

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
ÉPREUVE E 8
SCIENCES DE LA MATIÈRE

Série : STAV

Durée : 2 heures

Matériel autorisé : **Calculatrice**

Rappel : Au cours de l'épreuve, la calculatrice est autorisée pour réaliser des opérations de calcul, ou bien élaborer une programmation, à partir des données fournies par le sujet.

Tout autre usage est interdit.

Le sujet comporte 5 pages

SUJET
Le sucre

Les calculs effectués doivent être détaillés et justifiés. L'écriture des formules ou expressions littérales des lois utilisées est exigée.

En 2008, l'union européenne a produit environ 17 millions de tonnes de sucre. La majeure partie de ce sucre est obtenue à partir de la betterave sucrière. La surface emblavée en betteraves à sucre est d'environ 1,8 millions d'hectares. Une betterave sucrière contient en moyenne 16 % de sucre dont 85 % environ peuvent être extraits.

PARTIE PHYSIQUE : (10 points)

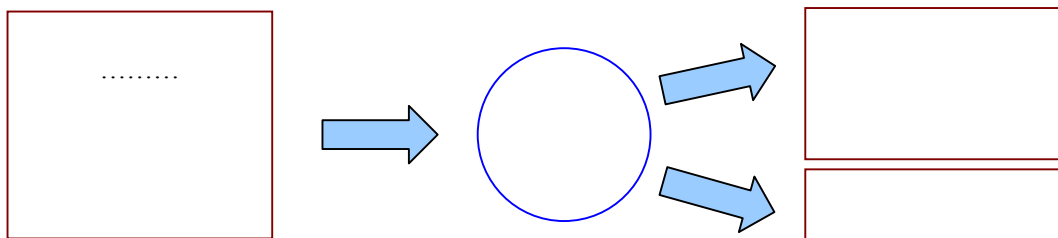
Le schéma du **document 1** présente quelques étapes du fonctionnement d'une sucrerie.

1. Étude des échanges thermiques.

Lors de l'étape de diffusion, la température du jus sucré est portée de 80 °C à 120 °C. Cette opération est réalisée à l'aide d'un échangeur thermique. Cet échangeur est constitué de tubes dans lesquels circule le jus sucré, les tubes étant réchauffés par de la vapeur sous pression.

1.1. Recopier et compléter le schéma qui suit, avec les 4 termes suivants :

- énergie perdue ;
- énergie thermique fournie par la vapeur ;
- échangeur thermique ;
- énergie thermique reçue par le jus sucré.



- 1.2. Parmi les formes d'énergies mises en jeu, préciser laquelle est une énergie utile. Donner celle qui est une énergie consommée.
- 1.3. Citer deux modes de transfert de l'énergie thermique.
- 1.4. L'énergie thermique reçue par le jus sucré durant 1 h lors de l'étape de diffusion est : $Q_1 = 5,28 \times 10^7$ kJ. Calculer la puissance correspondante.
- 1.5. En une heure, la masse de jus sucré traité est : $m = 3,30 \times 10^5$ kg. Calculer la capacité thermique massique du jus sucré. On considère que le jus sucré ne subit pas de changement d'état sous cette pression.
- 1.6. Le rendement de l'échangeur thermique est de 0,80. Calculer l'énergie thermique fournie par la vapeur en une heure lors de l'étape de diffusion.
- 1.7. Calculer la valeur de l'énergie perdue lors de l'étape de diffusion.

2. Étude de la cristallisation.

Après filtration et évaporation du jus sucré, le sucre est cristallisé au moyen de trois centrifugeuses successives tournant chacune à 1 500 tours par minute. Le sucre est alors repoussé sur les parois internes des centrifugeuses et le jus restant est éliminé au travers de filtres posés sur les parois. Un schéma simplifié d'une centrifugeuse est présenté **document 2**.

- 2.1. Calculer la vitesse angulaire de la centrifugeuse.
- 2.2. Montrer que la valeur de la vitesse linéaire du dépôt de sucre qui s'accumule sur les parois internes de la centrifugeuse est, dans le référentiel terrestre : $v = 107,6$ m.s⁻¹.
- 2.3. Calculer la valeur de l'accélération subie par le dépôt de sucre.

3. Étude de l'alimentation électrique des centrifugeuses.

Lors de leur fonctionnement, chaque centrifugeuse est soumise à une tension efficace de 3 150 V. L'usine utilise une haute tension de valeur efficace 15 000 V. L'utilisation d'un transformateur est de ce fait nécessaire.

- 3.1. Faire un schéma légendé d'un transformateur.
- 3.2. Calculer le rapport de transformation dans le cas étudié.
- 3.3. L'intensité efficace du courant circulant dans l'enroulement secondaire alimentant la centrifugeuse est : $I_2 = 315$ A. Calculer la valeur de l'intensité efficace I_1 du courant circulant dans l'enroulement primaire du transformateur.

PARTIE CHIMIE

Le sucre, les sucres (10 points)

1. La famille des glucides.

- 1.1. Relever dans le texte du **document 3** le nom des différents glucides. Pour chacun d'eux, préciser la catégorie à laquelle il appartient : ose, diholoside, polyholoside ou hétéroside.
- 1.2. Le saccharose, le lactose et le maltose ont pour formule brute $C_{12}H_{22}O_{11}$. Ce sont des isomères. Définir ce terme.

2. Du jus sucré aux sucres.

- 2.1. On considère que la betterave renferme en moyenne 15 % de saccharose.
 - 2.1.1. Calculer la masse de saccharose contenue dans 1 000 kg de matière première.
 - 2.1.2. Le volume de jus sucré obtenu à partir de 1 000 kg de matière première est de 700 L. En considérant que tout le saccharose présent dans la matière première se retrouve dans le jus, calculer la concentration molaire en saccharose du jus sucré.

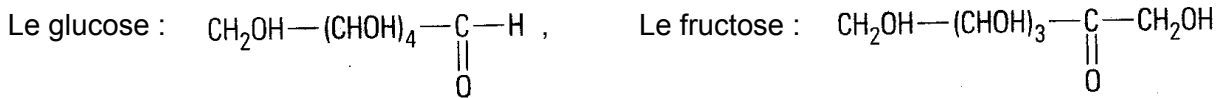
Données : masses molaires atomiques : $M(C) = 12$ g.mol⁻¹, $M(H) = 1$ g.mol⁻¹, $M(O) = 16$ g.mol⁻¹

2.2. L'hydrolyse du saccharose conduit à un mélange équimolaire de glucose et de fructose. Écrire l'équation de l'hydrolyse du saccharose.

2.3. Donner le nom et décrire un test permettant de vérifier la présence de glucose après l'hydrolyse.

3. La fermentation alcoolique des sucres.

Le glucose et le fructose sont des sucres fermentescibles. On donne les formules semi-développées de ces deux glucides :



3.1. Recopier ces formules et entourer les groupements fonctionnels de ces molécules. Nommer les fonctions chimiques correspondantes, le cas échéant préciser leur classe.

3.2. Écrire l'équation de la réaction de fermentation alcoolique.

4. Mise en évidence de l'éthanol.

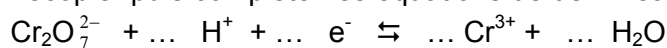
On veut vérifier la présence d'éthanol dans un jus après fermentation. Pour cela, on réalise une réaction d'oxydoréduction. On verse dans le jus (incolore) à tester une solution acidifiée de dichromate de potassium (orange). Le test est positif : le mélange final prend une coloration verte. Cette réaction est le principe de l'alcootest.

Les caractéristiques des deux couples d'oxydoréduction sont les suivantes :

Couples d'oxydoréduction	E° en V
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$	1,33
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 / \text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	0,03

4.1. Expliquer pourquoi cette réaction d'oxydoréduction est spontanément possible.

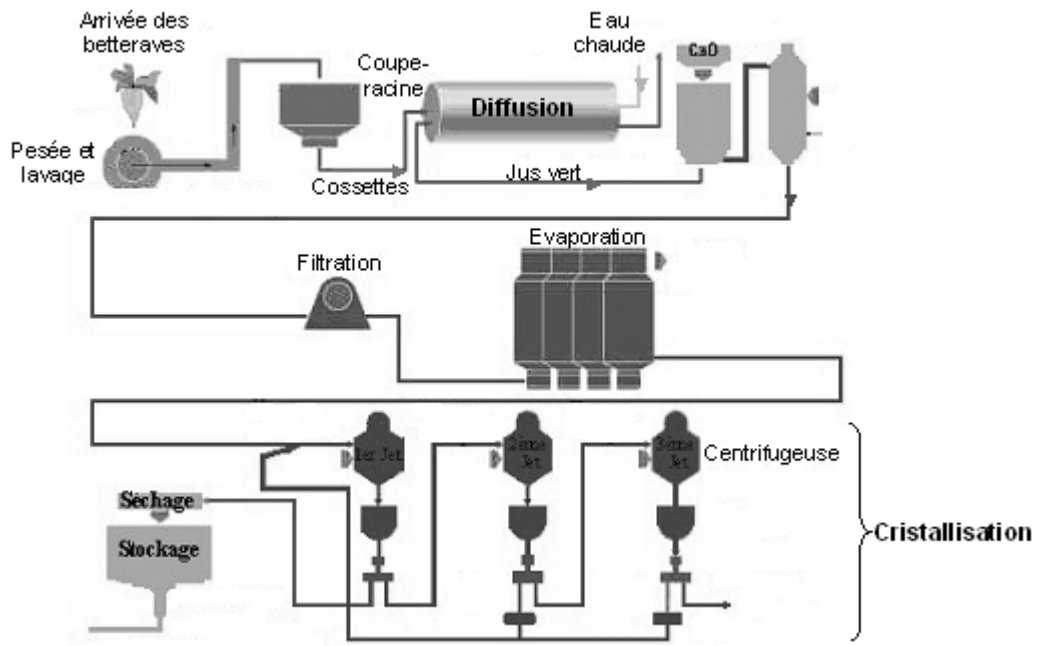
4.2. Recopier puis compléter les équations de demi-réactions.



4.3. En déduire l'équation de la réaction d'oxydoréduction mise en jeu.

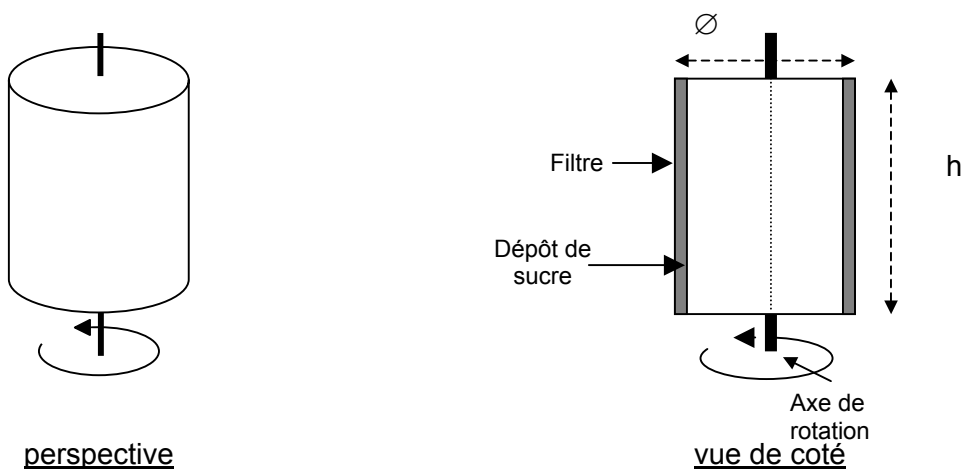
4.4. Expliquer l'utilité d'acidifier la solution de dichromate de potassium utilisée.

DOCUMENT 1



Les betteraves sont acheminées vers la chaîne d'extraction du sucre (saccharose). Au poste de lavage, toutes les matières étrangères (pierres, terre, herbes, feuilles, etc...) sont retirées. Les betteraves tombent ensuite dans des coupe-racines pour être découpées en cossettes. La phase suivante appelée diffusion consiste à extraire le sucre de la cossette. Pour cela, en étant mis en solution dans de l'eau chaude, c'est la **diffusion**. Il en sort un jus sucré appelé « jus vert » contenant le sucre et des pulpes utilisées pour l'alimentation du bétail. Ensuite viennent les phases d'évaporation, de cristallisation par centrifugation et de séchage pour obtenir un sucre blanc cristallisé.

DOCUMENT 2 : Schéma d'une centrifugeuse à sucre



Hauteur : $h = 1065 \text{ mm}$
 Diamètre : $\varnothing = 1370 \text{ mm}$

DOCUMENT 3

Le sucre

Selon qu'ils sont employés au pluriel ou au singulier, les termes « sucre » et « sucres » prennent une signification différente.

Au pluriel, les sucres sont les glucides qui constituent, à côté des protéides et des lipides, les trois principaux nutriments de l'organisme humain. Ces glucides englobent des substances fort diverses allant de la cellulose au sucre proprement dit en passant par les amidons et le glucose. Ce sont des hydrates de carbone résultant d'un ensemble de réactions chimiques consécutives à l'utilisation de l'énergie solaire par la chlorophylle des plantes vertes qui réalisent donc la photosynthèse des précurseurs glucidiques.

Certains sont simples comme le glucose, très répandu dans la nature (miel, jus des fruits, sèves végétales), le fructose, le galactose; d'autres sont composés comme le saccharose, le lactose, le maltose.

L'appellation sucre, au singulier, désigne couramment le saccharose.

Source : l'Encyclopaedia Universalis