la célérité c de la lumière dans le

vide et de sa vitesse v dans le milieu considéré : $n = \frac{c}{v}$

A – PREMIERE EXPERIENCE :

On place perpendiculairement au faisceau lumineux et à quelques centimètres du laser, une fente fine et horizontale de largeur a . Un écran situé à une distance D de la fente, montre des taches lumineuses réparties sur une ligne verticale. La tache centrale plus lumineuse que les autres, est la plus large (**voir figure 1 donnée en ANNEXE, à rendre avec la copie**).

1) Quel phénomène subit la lumière émise par le laser dans cette expérience ? Que peut-on en conclure par analogie avec les ondes mécaniques ? *1pt*

2) L'angle θ (de la figure 1) est donné par la relation :

$$\theta = \frac{\lambda}{a} \quad (\text{relation (1)})$$

a. Que représente cet angle ? *0.5pt*

b. Préciser les unités de chaque terme intervenant dans cette relation. *0.5pt*

c. Comment évolue la largeur de la tache centrale lorsqu'on réduit la largeur de la fente ? *0.5pt*

3) Exprimer θ en fonction de la largeur ℓ de la tache centrale et de la distance D (relation (2)). L'angle θ étant faible, on pourra utiliser l'approximation $\tan\theta \approx \theta$. *0.5pt*

4) En utilisant les relations (1) et (2), montrer que la largeur a de la fente s'exprime par la relation :

$$a = \frac{2 \cdot \lambda \cdot D}{\ell}. \quad 0.5pt$$

Calculer a . *0.5pt*

Données : $\ell = 38 \text{ mm}$ et $D = 3,00 \text{ m}$.

**B – DEUXIEME EXPERIENCE :**

On utilise dans cette expérience, comme milieu dispersif, un prisme en verre d'indice de réfraction n (**voir figure 2 en ANNEXE à rendre avec la copie**).

On dirige, suivant une incidence donnée, le faisceau laser vers l'une des faces du prisme placé dans l'air. On observe que ce faisceau est dévié. Un écran placé derrière le prisme montre un point lumineux de même couleur (rouge) que le faisceau incident.

- 1) Quelle est la nature de la lumière émise par le laser ? Justifier votre réponse. *1pt*
- 2) La célérité de la lumière dans le vide est $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.
 - a. Rappeler la relation entre la longueur d'onde λ de l'onde émise par le laser, sa fréquence ν et sa célérité c . Calculer ν . *1pt*
 - b. La valeur de ν varie-t-elle lorsque cette onde change de milieu de propagation ? *0.5pt*
- 3) Donner les limites des longueurs d'onde dans le vide du spectre visible et les couleurs correspondantes. Situer les domaines des rayonnements ultraviolets et infrarouges par rapport au domaine du spectre visible. *1pts*
- 4) L'indice de réfraction du verre pour la fréquence ν de l'onde utilisée est $n = 1,61$.
 - a. Pourquoi précise-t-on la fréquence ν de l'onde lorsqu'on donne la valeur de n ? *0.5pt*
 - b. Calculer la longueur d'onde λ' de cette onde dans le verre. *1pt*

On remplace la lumière du laser par une lumière blanche (**figure 3 donnée en ANNEXE N°3 à rendre avec la copie**).

- 5) Qu'observe-t-on sur l'écran ? *0.5pt*
- 6) Les traits en pointillé (figure 3) correspondent aux trajets de deux rayons lumineux de couleurs respectives rouge et bleu. Tracer, en les identifiant clairement, ces deux rayons. On rappelle que la déviation d augmente quand la longueur d'onde diminue. *0.5pt*