

# SECTEUR 5 - CHIMIE ET PROCÉDÉS

À lire attentivement par les candidats :

- Sujet à traiter par les seuls candidats au BEP.
- Les candidats répondront sur la copie.  
Les annexes éventuelles seront complétées, insérées et agrafées à l'intérieur de la copie, en bas et à gauche.
- **La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.**

Matériel autorisé :

L'usage des instruments de calcul est autorisé.

Tout échange de matériel est interdit.

## LISTE DES BEP DU SECTEUR 5

Agent en assainissement radioactif (\*)

Industrie des pâtes, papiers et cartons

✕ Métiers des industries chimiques, des bio-industries et du traitement des eaux.

(\*) le candidat traitera en une heure la partie mathématique du sujet.

Groupement inter académique II				SESSION 2005		
Examen : <b>BEP</b>			Spécialité : <b>Secteur 5 – Chimie et procédés</b>			
Épreuve : <b>MATHÉMATIQUES - SCIENCES</b>						
<b>SUJET</b>	Date et heure :		Durée : <b>2 h</b>	Coeff. : <b>4</b>	Nbre total de pages : <b>6</b>	Page <b>1 / 6</b>
	<b>De 10 h 30 à 12 h 30</b>					

## FORMULAIRE DE MATHÉMATIQUES

### BEP DES SECTEURS INDUSTRIELS

#### Identités remarquables

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2;$$

$$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2;$$

$$(a + b)(a - b) = a^2 - b^2.$$

#### Puissances d'un nombre

$$(ab)^m = a^m b^m; a^{m+n} = a^m a^n; (a^m)^n = a^{mn}$$

#### Racines carrées

$$\sqrt{ab} = \sqrt{a}\sqrt{b}; \sqrt{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}}$$

#### Suites arithmétiques

Terme de rang 1 :  $u_1$  ; raison  $r$

Terme de rang  $n$  :  $u_n = u_{n-1} + r$

$$u_n = u_1 + (n-1)r$$

#### Suites géométriques

Terme de rang 1 :  $u_1$  ; raison  $q$

Terme de rang  $n$  :  $u_n = u_{n-1} \cdot q$

$$u_n = u_1 \cdot q^{n-1}$$

#### Statistiques

$$\text{Moyenne } \bar{x} = \frac{n_1 x_1 + n_2 x_2 + \dots + n_p x_p}{N}$$

Ecart type  $\sigma$

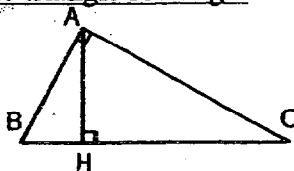
$$\sigma^2 = \frac{n_1 (x_1 - \bar{x})^2 + n_2 (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + n_p (x_p - \bar{x})^2}{N}$$

$$\sigma^2 = \frac{n_1 x_1^2 + n_2 x_2^2 + \dots + n_p x_p^2}{N} - \bar{x}^2$$

#### Relations métriques dans le triangle rectangle

$$AB^2 + AC^2 = BC^2$$

$$AH \cdot BC = AB \cdot AC$$

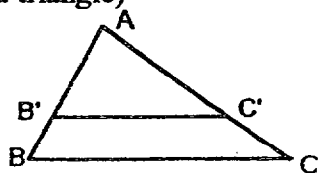


$$\sin \hat{B} = \frac{AC}{BC}; \cos \hat{B} = \frac{AB}{BC}; \tan \hat{B} = \frac{AC}{AB}$$

#### Énoncé de Thalès (relatif au triangle)

Si  $(BC) \parallel (B'C')$

$$\text{alors } \frac{AB}{AB'} = \frac{AC}{AC'}$$



#### Aires dans le plan

$$\text{Triangle : } \frac{1}{2} B h.$$

$$\text{Parallélogramme : } B h.$$

$$\text{Trapèze : } \frac{1}{2} (B + b) h.$$

$$\text{Disque : } \pi R^2.$$

Secteur circulaire angle  $\alpha$  en degré :

$$\frac{\alpha}{360} \pi R^2$$

#### Aires et volumes dans l'espace

**Cylindre de révolution ou Prisme droit**

d'aire de base  $B$  et de hauteur  $h$  :

$$\text{Volume : } B h.$$

**Sphère de rayon  $R$  :**

$$\text{Aire : } 4\pi R^2$$

$$\text{Volume : } \frac{4}{3} \pi R^3.$$

**Cône de révolution ou Pyramide**

d'aire de base  $B$  et de hauteur  $h$

$$\text{Volume : } \frac{1}{3} B h.$$

#### Position relative de deux droites

Les droites d'équations  $y = ax + b$  et

$y = a'x + b'$  sont :

- parallèles si et seulement si  $a = a'$

- orthogonales si et seulement si  $aa' = -1$

#### Calcul vectoriel dans le plan

$$\vec{v} \begin{vmatrix} x \\ y \end{vmatrix}; \vec{v}' \begin{vmatrix} x' \\ y' \end{vmatrix}; \vec{v} + \vec{v}' \begin{vmatrix} x+x' \\ y+y' \end{vmatrix}; \lambda \vec{v} \begin{vmatrix} \lambda x \\ \lambda y \end{vmatrix}$$

#### Trigonométrie :

$$\cos^2 x + \sin^2 x = 1$$

$$\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$$

#### Résolution de triangles quelconques

$$\frac{a}{\sin \hat{A}} = \frac{b}{\sin \hat{B}} = \frac{c}{\sin \hat{C}} = 2R$$

$R$  : rayon du cercle circonscrit

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \hat{A}$$



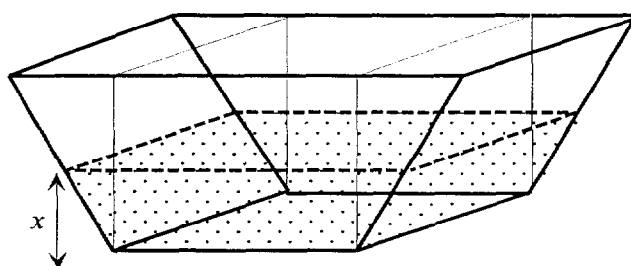
**Exercice 2 - Fonctions numériques (5,5 points)**

1. Le volume total  $V_1$  d'urée dans la *cuve numéro 1* dépend également de la hauteur  $x$  dans le cylindre central.

Il est alors donné par la relation  $V_1(x) = 28,3x + 34,5$  où  $x$  est en dm et  $V$  en  $\text{dm}^3$ .

- a) Calculer le volume d'urée pour une hauteur  $x = 5$  dm.
- b) La représentation graphique de la fonction  $V_1$  est une droite qui est tracée dans le repère de l'ANNEXE page 6/6. Vérifier graphiquement le résultat précédent et laisser les traits de lecture apparents.

2. La *cuve numéro 2* dont le profil est un trapèze isocèle vient remplacer la *cuve numéro 1*.



Cuve numéro 2

Le volume  $V_2$  (en  $\text{dm}^3$ ) d'urée dans cette cuve est fonction de la hauteur  $x$  (en dm).  
Il est défini par la relation suivante :

$$V_2(x) = 2x^2 + 20x.$$

Compléter le tableau de valeurs de l'ANNEXE page 6/6.

- 3. Placer les points de coordonnées  $(x ; V_2(x))$  et tracer la représentation graphique de la fonction  $V_2$  dans le repère de l'ANNEXE page 6/6.
- 4. Déterminer graphiquement à partir de quelle valeur de  $x$  le volume d'urée de la *cuve numéro 2* est supérieur à celui de la *cuve numéro 1*. Laisser les traits de lecture apparents.

## SCIENCES PHYSIQUES (10 points)

**FORMULAIRE et DONNÉES** pour l'ensemble des exercices.

$C = \frac{n}{V}$	$\rho = \frac{m}{V}$	$\eta = \frac{P_u}{P_a}$	$n = \frac{m}{M}$
$M(C) = 12 \text{ g/mol}$	$M(H) = 1 \text{ g/mol}$	$M(N) = 14 \text{ g/mol}$	$M(O) = 16 \text{ g/mol}$

Des bactéries spécifiques qui transforment les graisses en boues activées permettent une dégradation aérobie des graisses. L'alimentation de ces bactéries qui nécessite l'apport d'azote peut être effectuée par une solution d'urée.

### Exercice 3 - Chimie (3,5 points)

L'urée est un solide inodore et incolore. Il se cristallise sous forme de prismes et il est très soluble dans l'eau.

L'urée a pour formule brute  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .

1. Calculer la masse molaire de l'urée.

2. L'urée solide se dissout dans l'eau au niveau d'une cuve de mélange.

Sachant que 450 g d'urée sont versés dans 75 litres d'eau, calculer :

- a) le nombre de moles  $n$  d'urée dans 450 g d'urée.
- b) la concentration molaire de l'urée dans la solution obtenue.

3. L'uréase est une enzyme végétale qui permet d'hydrolyser l'urée suivant une réaction chimique dont les produits sont les ions ammonium  $\text{NH}_4^+$  et les ions carbonate  $\text{CO}_3^{2-}$  selon l'équation suivante :



- a) Recopier et équilibrer l'équation bilan précédente.
- b) La solution d'urée obtenue à la question 2. a été totalement hydrolysée. Calculer la concentration molaire des ions ammonium, notée  $[\text{NH}_4^+]$ .

### Exercice 4 - Mécanique (4,5 points)

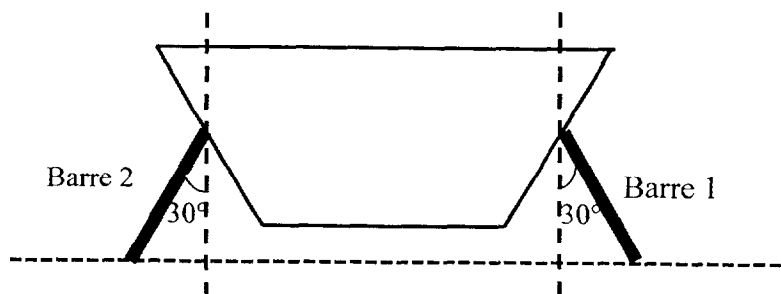
La masse volumique de l'urée solide est de  $1,34 \text{ kg/dm}^3$ . Dans une journée de 24 heures, l'alimentation du réacteur avec la solution d'urée nécessite 54 kg d'urée solide.

1. Calculer le volume correspondant d'urée solide. Arrondir le résultat à  $10^{-1} \text{ dm}^3$ .

2. Si la cuve numéro 2 d'une contenance maximale de  $300 \text{ dm}^3$  est pleine, calculer le nombre de jours entiers d'autonomie pour l'alimentation du réacteur par la solution d'urée.

3. La cuve numéro 2 est soutenue et maintenue en équilibre par deux barres fixées sur les côtés. Ces barres font un angle de  $30^\circ$  avec la verticale.

Vue schématisée de face



a) Le poids total de la cuve contenant l'urée est 5 000 N.

À partir d'un point quelconque placé sur la copie, construire le vecteur  $\vec{P}$  représentant le poids total de la cuve.

Prendre l'échelle suivante : 1 cm pour 500 N.

b) On considère les forces  $\vec{F}_1$  et  $\vec{F}_2$  exercées respectivement par les barres 1 et 2 sur la cuve en équilibre.

Construire à partir de  $\vec{P}$  déjà tracé (et avec la même échelle) le dynamique des forces appliquées à la cuve.

4. Déterminer graphiquement les valeurs  $F_1$  et  $F_2$  des deux forces  $\vec{F}_1$  et  $\vec{F}_2$ .

### Exercice 5 - Électricité (2 points)

Sur le moteur d'une pompe, on trouve la plaque signalétique ci-dessous :

230 V – 400 V	~ 50 Hz
400 W	cos $\varphi$ : 0,76
1500 tr/min	

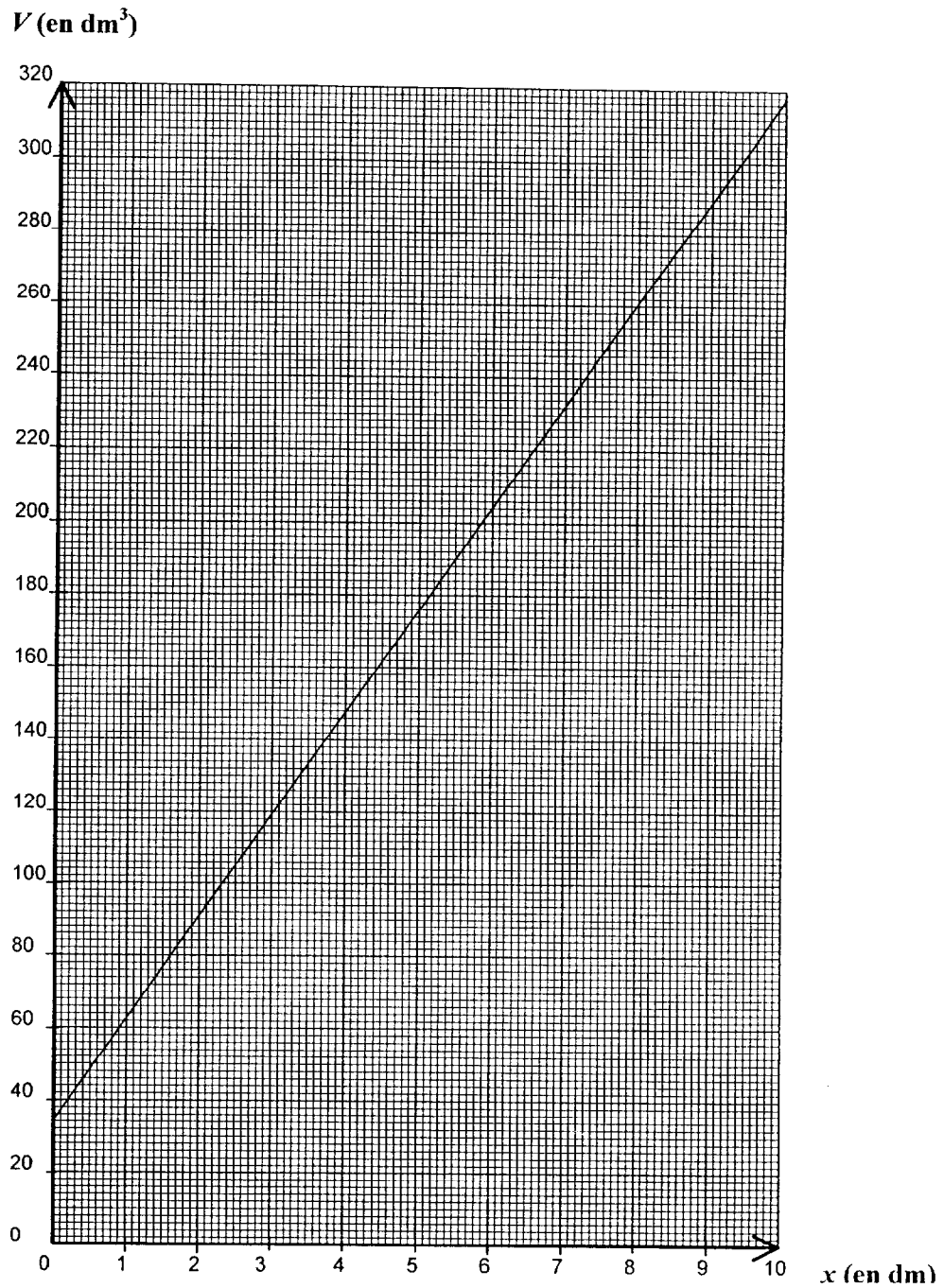
1. Quelle doit être la fréquence du courant utilisé ?

2. Quelle est la puissance utile du moteur ?

3. Le moteur a un rendement  $\eta = 0,8$ .

Calculer la puissance absorbée par le moteur.

## ANNEXE



**Tableau de valeurs**

$x$ (en dm)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$V_2(x)$ (en $\text{dm}^3$ )		22		78		150		238	