

ÉVALUATION <a href="http://physik.fr">physik.fr</a>	
CLASSE : Première	VOIE : <input checked="" type="checkbox"/> Générale <input type="checkbox"/> Technologique <input type="checkbox"/> Toutes voies (LV)
VOIE : <input checked="" type="checkbox"/> Générale	ENSEIGNEMENT : Spécialité physique-chimie
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1 h	CALCULATRICE AUTORISÉE : <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Sujet 2024 n°SPEPHCH101 et n°SPEPHCH111	

## L'oxydation du vin (10 points)

**L'objectif de cet exercice est d'étudier la fabrication du vinaigre.**

Le vinaigre est le produit de la fermentation acétique du vin ou de produits très variés (cidre, certains fruits, miel). L'alcool présent dans le vin sous forme d'éthanol  $C_2H_6O$  s'oxyde, sous l'action de l'oxygène de l'air et se transforme en acide acétique  $C_2H_4O_2$ . Cette transformation chimique est possible grâce à la présence de bactéries présentes naturellement dans l'air appelée *Acetobacter aceti*. L'*Acetobacter aceti* joue le rôle d'enzyme lors de cette transformation chimique.

Ainsi, du vin de table, exposé à l'air, se recouvre d'un voile et acquiert une saveur aigre et une odeur piquante. Ce voile, formé de bactéries, se multiplie très rapidement en formant une pellicule épaisse et blanchâtre appelée la « mère » du vinaigre. Ces bactéries sont qualifiées d'aérobie, c'est à dire qu'elles ne peuvent vivre qu'en présence d'oxygène. Si la mère de vinaigre est immergée, les bactéries, isolées de l'air, ne peuvent subsister longtemps.

D'après Bulletin de l'Union des Physiciens n°773

Les enzymes sont des molécules biologiques agissant comme des catalyseurs. Lorsqu'une réaction est catalysée par une enzyme, on parle de catalyse enzymatique.

D'après <https://www.cnrs.fr/>

### Données :

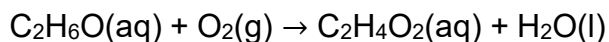
- Le degré d'acidité d'un vinaigre est égal à la masse d'acide acétique contenue dans 100 g de vinaigre. S'exprime en degré (°) ou en pourcentage (%).
- Le titre en alcool ou teneur en alcool (% en volume) correspond au volume d'éthanol (en mL) contenu dans 100 mL de liquide alcoolique.
- Masse volumique de l'éthanol à 25 °C :  $\rho = 0,79 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$
- Masse molaire moléculaire de l'éthanol :  $M_{(\text{éthanol})} = 46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Masse molaire moléculaire de l'acide acétique :  $M_{(\text{acide acétique})} = 60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

### La fermentation acétique

On veut créer du vinaigre à partir d'un vin.

1. Écrire les deux demi-équations électroniques associées aux couples oxydant/réducteur suivants:  $C_2H_4O_2(aq)/C_2H_6O(aq)$  et  $O_2(g)/H_2O(l)$ .
2. Nommer les réactifs de la réaction modélisant l'oxydation du vin dans l'air.

3. Montrer que l'équation de la réaction modélisant l'oxydation du vin dans l'air est :



4. Expliquer pourquoi l'*Acétobacter aceti* n'apparaît pas dans l'équation de cette réaction.

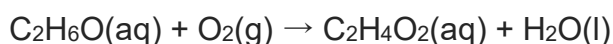
5. Expliquer pourquoi il est préférable que les bactéries soient en surface du liquide et non au fond du récipient contenant le vin qui s'oxyde.

### La fabrication artisanale de vinaigre

Un élève décide de fabriquer du « vinaigre de vin » en utilisant du vin bio ayant une teneur en alcool de 12,5 % en volume d'alcool. Il en verse 500 mL dans un bocal en verre qu'il ferme d'un fin tissu, pour laisser passer l'air et retenir les impuretés.

6. Vérifier que la quantité de matière d'éthanol présent dans le bocal initialement a une valeur de  $n_{\text{alcool}} = 1,07 \text{ mol}$ .

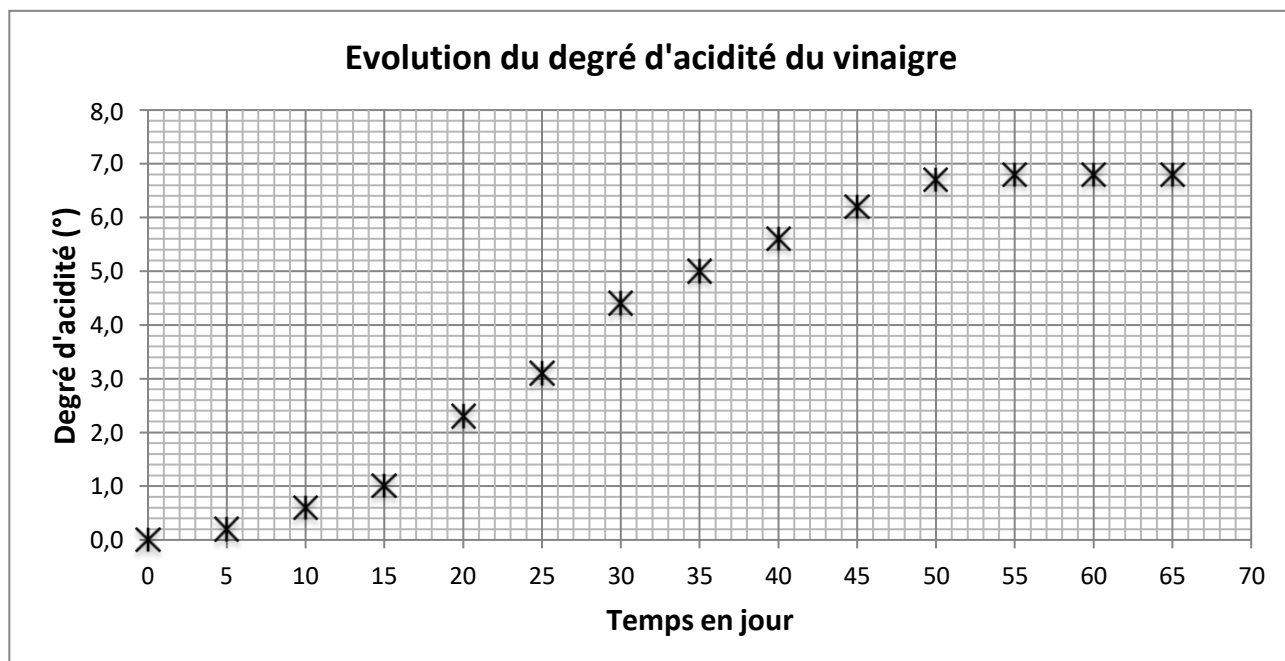
L'équation de la réaction modélisant l'oxydation de l'éthanol dans l'air est la suivante :



7. Déterminer l'avancement maximal,  $x_{\text{max}}$ , de cette réaction pour une transformation considérée comme totale (l'eau et le dioxygène sont considérés en excès).

L'élève décide d'étudier l'évolution du degré d'acidité du vinaigre formé. Pour cela, il prélève délicatement tous les 5 jours une petite quantité de la solution du bocal qu'il dose par une solution de soude afin de calculer le degré d'acidité. On fera l'approximation que le volume de la solution restera constant tout au long de l'expérience.

Les résultats obtenus sont indiqués dans le graphique suivant :



On se propose d'étudier la solution obtenue le 25<sup>ème</sup> jour de repos.

8. Déterminer la valeur du degré d'acidité du vinaigre au bout de 25 jours de repos.

9. Montrer que la quantité de matière  $n_{\text{acide}}$  en acide acétique présente dans le bocal au bout de 25 jours a pour valeur  $n_{\text{acide}} = 0,25 \text{ mol}$ , sachant que la masse volumique du mélange obtenue est de  $1,0 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ .
10. Déterminer l'avancement final  $x_f$  de cette réaction. Comparer à l'avancement maximal. Conclure.

La réglementation française limite la teneur en alcool résiduel (restant) dans le vinaigre à 1,5 % en volume.

11. Montrer que la quantité de matière  $n_f$  d'alcool restant dans la solution de vinaigre à l'état final a pour valeur  $n_f = 0,5 \text{ mol}$ .
12. Conclure sur le respect ou non de la réglementation.