

**BACCALURÉAT TECHNOLOGIQUE  
E8 SCIENCES DE LA MATIÈRE**

Série : STAV

Durée : 120 minutes

Matériel(s) et document(s) autorisé(s) : **calculatrice**

Le sujet comporte 7 pages

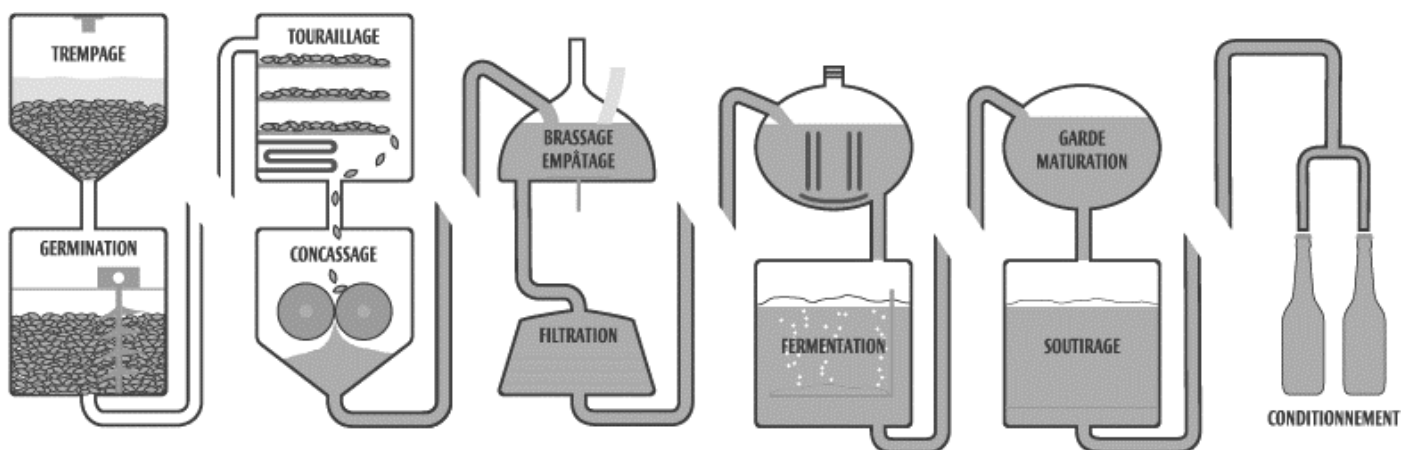
<b>PARTIE A : Une eau de qualité pour un empâtage réussi .....</b>	<b>6 points</b>
<b>PARTIE B : La fabrication de la bière .....</b>	<b>11 points</b>
<b>PARTIE C : Fermentation et mise en bouteille .....</b>	<b>3 points</b>

*Les annexes A et B sont à rendre avec la copie après avoir été numérotées*

**SUJET**

**Une brasserie artisanale**

La Brasserie du Lilat fabrique depuis plusieurs années des bières artisanales biologiques. Pour la fabrication de ses bières, la brasserie utilise de l'eau, du malt (très souvent de l'orge cuit), du houblon et des levures. Le procédé de fabrication est donné ci-dessous :



<http://brasseriela-parisienne.com/wp-content/uploads/illustration-FAB.png>

## **PARTIE A : Une eau de qualité pour un empâtage réussi (6 points)**

L'empâtage est la première étape du procédé de fabrication de la bière réalisée dans la brasserie : on mélange du malt concassé à de l'eau à 50 °C. Les minéraux présents dans l'eau utilisée peuvent influencer sur les qualités organoleptiques de la bière, mais aussi sur le déroulé de la fermentation.

**A.1.** À l'aide du **document A1**, expliquer pourquoi il est important de maîtriser le pH lors du brassage de la bière.

Le brasseur dispose de papier pH et d'un pH-mètre.

**A.2.** Préciser, en justifiant, le matériel le plus pertinent pour faire les vérifications du pH de la bière en fabrication.

La Brasserie du Lilat utilise une eau de source naturellement minéralisée, qui influence la qualité de la bière. On souhaite connaître la concentration  $C_B$  en ions hydrogénocarbonate  $\text{HCO}_3^-$  en réalisant un dosage à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ ).

Les détails de ce dosage se trouvent dans le **document A2**.

**A.3.** Déterminer la valeur du volume équivalent  $V_{AE}$  en faisant apparaître les traces écrites de cette détermination sur la courbe de l'**Annexe A (à rendre avec la copie)**.

**A.4.** Justifier qu'à l'équivalence on a la relation suivante :  $C_B \times V_B = C_A \times V_{AE}$ .

**A.5.** Montrer, en justifiant, que la concentration  $C_B$  en ions hydrogénocarbonate  $\text{HCO}_3^-$  est environ égale à  $1,4 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .

**A.6.** À l'aide du **document A3**, déterminer le type de bière qu'il est intéressant de produire, au vu de la concentration massique en ions hydrogénocarbonate  $\text{HCO}_3^-$  de l'eau de source.

**Donnée** : masse molaire des ions hydrogénocarbonate  $M(\text{HCO}_3^-) = 61 \text{ g.mol}^{-1}$ .

## **PARTIE B : La fabrication de la bière (11 points)**

Le brassage de la bière est une opération importante qui consomme beaucoup d'énergie car l'eau qui a été mélangée au malt (le moût) doit être chauffée. Prélevée à 11°C, elle est en fin de brassage à 100°C. On s'intéresse uniquement à la montée en température du moût qui se fait grâce à un chauffage électrique. Chaque semaine, la brasserie du Lilat met en bouteilles 3 000 L de bière.

**B.1.** À l'aide du **document B1**, montrer que pour une semaine la quantité d'énergie  $Q$  échangée pour la montée en température est environ égale à  $1,2 \times 10^9$  J.

**B.2.** Calculer le coût de cette consommation énergétique.

**Données :** tarif de l'électricité : 1 kWh est facturé 0,16 €      1 kWh =  $3,6 \times 10^6$  J

Afin de réduire ses coûts, la Brasserie du Lilat souhaite installer 40 m<sup>2</sup> de panneaux solaires sur son toit. Dans ce dispositif, l'eau nécessaire au brassage de la bière circule dans les panneaux solaires, ce qui permet de la chauffer grâce au rayonnement du soleil.

**B.3.** Compléter la chaîne énergétique de l'**Annexe B** (à rendre avec la copie).

**B.4.** Calculer le rendement énergétique des panneaux solaires, en utilisant les données figurant sur l'**annexe B**.

**B.5.** À l'aide du **document B2**, montrer que 1 m<sup>2</sup> de panneaux solaires produit chaque semaine environ 31 MJ d'énergie thermique.

**B.6.** En déduire la surface en panneaux solaires nécessaire pour assurer les besoins en énergie thermique de la brasserie ( $1,2 \times 10^9$  J) pendant une semaine.

**B.7.** Conclure, en justifiant, sur la pertinence du projet d'installation de panneaux solaires.

L'eau utilisée par la Brasserie du Lilat est issue d'une source souterraine qui coule à une profondeur de 7,0 m sous le hall de production. Chaque semaine, 5,0 m<sup>3</sup> d'eau sont prélevés pour le brassage.

**B.8.** Calculer le poids correspondant à 5,0 m<sup>3</sup> d'eau.

**Données :** intensité de la pesanteur :  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$ .

masse volumique de l'eau :  $1,0 \text{ kg.L}^{-1}$ .

**B.9.** Calculer le travail du poids correspondant au pompage de l'eau vers la brasserie.

On donne le travail d'une force  $\vec{F}$  dont le point d'application se déplace de A vers B :

$$W(\vec{F}) = F \times AB \times \cos \alpha \quad \text{avec } \alpha \text{ l'angle entre } \vec{F} \text{ et } \overrightarrow{AB}.$$

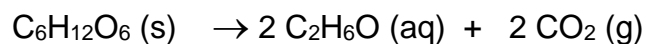
**B.10.** Préciser, en justifiant, si le travail du poids est moteur ou résistant.

### **PARTIE C : Fermentation et mise en bouteille (3 points)**

Après le brassage, la bière est houblonnée, refroidie, puisensemencée avec des levures. Elle fermente ensuite pendant environ une semaine avant la mise en bouteilles. Le degré alcoolique de la bière atteint alors 4,1°.

**C.1.** Vérifier que, dans un litre de bière, la quantité de matière en éthanol est environ égale à 0,70 mol, en exploitant les données figurant dans le **document C**.

Avant l'embouteillage, on rajoute 6,5 g de glucose  $C_6H_{12}O_6$  par litre de bière pour relancer une fermentation : le glucose est totalement transformé en éthanol  $C_2H_6O$  et en dioxyde de carbone  $CO_2$  selon l'équation :



L'ajout de glucose entraîne une augmentation du degré alcoolique. Le brasseur veut produire une bière dont le degré alcoolique total ne dépasse pas 5°.

**C.2.** Vérifier que la bière ainsi produite satisfait à cette condition.

**Remarque** : La démarche suivie et la qualité de la rédaction sont évaluées. Tout élément de raisonnement même partiel sera pris en compte.

## DOCUMENT A1

Les ions hydrogénocarbonate ont un rôle essentiel dans le brassage : ils permettent de conserver le pH entre 5,5 et 5,8. Ce pH permet de maximiser le rendement des enzymes (amylases) agissant sur le malt et de stabiliser la mousse.

Si le pH est trop élevé lors du brassage, la bière sera plus sombre que prévu, amère, et aura un goût de malt moins prononcé. À l'inverse, si le pH est trop bas, la bière aura moins de corps, sera moins amère mais plus âcre.

## DOCUMENT A2

### **Protocole du dosage**

Dans un bécher, introduire un volume  $V_B = 10,0$  mL d'eau de source de concentration en ions hydrogénocarbonate  $C_B$  inconnue.

À l'aide d'une burette graduée, verser dans le bécher une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_A = 1,0 \times 10^{-3}$  mol.L<sup>-1</sup> et noter l'évolution du pH à l'aide d'un pH-mètre.

Équation support du dosage :  $\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{HCO}_3^- (\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{H}_2\text{CO}_3 (\text{aq})$

## DOCUMENT A3

Généralement, les concentrations idéales en ions hydrogénocarbonate varient entre 0-50 mg/L pour les bières blondes, 50-150 mg/L pour les bières ambrées et 150-250 mg/L pour les bières brunes.

Source : [www.btobeer.com](http://www.btobeer.com)

## DOCUMENT B1

- Masse volumique du moût :  $\rho = 1,05$  kg.L<sup>-1</sup>
- Capacité thermique massique du moût :  $c = 4\,180$  J.kg<sup>-1</sup>.°C<sup>-1</sup>
- Expression de l'énergie thermique échangée par un corps de masse  $m$ , de capacité thermique  $c$ , subissant une variation de température  $\Delta\theta = \theta_f - \theta_i$  :  $Q = m \times c \times \Delta\theta$ .

## DOCUMENT B2

- Production d'énergie thermique pour 1 m<sup>2</sup> de panneaux solaires : 8,5 kWh par semaine
- 1 kWh =  $3,6 \times 10^6$  J
- 1 MJ =  $1 \times 10^6$  J

## DOCUMENT C

- Définition du degré alcoolique : 1° d'alcool correspond à 10 mL d'éthanol pour 1 L de boisson.
- Masse volumique de l'éthanol :  $\mu = 0,789$  g.mL<sup>-1</sup>
- Masse molaire du glucose  $M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180$  g.mol<sup>-1</sup>
- Masse molaire de l'éthanol  $M(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 46$  g.mol<sup>-1</sup>

**NOM :**

**EXAMEN :**

(EN MAJUSCULES)

Spécialité ou Option :

**Prénoms :**

**EPREUVE :**

**Date de naissance :**

Centre d'épreuve :

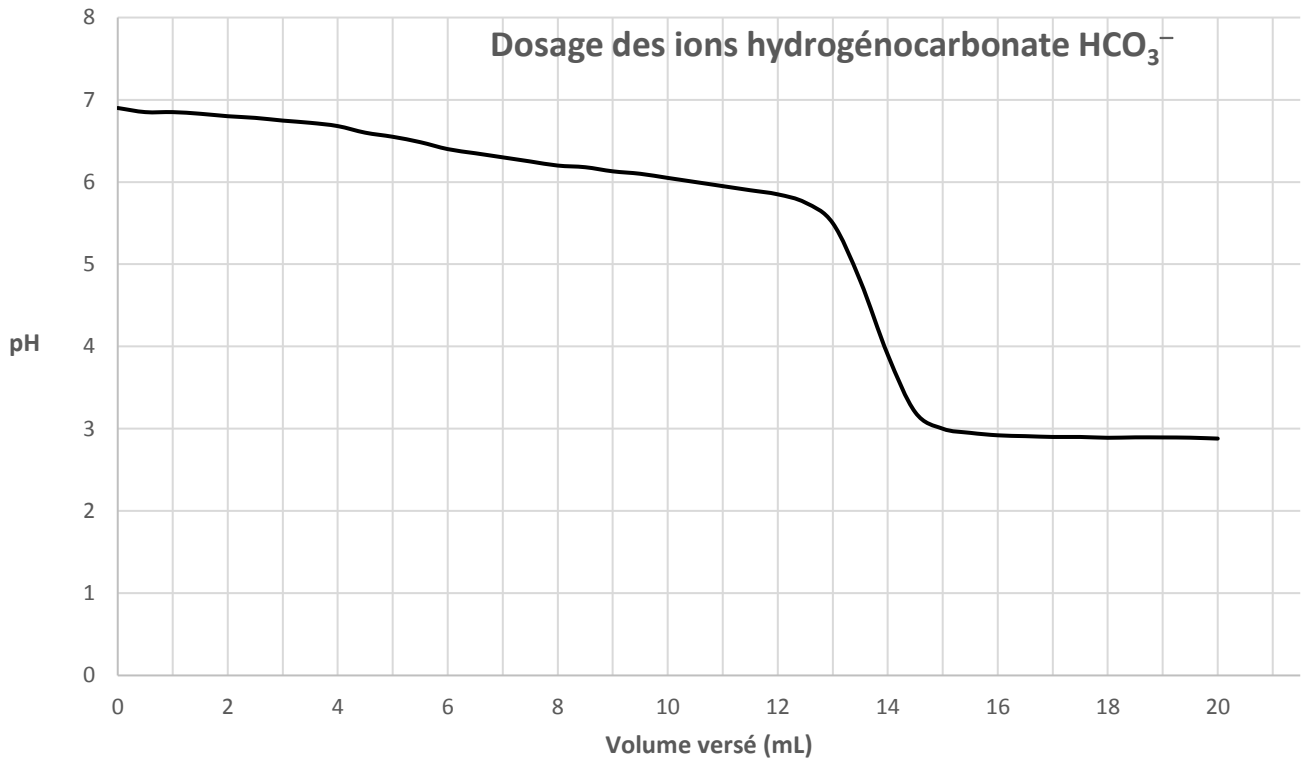
Date :

N° ne rien inscrire

**ANNEXE A (à compléter, numéroté et à rendre avec la copie)**

N° ne rien inscrire

--	--



**NOM :**

**EXAMEN :**

(EN MAJUSCULES)

Spécialité ou Option :

**Prénoms :**

**EPREUVE :**

**Date de naissance :**

Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

**ANNEXE B** (à compléter, numéroter et à rendre avec la copie)

N° ne rien inscrire

--	--

Chaîne énergétique d'un panneau solaire

