Exercice 1

EXERCICE 1 : FABRICATION ET AROMATISATION D'UN YAOURT MAISON (9 POINTS)

Le lait est un aliment d'un grand intérêt nutritionnel dont la difficulté de conservation a été contournée depuis longtemps grâce à la fermentation lactique. Celle-ci fait intervenir des ferments et conduit à la transformation chimique du glucose en acide lactique. L'acide lactique, naturellement présent dans le lait voit son taux augmenter. Cette augmentation est responsable de la prise en masse du lait pour former un yaourt.

La yaourtière permet un chauffage doux et progressif du lait additionné des ferments afin de stimuler le processus de fermentation lactique ; ainsi, il suffira de huit heures environ pour fabriquer des yaourts.

Lors de la fermentation lactique, la multiplication des bactéries permettant la formation d'acide lactique est efficace entre 37,5°C et 45,0°C. En cas de température trop basse, en huit heures, le yaourt ne prendra pas. À l'inverse, une température trop élevée le rendra trop acide.

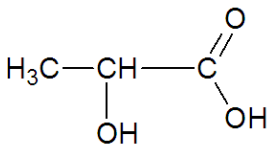
On propose dans cet exercice de vérifier les conditions de fabrication d'un yaourt « fait maison » à la yaourtière et de l'aromatiser avec un arôme d'ananas synthétisé au laboratoire.

Partie A : Fabrication d'un yaourt

Données :

- Informations à propos de l'acide lactique :

Formule semi-développée :



Masse molaire :

$M = 90{,}1\ g.mol^{-1}$

- Dans un récipient équipé d'un bec verseur, je verse 1L de lait entier UHT* à température ambiante. Puis j'ajoute le contenu d'un sachet de ferments et je mélange très soigneusement.
- Je verse le mélange dans les pots, puis je les place ouverts dans ma yaourtière.
- Je ferme la yaourtière, puis je la mets en route suivant son mode d'emploi.
- À la fin du cycle, je mets les pots au réfrigérateur environ 2 heures avant de les déguster.

* Lait UHT : « upérisation à haute température », c'est un procédé qui consiste à tuer tous les micro-organismes et à neutraliser les enzymes éventuellement présentes naturellement dans le lait en le chauffant à une température très élevée.

Document 1. Exemple de recette maison à la yaourtière

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

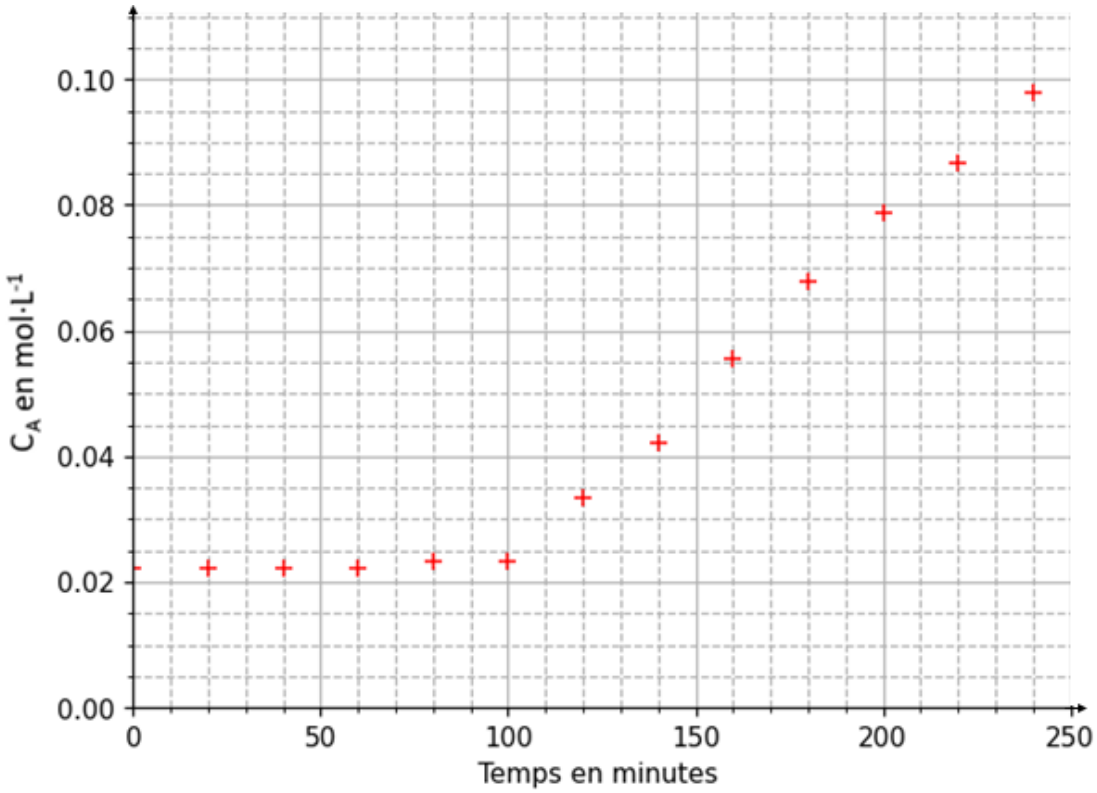
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Exercice 1

1. Étude de la cinétique de la fermentation lactique

La transformation chimique du glucose en acide lactique correspondant à la fermentation lactique est modélisée par une réaction d'équation : $C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow 2\ C_3H_6O_3(aq)$

Pendant les quatre premières heures de fabrication, on contrôle la concentration C_A en quantité de matière d'acide lactique formé dans le yaourt, on obtient la courbe ci-dessous. Les ferments sont introduits à $t = 0$ s.



Document 2. Évolution de la concentration en acide lactique dans le yaourt en fonction du temps

Q.1. Justifier, à l'aide du texte en introduction de l'exercice, que l'utilisation de la yaourtière favorise la fermentation lactique en indiquant le facteur cinétique mis en jeu.

Q.2. Identifier le temps marquant le début de la fermentation.

Q.3. Proposer une explication à la présence d'acide lactique à l'instant $t = 0$.

Q.4. Calculer la valeur de v_{app}, la vitesse volumique d'apparition de l'acide lactique lorsque la fermentation a commencé, en expliquant la démarche suivie.

Exercice 1

2. Caractérisation du yaourt maison

Le degré Dornic permet de quantifier la concentration en masse d'acide lactique présente dans les produits laitiers.

Un degré Dornic (noté °D) correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de yaourt.

Un yaourt ferme est caractérisé par un degré Dornic compris entre 80 et 100 °D et un yaourt brassé par un degré Dornic compris entre 100 et 120 °D.

Pour déterminer la fermeté d'un yaourt, on procède au titrage conductimétrique de l'acide lactique, noté HA(aq), contenu dans un volume V_A = 10,0 mL de yaourt par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration en quantité de matière C_B = 0,150 mol·L^{-1}.

Les résultats expérimentaux du titrage permettent d'obtenir la courbe du document 3.

La réaction support du titrage est : $HA(aq) + HO^-(aq) \rightarrow A^-(aq) + H_2O(\ell)$.



Document 3. Évolution de la conductivité du yaourt en fonction du volume versé de solution d'hydroxyde de sodium

Q.5. Déterminer si le yaourt testé est ferme ou brassé.

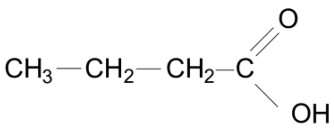
Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 6
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

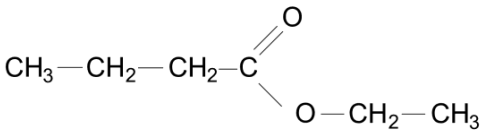
Exercice 1

Partie B : Aromatiser le yaourt avec un arôme d'ananas

L'arôme d'ananas que l'on utilise pour aromatiser le yaourt est constitué principalement de butanoate d'éthyle synthétisé à partir d'acide butanoïque :



Acide butanoïque



Butanoate d'éthyle

Document 4. Formules semi-développées de molécules

Liaison	Nombre d'onde (cm^{-1})	Intensité
O-H alcool	3200 - 3700	forte, large
O-H acide carboxylique	2500 - 3200	forte à moyenne, large
C = C	1620 - 1690	fine, moyenne
C = O ester	1700 -1740	forte
C = O aldéhyde et cétone	1650 - 1730	forte
C = O acide	1680 - 1710	forte
C – H aldéhyde	2700 - 3100	moyenne

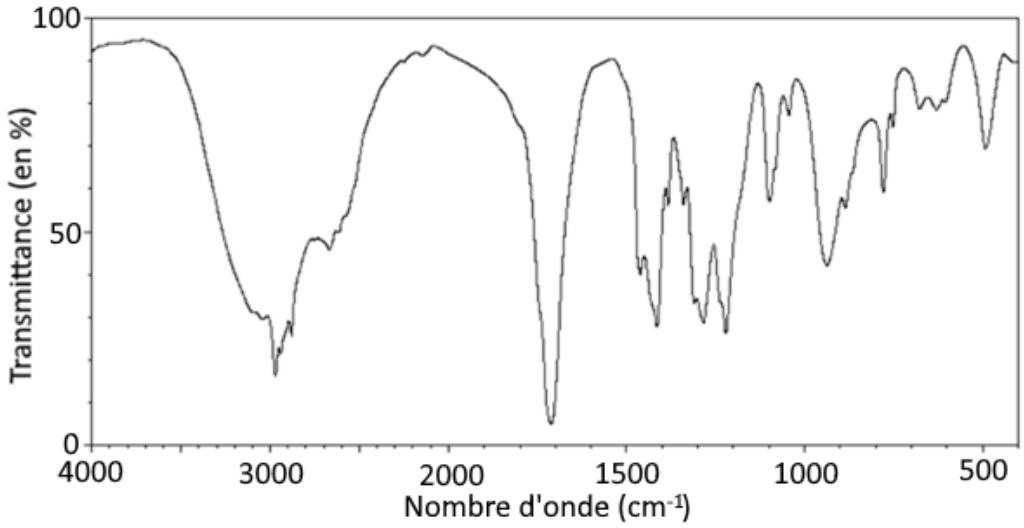
Document 5. Table de données des spectres infrarouge (IR)

1. Étude des espèces chimiques de la synthèse

Q.6. Représenter la formule topologique du butanoate d'éthyle.

Q.7. Sur la formule topologique, entourer le groupe caractéristique de cette molécule et nommer la famille fonctionnelle correspondante.

Q.8. Déterminer la molécule qui, parmi celles présentées dans le document 4, correspond au spectre infrarouge ci-dessous. Justifier.



Document 6. Spectre infrarouge (Source : d'après *mediachimie.org*)

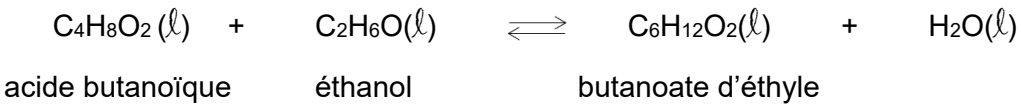
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Exercice 1

2. Synthèse de l'arôme d'ananas

La synthèse de l'arôme d'ananas correspond à la transformation modélisée par la réaction dont l'équation est :



Son protocole est le suivant :

Étape 1 : Introduire dans un ballon 40,0 mL d'éthanol (réactif en excès), 40,0 mL d'acide butanoïque et 1,0 mL d'acide sulfurique concentré.

Étape 2 : Chauffer à reflux pendant 30 min.

Étape 3 : Refroidir jusqu'à température ambiante puis verser le contenu dans une ampoule à décanter.

Étape 4 : Ajouter 100 mL d'eau salée puis 30 mL de cyclohexane.

Étape 5 : Isoler la phase organique.

Étape 6 : Éliminer le solvant par distillation. On obtient ainsi 33,7 g d'ester.

Solvant	Eau	Eau salée	Éthanol	Cyclohexane
Solubilité du butanoate d'éthyle	Faible	Très faible	Bonne	Moyenne
Masse volumique ($g \cdot mL^{-1}$)	1,00	> 1,00	0,79	0,78
Miscibilité avec l'eau		Miscible	Miscible	Non miscible

Document 7. Propriétés physico-chimiques de quelques solvants extracteurs

Espèces chimiques	Eau	Éthanol	Butanoate d'éthyle
Masse molaire ($g \cdot mol^{-1}$)	18,0	46,0	116,0

Document 8. Masse molaire de quelques molécules

Q.9. Identifier dans le protocole les opérations permettant d'optimiser la vitesse de formation de l'arôme d'ananas.

Q.10. Justifier l'utilisation du cyclohexane dans l'étape 4 pour isoler le butanoate d'éthyle.

Q.11. Schématiser l'ampoule à décanter, la légender avec les termes : phase aqueuse et phase organique. Justifier la position de la phase contenant le butanoate d'éthyle.

Q.12. Montrer que l'éthanol est bien le réactif en excès, sachant que la quantité de matière initiale de l'acide butanoïque est $n_{acide} = 4{,}4 \times 10^{-1}$ mol.

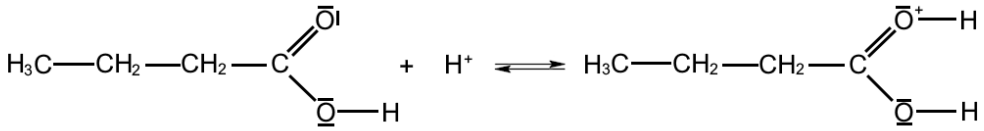
Q.13. Calculer alors la valeur du rendement de la réaction. Commenter.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 6
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

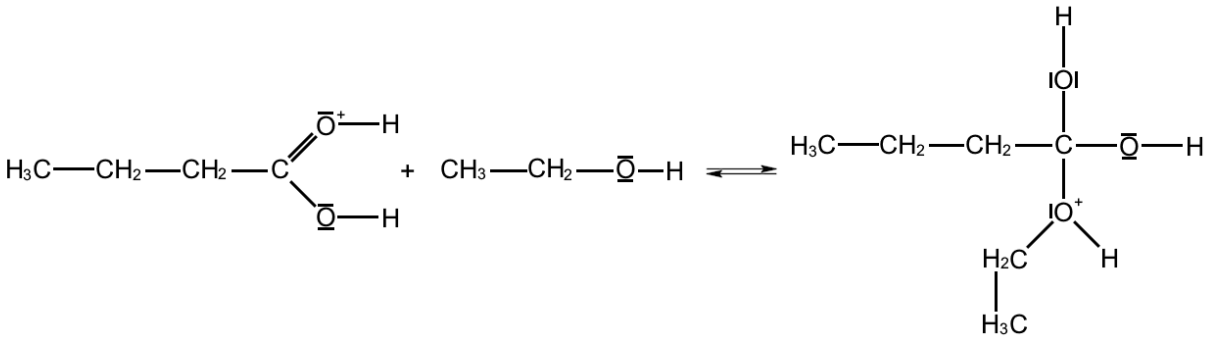
Exercice 1

On s'intéresse à une partie du mécanisme réactionnel de la réaction dont les 2 premières étapes sont données ci-dessous :

(1)



(2)



Q.14. Identifier un intermédiaire réactionnel dans les étapes du mécanisme réactionnel ci-dessus, en justifiant.

Q.15. Recopier l'étape **(1)** et représenter par une flèche courbe le déplacement d'électrons. Justifier son sens.