

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
E8 SCIENCES DE LA MATIÈRE

Série : STAV

Durée : 2 heures

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

Le sujet comporte **5** pages

PHYSIQUE CHIMIE **20 points**

SUJET

Physique chimie et production de jus de pommes et de cidre.

Le sujet traite de la pasteurisation d'un jus de pommes et de la production d'un cidre doux. Les parties A et B sont indépendantes.

Partie A (9 points)

Un producteur de cidre (cidriculteur) veut diversifier son activité et installer un atelier de production de jus de pommes.

Le jus de pomme doit être pasteurisé au moment de son conditionnement (24 h après le pressage), afin d'éviter la fermentation des sucres qu'il contient. Il faut pour cela élever significativement sa température.

La pasteurisation s'effectue à l'aide d'un échangeur tubulaire alimenté en eau chaude et situé dans un groupe chaudière (schéma de principe donné dans le **document 1**).

Le producteur doit équiper son atelier d'une chaudière. Un des buts de l'exercice est d'effectuer le choix de celle qui correspondra le mieux aux besoins de l'activité.

Pour répondre aux questions suivantes, on s'appuiera sur les connaissances acquises et sur les informations données dans les **documents 1 et 2**.

1. Calcul de la quantité de chaleur échangée par le jus dans le pasteurisateur.
 - 1.1. Montrer que la masse de jus à pasteuriser a une valeur de 2 650 kg.
 - 1.2. Vérifier que la valeur de la quantité de chaleur Q échangée par le jus de pomme dans le pasteurisateur est : $Q = 782$ MJ.
 - 1.3. En précisant la convention utilisée, justifier le signe de Q .
 - 1.4. Calculer la valeur de P_R : puissance échangée par le jus de pomme dans l'échangeur tubulaire.

2. Justifier qu'il existe des débits différents selon la température initiale du jus à pasteuriser.
3. Le rendement r de l'échangeur tubulaire a pour valeur : 84 %.
 - 3.1. Proposer une explication du fait que la puissance thermique de la chaudière, notée P_{TH} n'est pas entièrement transférée au jus de pomme.
 - 3.2. Montrer que la valeur de P_{TH} est de l'ordre de 85 kW.
 - 3.3. Choisir dans le **document 3**, et en justifiant, le modèle de chaudière adapté à au volume de jus de pomme que ce producteur veut pasteuriser.
4. Autonomie de l'installation en gaz.

En s'appuyant sur les connaissances acquises et sur les données du **document 2**, montrer que la bouteille de gaz doit être remplacée lorsque le producteur a pasteurisé 5 000 L de jus de pomme.

On pourra, pour cela,

 - exprimer la valeur de Q en kW.h ;
 - déterminer la masse m de gaz nécessaire à la pasteurisation de 5 000 L de jus.

Partie B (11 points)

La principale activité du cidriculteur demeure la production de cidre, particulièrement du cidre doux, plus riche en sucres que le cidre brut. Cette production doit être contrôlée afin que la teneur en sucres et alcool soit conforme à l'appellation du produit.

La date de récolte des pommes destinées à la production de cidre est tardive (entre octobre et décembre). En effet, il faut attendre que l'amidon présent dans les pommes soit transformé en glucose. Cette transformation, appelée « régression de l'amidon » est importante car, contrairement au glucose, il n'y a pas de fermentation alcoolique de l'amidon.

1. De la pomme au cidre

Après récolte, les pommes sont pressées, on obtient un jus non raffiné, appelé moût.

- 1.1. Citer le nom de la transformation chimique correspondant à la « régression de l'amidon ».
- 1.2. Proposer un test colorimétrique simple permettant de savoir si cette transformation est achevée, on donnera en particulier le changement de couleur du réactif caractéristique.
- 1.3. Nommer la famille biochimique auxquels appartiennent les « sucres » du moût.
- 1.4. En s'appuyant sur les connaissances acquises et sur les informations données dans le **document 4**, écrire l'équation de la réaction correspondant à la fermentation alcoolique du glucose.

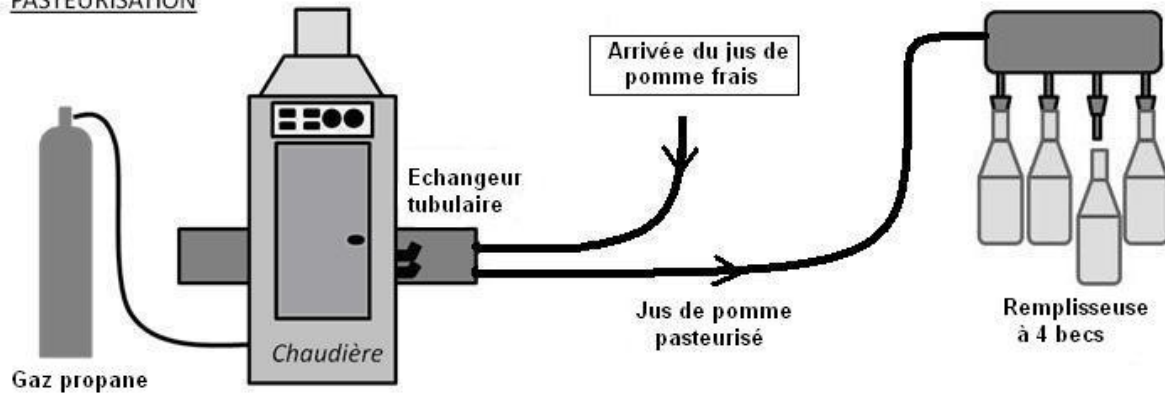
2. Production d'un cidre doux

Le cidriculteur souhaite produire un cidre doux. Il fait une rapide estimation de la teneur en sucres du moût à l'aide d'un pèse-cidre. Après fermentation, il doit également contrôler le degré alcoolique, pour cela, un technicien fait une analyse du cidre. Les principales étapes du protocole d'analyse sont données dans le **document 5**.

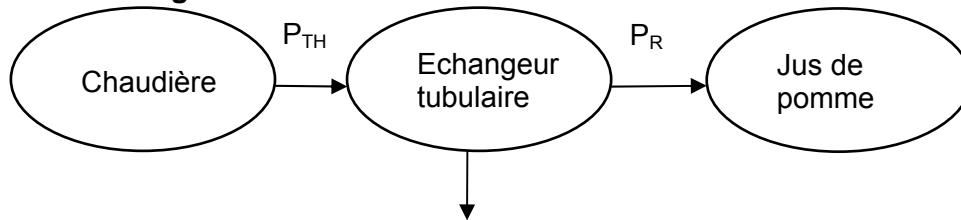
- 2.1. Citer la verrerie utilisée pour prélever les 10,00 mL de la solution S_1 , et celle utilisée pour prélever l'acide sulfurique.
- 2.2. Rappeler les mesures de sécurité à respecter pour manipuler une solution concentrée d'acide sulfurique (utiliser les ressources du **document 5**).
- 2.3. Donner, en justifiant, le changement de couleur observé à l'équivalence.
- 2.4. En s'appuyant sur les connaissances acquises et les données fournies dans le **document 5**,
 - 2.4.1. Justifier le fait que l'on ajoute de l'acide sulfurique concentré dans le milieu réactionnel.
 - 2.4.2. Montrer que la quantité de matière n_1 d'éthanol contenue dans la prise d'essai dans la solution S_1 a pour expression : $n_1 = 1,5 \times C_2 \times V_{2E}$
 - 2.4.3. Calculer la valeur numérique de n_1 .
- 2.5. Sachant que : une quantité de matière d'éthanol dans la prise d'essai : $n_1 = 1,7 \times 10^{-4}$ mol correspond à : 1° d'éthanol dans le cidre.
Préciser, en justifiant, si le cidre analysé correspond au cadre légal d'un cidre doux.

DOCUMENT 1 : Schéma de principe du groupe chaudière

PASTEURISATION



Chaîne énergétique de l'échangeur tubulaire :



DOCUMENT 2 : Paramètres et caractéristiques de l'installation

- 2 500 L de jus de pomme doivent être traités en 3 heures
- volume d'une bouteille : 75 cL
- débit du pasteurisateur (valeurs indicatives) :
800 L/h pour un jus froid (à 11°C) 1 100 L/h pour un jus tiède (à 25°C)
- le jus de pomme frais est stocké à une température : $T_J = 11^\circ\text{C}$.
- température de pasteurisation : $T_P = 83^\circ\text{C}$
- gaz pour la chaudière :
 - bouteille contenant 35 kg de gaz propane
 - pouvoir calorifique du propane (énergie thermique transférée par la combustion d'un kilogramme de ce gaz) : $\text{PCI} = 12,8 \text{ kW}\cdot\text{h}\cdot\text{kg}^{-1}$

Données :

- masse volumique du jus de pomme : $\rho = 1\,060 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
- capacité thermique massique du jus de pomme : $C_j = 4\,100 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$
- quantité de chaleur Q échangée par un corps de masse m , de capacité thermique massique c , subissant une variation de température $t_f - t_i$: $Q = m \times c \times (t_f - t_i)$
- énergie E échangée par un système : $E = P \times \Delta t$ avec P : puissance du transfert et Δt la durée du transfert.

Les unités sont celles du système international.

- 1 kW.h correspond à $3,6 \times 10^6 \text{ J}$ 1h correspond à 3 600 s

DOCUMENT 3 : Caractéristiques techniques de deux chaudières

(extrait d'un catalogue Chaffoteaux et Maury®)

	Ensemble moduloflame 75	Ensemble moduloflame 120
Puissance thermique	75 kW	120 kW
Nombre de becs par brûleur	24	24
Pression maximale en service	6 bar	6 bar
Contenance en eau	15 L	15 L

DOCUMENT 4 : Sucres du moût - Principe de la fermentation alcoolique

Les **sucres contenus dans le moût** (à raison de 12,50 % en masse) sont essentiellement : le glucose ($C_6H_{12}O_6$) et fructose.

Ces **sucres** sont transformés en **éthanol** (C_2H_6O) et **dioxyde de carbone** sous l'action de **levures** qui catalysent la transformation.

Le suivi de la fermentation est réalisé grâce à un densimètre ou « pèse-cidre » qui permet de connaître la **masse volumique du moût** et, grâce à une table, d'estimer la richesse en sucres du moût et une estimation du **degré alcoolique potentiel**.

La fermentation alcoolique est toujours incomplète, en effet, un cidre dont tous les sucres auraient fermenté serait imbuvable. On doit donc arrêter la fermentation quand il y a encore du sucre.

C'est la durée de la fermentation qui va différencier un cidre doux ou brut.

Un **cidre doux** a une fermentation courte et va donc être sucré et peu alcoolisé.

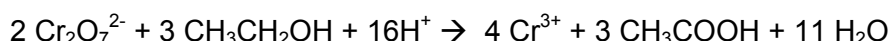
Légalement, son degré alcoolique doit être inférieur à 3°.

DOCUMENT 5 : Analyse du cidre doux

Protocole pour déterminer le degré alcoolique D d'un cidre

On prélève 10,0 mL de cidre que l'on traite par une méthode appropriée afin d'en isoler l'éthanol. On prépare ensuite une solution aqueuse de 100,00 mL de cet éthanol. Cette solution que l'on va doser est appelée S_1 .

La réaction support de ce dosage est une réaction d'oxydoréduction entre l'éthanol (CH_3CH_2OH) et les ions dichromate $Cr_2O_7^{2-}$. L'équation chimique correspondante :



Dans un erlenmeyer, on place un volume $V_1 = 10,00$ mL de la solution S_1 et quelques millilitres d'acide sulfurique concentré. On assure une agitation de ce milieu.

À l'aide d'une burette graduée, on verse dans cet erlenmeyer une solution dosante de dichromate de potassium de concentration en ions dichromate :

$$C_2 = 3,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}.$$

L'équivalence est obtenue après avoir versé un volume $V_{2E} = 10,2$ mL de la solution dosante.

Données :

- Ion dichromate $Cr_2O_7^{2-}$: couleur orange en solution aqueuse
- Ion chrome (III) Cr^{3+} : couleur verte en solution aqueuse
- Solution aqueuse contenant des ions Cr^{3+} et des ions $Cr_2O_7^{2-}$: couleur marron, rouille.
- Ethanol : incolore

Pictogramme figurant sur le flacon d'acide sulfurique concentré :

