

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

**Campagne 2009**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

CRDP Aquitaine

<p style="text-align: center;"><b>BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR ETUDE ET REALISATION D'OUTILLAGES</b></p>
--

## SCIENCES PHYSIQUES

Durée 2 heures

coefficient 2

**Matériel autorisé :**

**CALCULATRICE CONFORMÉMENT À LA CIRCULAIRE N°99-186  
DU 16/11/1999**

*Sont autorisées toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimantes.*

*Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.*

*Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.*

**Tout autre matériel est interdit**

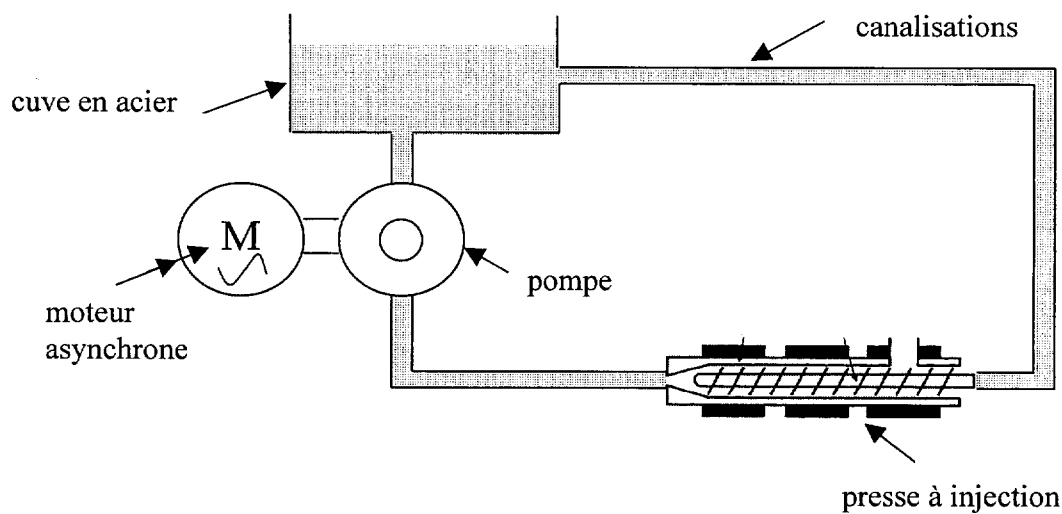
*Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Ce sujet comporte 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6.*

**Document à rendre avec la copie :  
Annexe ..... page 6/6**

# ÉTUDE THERMIQUE D'UNE PRESSE A INJECTION

Les bouchons, présents sur les bouteilles en plastique, sont fabriqués en polypropylène (PP). La fabrication se fait à l'aide d'une presse à injection. La température du moule a une influence sur le temps de fabrication et sur la qualité de la pièce.

Le circuit de refroidissement (**figure 1**) utilise une pompe de circulation actionnée par un moteur asynchrone monophasé permettant la circulation d'eau entre une cuve et la presse à injection. Les canalisations sont cylindriques.



**Figure 1: schéma du circuit de refroidissement**

Le sujet est constitué de quatre parties indépendantes :

- Partie A : Moulage et observation des bouchons
- Partie B : Écoulement de l'eau
- Partie C : Protection de la cuve en acier
- Partie D : Alimentation et étude du moteur asynchrone

**C.R.D.P.**  
75, cours Alsace et Lorraine  
33075 BORDEAUX CEDEX  
Tél. : 05 56 01 56 70

## A. Moulage et observation des bouchons (6,5 points)

### 1. Echanges thermiques

Le moule permet de fabriquer cinq bouchons simultanément et nécessite l'injection d'une masse  $m = 24,0$  g de polypropylène. Le polypropylène est injecté à la température  $\theta_i = 250$  °C. La température finale, lorsque la pièce est démoulée, est  $\theta_m = 110$  °C.

#### Données :

- capacité thermique massique du polypropylène à l'état solide et à l'état fondu :  $C_p = 1,80$  kJ.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>
- chaleur latente de solidification du polypropylène :  $L_S = 30,0$  kJ.kg<sup>-1</sup>
- température de solidification du polypropylène :  $\theta_s = 165$  °C

1.1. Exprimer la quantité de chaleur  $Q_1$  cédée au moule par le polymère pour abaisser sa température de la température d'injection jusqu'à la température de solidification. Calculer  $Q_1$ .

1.2. Exprimer la quantité de chaleur  $Q_2$  cédée par le polymère pour qu'il se solidifie à la température  $\theta_s$ .

1.3. La quantité de chaleur  $Q_3$  cédée par le polymère pour abaisser sa température de  $\theta_s$  jusqu'à la température finale est de 2,38 kJ. En déduire la quantité totale de chaleur cédée par le polymère au moule.

### 2. Temps de refroidissement

Le temps de refroidissement  $t_r$  des cinq bouchons dépend de plusieurs paramètres parmi lesquels on peut citer la température du moule. Il est donné avec une bonne approximation par la relation :

$$t_r(\theta_M) = 0,84 + 3,54 \cdot \ln \left[ \frac{250 - \theta_M}{110 - \theta_M} \right] \quad \text{avec } \theta_M : \text{température de la paroi du moule (en } ^\circ\text{C)}$$

Lorsque le moule n'est pas refroidi, sa température est de 80,0 °C ; le temps de refroidissement des cinq bouchons  $t_r(80)$  est alors de 7,00 s.

2.1. Calculer le temps de refroidissement  $t_r(20)$  d'une série de cinq bouchons lorsque la circulation d'eau est en marche et que la température du moule est maintenue à  $\theta_M = 20,0$  °C.

2.2. Déterminer alors le temps gagné lors de la fabrication de 1000 bouchons avec le circuit de refroidissement ; exprimer le résultat en minutes, secondes.

### 3. Observation d'échantillons

Les propriétés mécaniques des bouchons dépendent des propriétés cristallines du polypropylène. Un système optique par projection est utilisé pour une première observation des échantillons. Il est assimilé à une lentille mince convergente. L'échantillon observé est symbolisé par une flèche AB (**voir annexe à rendre avec la copie**).

#### Données :

- la distance focale  $f'$  d'une lentille est déterminée par :  $f' = \overline{OF'}$
- la vergence  $C$  d'une lentille est définie par :  $C = 1/f'$
- le grandissement  $\gamma$  d'une lentille est défini par :  $\gamma = \left| \frac{A'B'}{AB} \right|$

3.1. Une lentille mince est caractérisée par sa distance focale  $f'$  et sa vergence  $C$ .

3.1.a. Déterminer, à partir de **l'annexe à rendre avec la copie**, la distance focale  $f'$  de la lentille.

3.1.b. En déduire sa vergence  $C$ .

3.2. La qualité de l'observation est conditionnée par le grandissement  $\gamma$ .

3.2.a. Construire, **sur l'annexe à rendre avec la copie**, l'image  $A'B'$  de l'objet  $AB$ .

3.2.b. En déduire le grandissement  $\gamma$ .

## B. Écoulement de l'eau (6,5 points)

L'eau est considérée comme un fluide incompressible parfait et son régime d'écoulement est permanent. Excepté à l'approche du moule, l'eau circule à travers des canalisations de diamètre  $D_1 = 13 \text{ mm}$  où la pression est maintenue à  $p_1 = 1,3 \text{ bar}$ .

**Données :**

- débit massique de l'eau dans les canalisations :  $Q_m = 200 \text{ g.s}^{-1}$
- masse volumique de l'eau :  $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$

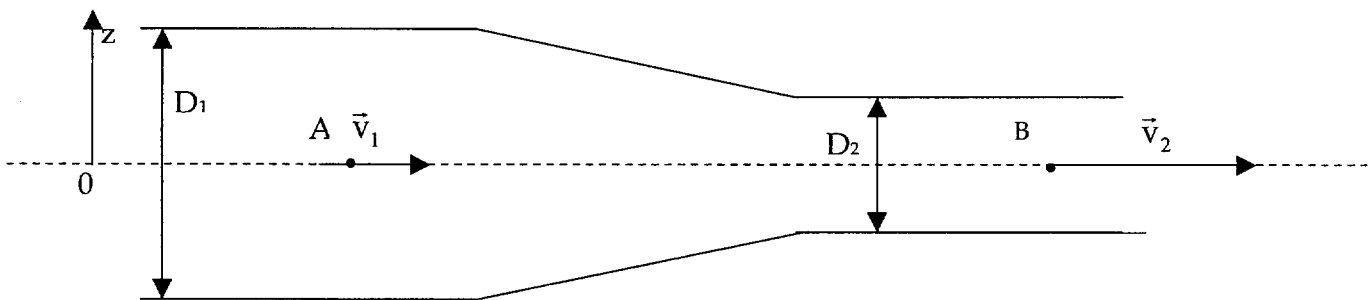
### 1. Vitesse de déplacement $v_1$ de l'eau

1.1. Calculer le débit volumique  $Q_v$  de l'eau.

1.2. En déduire la vitesse de déplacement  $v_1$  de l'eau dans la canalisation du circuit.

On prendra  $v_1 = 1,5 \text{ m.s}^{-1}$  pour la suite du problème.

Pour améliorer l'efficacité du système, on accélère la circulation de l'eau à l'entrée du moule par un rétrécissement de telle sorte que la vitesse soit multipliée par 4 (**figure 2**).



**Figure 2 : vue en coupe du rétrécissement**

### 2. Caractérisation de la canalisation à la sortie du rétrécissement

2.1. En appliquant le principe de conservation du débit aux points A et B, exprimer  $S_2$  en fonction de  $S_1$ .

2.2. Calculer  $S_2$ .

### 3. Pression $p_B$ à la sortie du rétrécissement

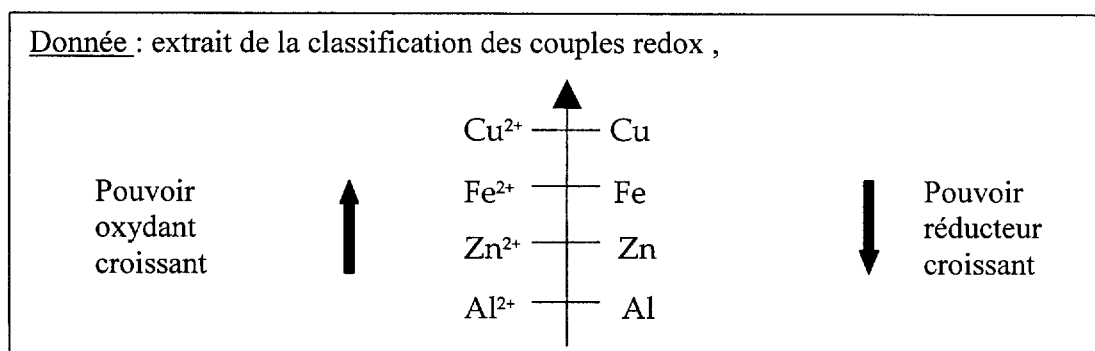
3.1. Appliquer le théorème de Bernoulli homogène à une pression entre les point A et B.

3.2. Simplifier l'égalité et donner l'expression de la différence de pression  $\Delta p = p_A - p_B$  entre l'entrée A et la sortie B du rétrécissement en fonction de  $\rho$ ,  $v_1$  et  $v_2$ .

3.3. En déduire la valeur de la pression  $p_B$  au point B.

### C. Protection de la cuve en acier (2 points)

Pour protéger de la corrosion la cuve en acier (constituée de plus de 90% de fer), on l'a recouverte d'une couche de zinc par pulvérisation. On dit que la cuve a été "galvanisée". L'acier n'est plus en contact avec l'eau ou avec l'air.



La galvanisation a aussi un autre intérêt quand la couche de zinc est entamée (trou, rayure).

1. Ecrire la demi-équation d'oxydation du zinc.
2. Ecrire la demi-équation de réduction du fer.
3. Ecrire la réaction d'oxydo-réduction entre les couples  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$  et  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$ , lorsqu'elle a lieu.
4. Quel est donc l'autre intérêt de recouvrir la cuve avec une couche de zinc ? Pourquoi une couche de cuivre ne convient-elle pas ?

### D. Alimentation et étude du moteur asynchrone (5 points)

Afin d'alimenter le moteur monophasé, on dispose du réseau d'une compagnie d'électricité.

#### 1. Étude du réseau

Un oscilloscope permet d'observer l'évolution de la tension  $v$  entre phase et neutre (**figure 3**)

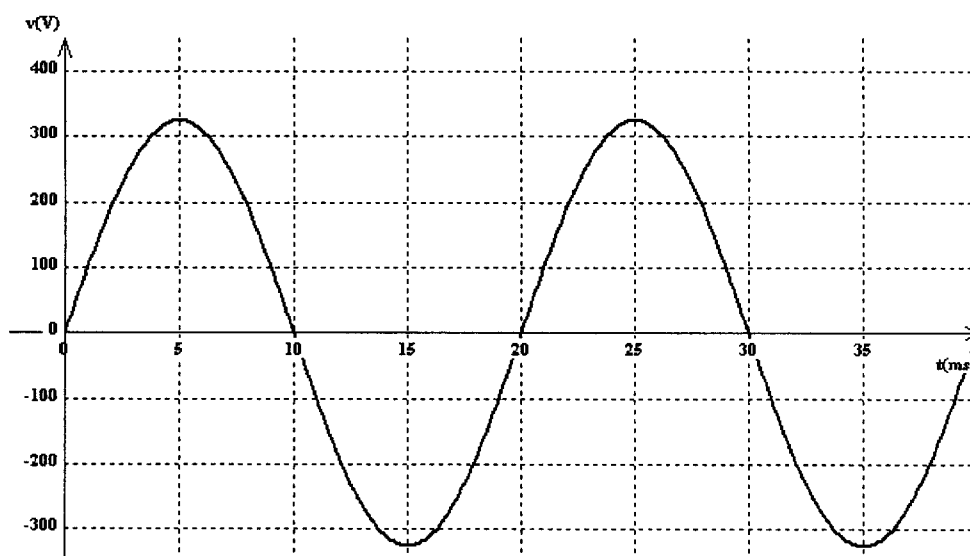


Figure 3 : évolution temporelle de la tension  $v$

- 1.1. Déterminer la période  $T$  de la tension  $v$ . En déduire sa fréquence  $f$ .
- 1.2. Déterminer la valeur maximale  $V_{\max}$  de cette tension. En déduire sa valeur efficace  $V$ .

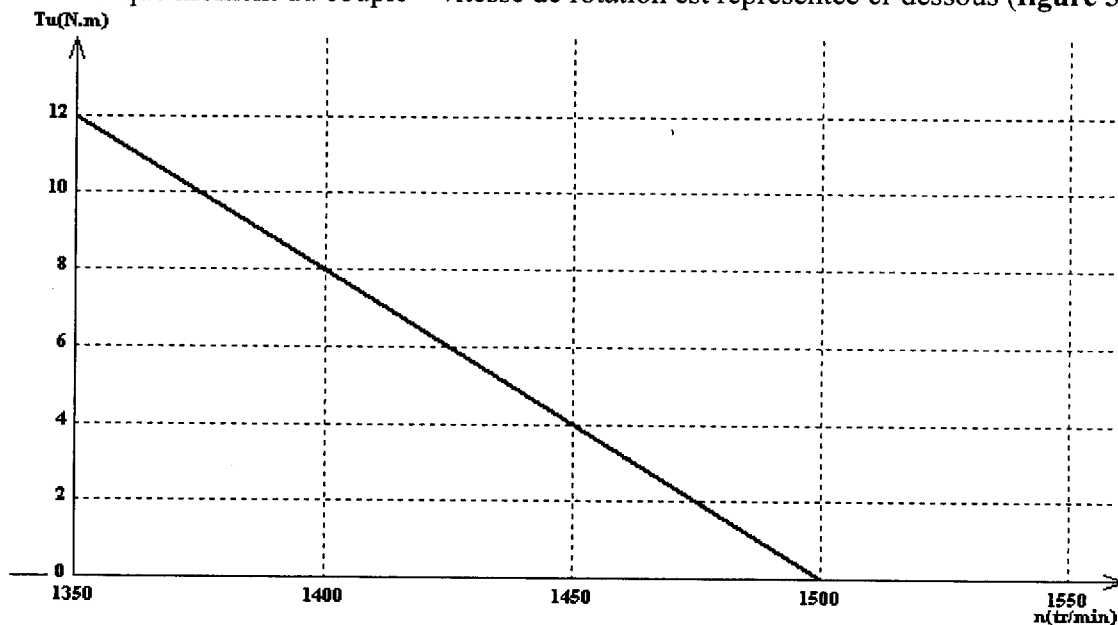
## 2. Etude du moteur

La plaque signalétique du moteur électrique asynchrone monophasé est donnée par le constructeur (**figure 4**).

230V	50 Hz	
1450 tr.min <sup>-1</sup>	cosφ=0.80	I=3,8A

**Figure 4 : plaque signalétique du moteur**

- 2.1. Calculer la puissance électrique  $P_{eN}$  absorbée par le moteur en régime nominal.
- 2.2 La caractéristique moment du couple – vitesse de rotation est représentée ci-dessous (**figure 5**):



**Figure 5 : caractéristique moment du couple –vitesse de rotation**

- 2.2.a. En déduire le moment du couple utile nominal  $T_{uN}$  du moteur.
- 2.2.b. Montrer que la puissance utile nominale  $P_{uN}$  du moteur est de 607 W.
- 2.3. Calculer la valeur de l'ensemble des pertes  $P_{pN}$ .
- 2.4. Calculer le rendement nominal  $\eta_N$  du moteur.

ANNEXE  
A RENDRE AVEC LA COPIE