

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
E8 SCIENCES DE LA MATIÈRE

Série : STAV

Durée : 120 minutes

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

Le sujet comporte 6 pages

PARTIE A : La bagasse et la production d'électricité	10 points
PARTIE B : Bagasse et bioéthanol	6 points
PARTIE C : Bioéthanol et CO₂	4 points

SUJET

La bagasse, une réponse possible au défi énergétique

Dans le domaine énergétique, le recours aux énergies d'origine fossile est encore très largement prépondérant dans tous les secteurs d'activité. Une alternative à ces énergies fossiles peut être la biomasse, et notamment la bagasse dans certaines régions du monde. La bagasse est issue de la canne à sucre une fois que l'on a extrait le suc. C'est un résidu fibreux, composé essentiellement de cellulose et de lignine.

Partie A : La bagasse et la production d'électricité (10 points)

Le **document A1** présente des données utiles à la résolution de certaines questions de cette partie. On encourage les candidats à en prendre connaissance et à s'y référer le cas échéant.

Le **document A2** décrit la production d'électricité à partir de la bagasse.

A.1. Donner deux exemples d'énergies fossiles.

A.2. Justifier que la combustion de la bagasse dans une centrale thermique ne contribue pas à l'effet de serre comme c'est le cas pour les énergies fossiles.

La Guadeloupe produit 225 000 tonnes de bagasse par an.

A.3. Calculer la masse de pétrole que la Guadeloupe pourrait économiser en utilisant, dans des centrales thermiques, la bagasse produite.

Le document A3 présente quelques caractéristiques de l'usine du Gol de la Réunion. On se place uniquement durant la période de récolte sucrière et on s'intéresse à la conversion énergie thermique en énergie électrique.

A.4. Calculer l'énergie thermique E_{th} libérée par la combustion de la bagasse par jour.

A.5. Calculer l'énergie électrique E_{el} produite par la centrale par jour.

On suppose que l'énergie thermique dans l'usine du Gol est totalement absorbée par le turbo-alternateur.

A.6. Calculer le rendement de la conversion d'énergie thermique en énergie électrique.

L'eau qui sert à refroidir la centrale est puisée dans une rivière en amont puis rejetée dans cette même rivière en aval. Entre le prélèvement et le rejet, l'eau subit une augmentation de température de 10°C . La puissance thermique P_{cal} « rejetée » dans la nature est deux fois plus importante que la puissance électrique produite, soit $P_{cal} = 1,9 \times 10^8 \text{ W}$.

A.7. En déduire que l'énergie thermique cédée à l'eau de la rivière en 24 h est $Q = 1,6 \times 10^{13} \text{ J}$.

A.8. Calculer la masse d'eau utilisée par le circuit de refroidissement pendant ce temps.

Partie B : Bagasse et bioéthanol (6 points)

Destiné aux moteurs à essence, le bioéthanol est produit à partir de la biomasse par des **procédés biochimiques (fermentations)** sous l'effet de levures. C'est un agrocaburant qui contribue à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Sa fabrication est décrite dans le **document B1**.

B.1. Reproduire, sur la copie, la formule de l'éthanol donnée dans le **document B1**. Entourer le groupe caractéristique de la molécule et citer la fonction chimique correspondante.

B.2. Citer la famille biochimique à laquelle appartient la cellulose, principal composé de la bagasse.

B.3. Mettre en évidence les inconvénients liés à la synthèse de bioéthanol de première génération et les avantages du procédé de deuxième génération.

Lors de la synthèse du bioéthanol (première ou deuxième génération), il se produit des fermentations. L'acidité du milieu de fermentation a une grande importance pour le développement des levures. On se propose de vérifier, par un dosage, l'acidité d'un milieu de fermentation. Le dosage est décrit dans le **document B2**.

B.4. Préciser les équipements de protection individuels (EPI) à mettre en œuvre pour manipuler la soude. Justifier.

B.5. Montrer que la relation à l'équivalence du dosage est : $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_{2E}$.

B.6. Calculer la concentration C_1 du milieu de fermentation.

Partie C : Bioéthanol et CO₂ (4 points)

Le carburant E85 est un mélange de bioéthanol et d'essence sans plomb. Nous considérerons par la suite que le carburant E85 est assimilable à de l'éthanol pur.

Le **document C1** présente des caractéristiques d'une voiture d'essai à moteur thermique (ou à combustion) et le **document C2** des données à propos de l'éthanol et du CO₂.

C.1. Calculer la masse d'éthanol consommé par la voiture d'essai sur 100 km.

C.2. En déduire la quantité de matière n d'éthanol consommé sur 100 km.

C.3. Montrer que la quantité de matière de CO₂ produite pour parcourir 100 km est d'environ 320 mol.

C.4. Calculer alors la masse de CO₂ rejetée par km et la comparer à la valeur figurant sur le **document C1**.

C.5. Proposer une explication pour la différence observée.

Documents : PARTIE A

Document A1 : Données

1 tonne = 10^3 kg 1 MW = 10^6 W 1 Wh = $3,6 \times 10^3$ J 1 jour = 24 h 1 h = 3 600 s

Relation entre l'énergie et la puissance : $E = P \times \Delta t$.

Expression de l'énergie thermique échangée par un corps de masse m , de capacité thermique c , subissant une variation de température $\Delta\theta$: $Q = m \times c \times \Delta\theta$.

Capacité thermique massique de l'eau : $c = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$.

Document A2 : La bagasse comme combustible

La bagasse peut être utilisée comme combustible pour produire de l'électricité dans une centrale thermique. C'est le cas dans beaucoup d'usines de production de sucre ou de rhum qui fonctionnent ainsi en autonomie énergétique.

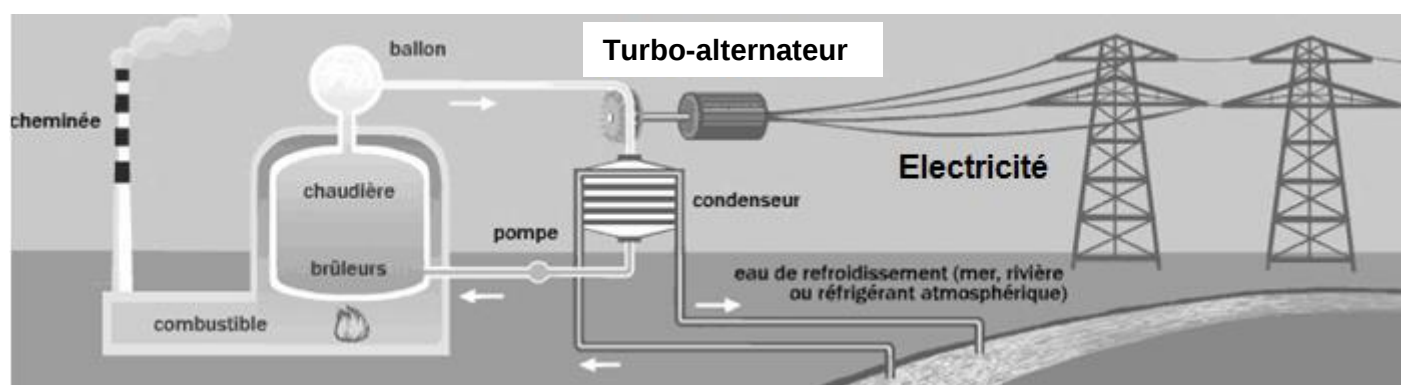


Schéma simplifié d'une centrale thermique

D'après économie d'énergie.fr

En comparaison avec les énergies fossiles brûlées dans les usines de production d'énergie, la bagasse présente plusieurs intérêts : elle est dépourvue de dioxyde de soufre, elle résulte d'une autre production, et sa combustion contribue de façon beaucoup moins importante à l'effet de serre que la combustion d'énergies fossiles. En effet, sa combustion ne dégage que le CO_2 fixé par la plante lors de sa croissance, quantité très réduite car le CO_2 consommé par la canne à sucre est pour la majeure partie stocké dans le sucre.

Une exploitation rationnelle des 250 millions de tonnes de bagasse produites annuellement dans le monde pourrait économiser 50 millions de tonnes de pétrole, soit environ 1,2 % de la consommation annuelle en 2003.

D'après wikipedia.org

Document A3 : L'usine du Gol

L'usine du Gol de la Réunion est une usine sucrière qui produit de l'électricité par cogénération. La bagasse est utilisée comme combustible durant la période de récolte sucrière. La masse de bagasse disponible pendant cette période est en moyenne égale à 1 667 tonnes par jour. Le pouvoir calorifique de la bagasse est égal à $7,9 \times 10^6$ J/kg.

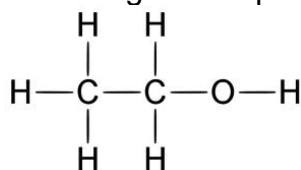
La centrale fournit une puissance électrique de 95 MW en fonctionnement bagasse.

D'après wikipedia.org

Documents : PARTIE B

Document B1 : Bioéthanol, première et deuxième génération

Qu'il soit de « première » ou de « deuxième » génération, le bioéthanol est un produit rigoureusement identique. Il s'agit de produire de l'éthanol par fermentation de sucres. La seule différence réside dans les matières premières agricoles qu'on peut utiliser pour le produire.



Formule développée de l'éthanol

Le bioéthanol de première génération provient de la transformation des sucres contenus dans les parties nobles de la plante : racines de betterave, grains de céréales, tige de canne à sucre... Ce sont des matières premières qui pourraient être utilisées dans une chaîne alimentaire animale ou humaine. En outre, le bioéthanol de première génération étant produit à échelle industrielle, sa culture demande de grandes surfaces agricoles pour satisfaire la demande mondiale.

Pour produire le bioéthanol de seconde génération, on utilise la matière première contenue dans les résidus agricoles qui n'auraient pas été utilisés, comme la bagasse par exemple. On cherche ainsi à améliorer le bilan énergétique en utilisant toute la plante. La consommation en eau et en engrais est réduite.

Document construit pour les besoins de l'épreuve.

Document B2 : Dosage du milieu de fermentation

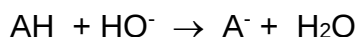
Protocole :

On note AH tous les acides présents dans le milieu de fermentation et C_1 la concentration molaire en acide du milieu de fermentation.

On prélève un volume $V_1 = 20,0 \text{ mL}$ du milieu de fermentation qu'on dose avec une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) de concentration $C_2 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

Le volume d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence est $V_{2E} = 8,2 \text{ mL}$.

L'équation de la réaction du dosage est :



Pictogramme de la soude :



Documents : PARTIE C

Document C1 : Quelques caractéristiques de la voiture d'essai

	Essence	E85
Consommation (L/100 km)	6,5	9,3
Émission CO ₂ (g/km)	162	151

Document C2 : Données

Équation de la combustion de l'éthanol : $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$

Masse volumique de l'éthanol : $\rho = 789 \text{ g.L}^{-1}$

Masses molaires : éthanol : $M(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 46,0 \text{ g.mol}^{-1}$; dioxyde de carbone : $M(\text{CO}_2) = 44,0 \text{ g.mol}^{-1}$