

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE E 8

SCIENCES DE LA MATIÈRE

Série : STAV

Durée : 2 heures

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

L'annexe A/B est à rendre avec la copie

SUJET

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

PHYSIQUE (10 POINTS)

ÉTUDE DE LA MÉTHANISATION

La méthanisation est un procédé de transformation de la matière organique en biogaz, par des bactéries. Ce gaz est ensuite utilisé pour la production d'énergies électrique et thermique.

Le digesteur est un réservoir étanche où les matières à digérer séjournent plusieurs semaines. Pour que les bactéries colonisent l'ensemble de la masse en fermentation, il est nécessaire d'homogénéiser le produit. Le digesteur est donc équipé d'un système d'agitation.

1. Étude mécanique de l'hélice du système d'agitation

Le schéma de l'**annexe A (à rendre avec la copie)** représente l'hélice du système d'agitation.

Dans le référentiel terrestre, la vitesse linéaire v d'un point M situé à l'extrémité de l'hélice est de 26 m.s^{-1} .

1.1 Montrer que la vitesse angulaire de l'hélice est de $20,8 \text{ rad.s}^{-1}$.

1.2 Calculer, en tours par minute, la vitesse de rotation correspondante.

1.3 Représenter sans souci d'échelle, sur l'**annexe A**, le couple de forces appliqué aux extrémités de l'hélice.

2. Étude énergétique du co-générateur

L'utilisation la plus fréquente du biogaz est la cogénération à savoir production d'électricité et récupération d'énergie thermique pour chauffer le digesteur et les bâtiments voisins.

2.1 Le digesteur génère chaque jour en moyenne $2\,150 \text{ m}^3$ de biogaz qui sont brûlés dans le co-générateur. Un mètre cube de biogaz obtenu possède un pouvoir calorifique moyen de $19\,800 \text{ kJ}$.
Calculer l'énergie reçue chaque jour par le co-générateur.

2.2 Chaque jour le co-générateur produit $1,32 \times 10^{10} \text{ J}$ d'énergie électrique.
Calculer le rendement électrique du co-générateur.

2.3 Compléter le schéma de l'**annexe B (à rendre avec la copie)** avec les 4 termes suivants :

- énergie perdue ;
- énergie électrique utile ;
- co-générateur ;
- énergie reçue.

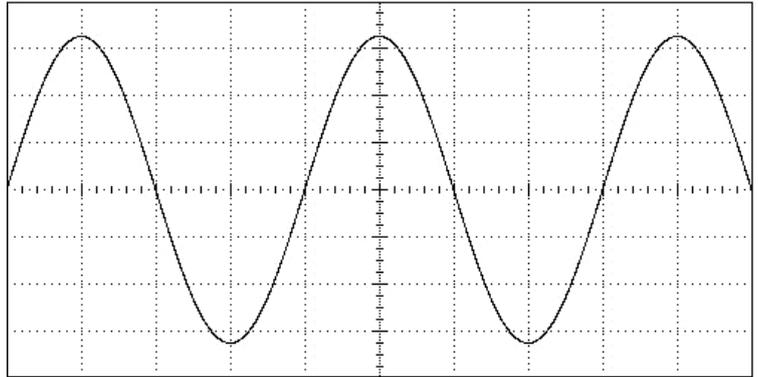
2.4 Nommer le principe respecté pour construire les rectangles du schéma de l'**annexe B (à rendre avec la copie)**. En déduire la valeur de l'énergie perdue chaque jour.

3 Raccordement au réseau électrique

Un oscilloscope permet de visualiser une tension électrique à la sortie du co-générateur. L'oscillogramme observé est représenté ci-dessous :

Réglages de l'oscilloscope :

- sensibilité horizontale : 5 ms / div
- sensibilité verticale : 100 V / div



3.1 Donner la nature de la tension produite par le co-générateur.

3.2 Déterminer la valeur de la tension maximale.

3.3 Montrer que la valeur de la tension efficace est de l'ordre de 230 V.

3.4 L'hélice du système d'agitation est entraînée par un moteur électrique de puissance apparente 6,5 kVA. Dans les conditions nominales d'utilisation du moteur, l'intensité efficace du courant dans le circuit électrique est $I = 28,3$ A.

Calculer la valeur de la tension nominale aux bornes du moteur.

Préciser si la tension produite par le co-générateur convient pour alimenter le moteur.

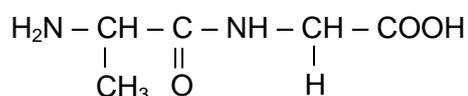
CHIMIE (10 POINTS)

Le biogaz est un mélange de gaz composé principalement de méthane (CH₄), d'où le terme de méthanisation utilisé pour décrire son mode de production. Ce processus de transformation du substrat (lisier, fumier, etc...) en biogaz se déroule en plusieurs étapes :

- l'hydrolyse, qui transforme des molécules complexes (cellulose, glycérides, protéines...) en molécules plus simples (**acides gras**, ...);
- l'acidogénèse, qui transforme ces acides en acide éthanoïque (C₂H₄O₂), en dioxyde de carbone (CO₂) et en dihydrogène (H₂);
- la méthanogénèse qui transforme d'abord l'acide éthanoïque en méthane et dioxyde de carbone. Le dioxyde de carbone agit sur le dihydrogène pour donner du méthane.

1. L'hydrolyse

Parmi les composés présents dans le substrat, on trouve le peptide suivant :

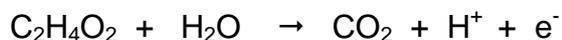


- 1.1 Nommer la famille de biomolécules à laquelle appartient cette molécule.
- 1.2 La réaction d'hydrolyse consiste en la rupture d'une liaison spécifique.
Recopier la formule du peptide et entourer cette liaison. Donner le nom de cette liaison.
- 1.3 Écrire l'équation de la réaction d'hydrolyse de ce peptide.
- 1.4 Après hydrolyse un test à la ninhydrine se révèle positif.
Donner la nature des molécules dont la présence est ainsi mise en évidence.

2. La méthanogénèse

La première étape de la méthanogénèse est une réaction d'oxydoréduction.

- 2.1 L'acide éthanoïque intervient dans les deux demi réactions ci-dessous.
Recopier ces équations et ajuster les nombres stoechiométriques.



- 2.2 En déduire l'équation de la réaction de transformation de l'acide éthanoïque en méthane et en dioxyde de carbone.
- 2.3 Écrire les 2 couples oxydant / réducteur mis en jeu dans cette première étape de la méthanogénèse.

3. Le suivi de la méthanisation

Le pH optimal du processus de méthanisation se situe entre 7 et 8. L'accumulation d'ions ammonium NH_4^+ est susceptible de modifier de manière importante le pH. La teneur en ions ammonium dans le substrat contenu dans le digesteur doit rester inférieure à $3,5 \text{ g.L}^{-1}$.

3.1 La mesure le pH du substrat ramené à la température de 25°C donne 7,2. Calculer la concentration en ions hydroxyde. On donne le produit ionique de l'eau à 25°C : $K_e = 10^{-14}$.

3.2 Écrire la réaction acido-basique qui se produit entre l'ion ammonium et l'eau.

3.3 Déduire le sens de l'évolution du pH lorsqu'il y a accumulation d'ions ammonium dans le digesteur. Justifier.

3.4 On dose les ions ammonium contenus dans un échantillon. La valeur de la concentration molaire trouvée est $1,7 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. Calculer la concentration massique correspondante.

3.5 Vérifier que la teneur en ions ammonium est conforme.

Données : couple acide base ion ammonium / ammoniac : $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

masses molaires atomiques : $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(\text{N}) = 14 \text{ g.mol}^{-1}$

M. EX.

Nom :
(EN MAJUSCULES)
Prénom(s) :

EXAMEN :

Spécialité ou Option :

ÉPREUVE :

Date de naissance : 19

Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

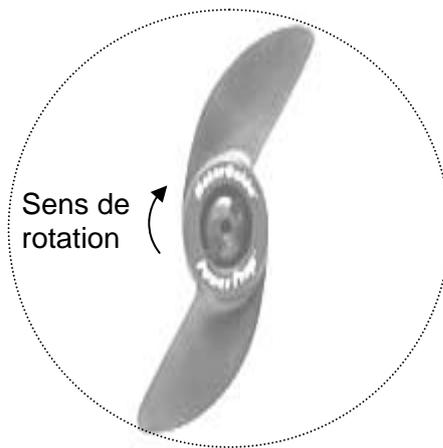


ANNEXE A/B (à compléter et à rendre avec la copie)

N° ne rien inscrire

Annexe A

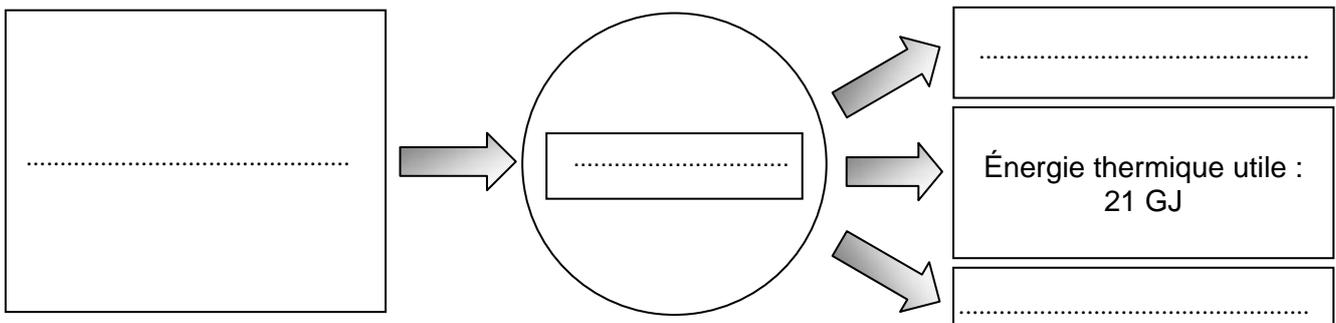
Schéma de l'hélice du système d'agitation



Diamètre de l'hélice : 2 500 mm

Annexe B

Chaîne énergétique du co-générateur



La surface des cadres est proportionnelle à la quantité d'énergie.