

**SESSION 2007**

**BTS ERO**

**SCIENCES PHYSIQUES**

**Temps alloué : 2 heures**

**Coefficient : 2**

La calculatrice conforme à la circulaire N° 99-186 du 16-11-99 est autorisée.

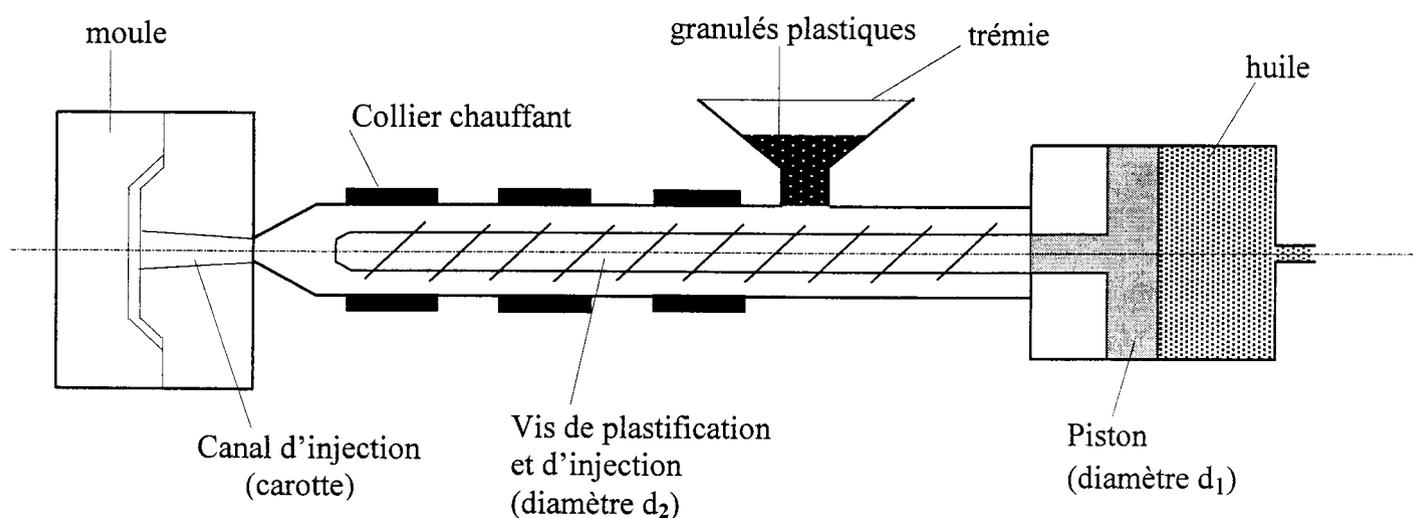
Ce sujet comporte 4 pages.  
La page 4 est à rendre avec la copie

## ÉTUDE D'UNE PRESSE D'INJECTION PLASTIQUE

Le principal procédé de transformation des thermoplastiques est le moulage par injection sur une presse.

Le principe consiste à introduire la résine (généralement sous formes de granulés) dans la presse, puis un système d'injection entraîne la fusion du polymère à température élevée avant de le couler sous haute pression dans les cavités d'un moule fermé.

Schéma simplifié d'une presse d'injection plastique



### A. Thermodynamique (8 points)

#### 1. Étude préliminaire

La trémie alimente la vis de plastification en granulés de polyéthylène (PE).

La masse  $m$  de matière nécessaire pour réaliser une injection vaut 14 g.

Le volume  $V_e$  de l'empreinte du moule est vaut  $12 \text{ cm}^3$ .

La masse volumique  $\rho$  du PE vaut  $950 \text{ kg.m}^{-3}$ .

1.1. Calculer la masse  $m_e$  de PE contenue dans l'empreinte.

1.2. En déduire le pourcentage  $p$  de PE inutilisé constituant la carotte.

## 2. Calorimétrie

Dans la trémie, les granulés plastiques sont à la température ambiante  $\theta_a = 20 \text{ °C}$ .

Les actions conjuguées de la vis et des colliers chauffants vont permettre d'amener les granulés à une température d'injection  $\theta_i$ . La masse de PE injectée est  $m = 14 \text{ g}$ .

### **Données :**

- température de fusion du PE :  $\theta_F = 130 \text{ °C}$ .
- capacité thermique massique du PE solide :  $c_S = 3,2 \cdot 10^3 \text{ J.kg}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$
- capacité thermique massique du PE liquide :  $c_L = 3,1 \cdot 10^3 \text{ J.kg}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$
- chaleur latente de fusion du PE :  $L_F = 1,6 \cdot 10^5 \text{ J.kg}^{-1}$

- 2.1. Calculer l'énergie  $Q_1$  nécessaire pour amener la masse  $m$  de PE à la température de fusion.
- 2.2. Calculer l'énergie  $Q_2$  nécessaire pour faire fondre la masse  $m$  de PE.
- 2.3. L'énergie totale nécessaire pour amener la masse  $m$  de PE de  $\theta_a$  à  $\theta_i$  est  $Q_t = 11074 \text{ J}$ . Calculer  $\theta_i$ .

## 3. Transferts thermiques

La température du moule est notée  $\theta_m$ . La température  $\theta_i$  du PE injecté vaut  $220 \text{ °C}$ .

La puissance thermique  $P$  échangée entre le polymère et le moule a pour expression :

$$P = \frac{\theta_i - \theta_m}{R_{th}}, \quad R_{th} \text{ étant la résistance thermique de la surface de contact moule - polymère.}$$

- 3.1. Pour les valeurs  $\theta_m = 20 \text{ °C}$  et  $\theta_i = 220 \text{ °C}$ , la puissance thermique échangée  $P$  est égale à  $1 \text{ kW}$ . Exprimer puis calculer  $R_{th}$  et préciser son unité.
- 3.2. L'énergie  $Q$  échangée durant la phase de refroidissement du moule est égale à  $6000 \text{ J}$ . Calculer le temps de refroidissement  $\Delta t$  du moule.
- 3.3. En cours de fabrication la température du moule atteint la valeur constante  $\theta_m = 80 \text{ °C}$ . Calculer alors le nouveau temps de refroidissement  $\Delta t_1$ .
- 3.4. Quel dispositif doit-on prévoir au niveau du moule pour réduire le cycle de fabrication d'une pièce ?

## **B. Mécanique des fluides (3 points)**

Lors de l'injection, la rotation de la vis est arrêtée. Elle pousse alors la matière plastique dans le canal d'injection grâce à un vérin dont le piston a un diamètre  $d_1 = 100 \text{ mm}$ .

La pression d'huile dans le vérin est  $P_1 = 40 \text{ bars}$ .

**Donnée :**  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ .

1. Calculer l'intensité de la force  $F$  exercée par l'huile sur le piston.
2. La pression  $P_2$  exercée par la vis sur la matière à l'entrée du canal d'injection étant de  $390 \text{ bars}$ , exprimer puis calculer le diamètre  $d_2$  de l'entrée du canal.
3. Entre l'entrée du canal d'injection et l'entrée dans l'empreinte, la pression chute de  $60\%$ . Quelle est la pression  $P$  dans le moule ? Indiquer la cause de cette baisse de pression.

### C. Électricité (6 points)

Les dispositifs électriques de la presse sont alimentés par un réseau triphasé 230 V / 400 V – 50 Hz comprenant 4 fils repérés par les lettres A, B, C et D.

1. On souhaite identifier le neutre de l'installation.

Un voltmètre  $V_1$  placé entre les fils A et B indique 230 V.

Un voltmètre  $V_2$  placé entre les fils B et D indique 400 V.

1.1. Quelle est la valeur efficace de la tension  $V$  entre phase et neutre ?

Quelle est la valeur efficace de la tension  $U$  entre deux phases ?

1.2. Placer les voltmètres  $V_1$  et  $V_2$  sur la figure 1 du document réponse.

1.3. Préciser quel est le fil neutre.

2. Le chauffage de la matière plastique est réalisé par 3 colliers se comportant chacun comme un conducteur ohmique de résistance  $R = 130 \Omega$ . Les trois conducteurs sont couplés en étoile au réseau et constituent une charge équilibrée.

2.1. Représenter le schéma de couplage des conducteurs en indiquant une tension simple  $v$  et une tension composée  $u$  sur la figure 2 du document réponse

2.2. Calculer la puissance totale  $P_J$  dissipée par effet Joule par les trois résistances.

3. Le réseau alimente un moteur asynchrone triphasé comportant 2 paires de pôles qui, associé à un réducteur de vitesse de rapport  $k = 1/5$ , entraîne en rotation la vis de plastification. Le glissement du moteur  $g$  est alors de 5 %.

3.1. Calculer la fréquence de rotation au synchronisme  $n_s$ .

3.2. Calculer la fréquence de rotation  $n$  du moteur.

3.3. En déduire la fréquence de rotation  $n_v$  de la vis.

### D. Chimie (3 points)

1. La fabrication du polyéthylène PE est réalisée à partir de l'éthylène ( $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ).

Pourquoi la réaction de polymérisation est-elle possible ?

2. Écrire l'équation de réaction de la polymérisation de l'éthylène.

3. Dans la trémie se trouvent :

0,06 moles de PE de masse molaire  $M_1 = 500 \text{ kg.mol}^{-1}$

0,02 moles de PE de masse molaire  $M_2 = 800 \text{ kg.mol}^{-1}$

Calculer la masse molaire moyenne  $M$  du PE contenu dans la trémie.

4. En déduire le degré moyen  $n$  de polymérisation du mélange contenu dans la trémie.

**Données :**

masse molaire de l'hydrogène :  $M_H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$ .

masse molaire du carbone :  $M_C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$

DOCUMENT RÉPONSE  
À RENDRE AVEC LA COPIE

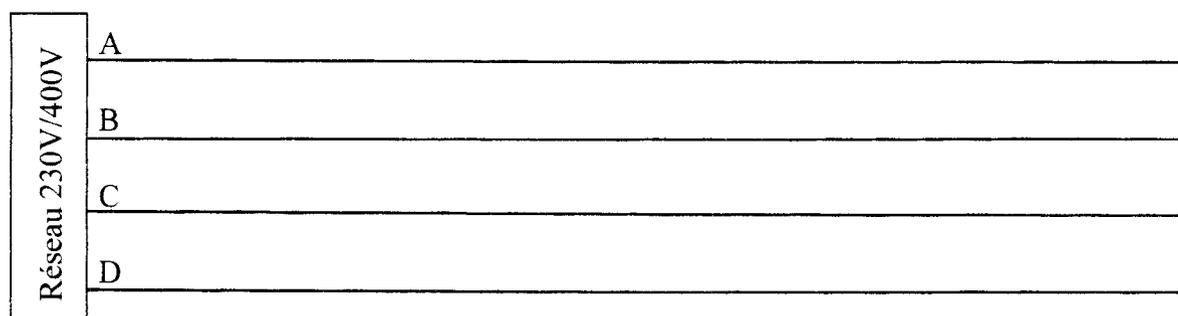


Figure 1

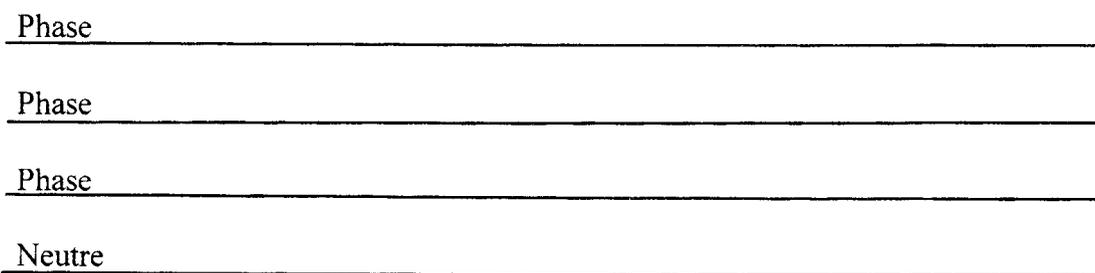


Figure 2

