

<p>BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR ETUDE ET REALISATION D'OUTILLAGE</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 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5.*

Fabrication de l'empreinte d'un moule: électro-érosion par défonçage.

La fabrication de l'ébauche d'un moule pour réaliser, par exemple, une partie de cassette vidéo peut se faire par électroérosion. La reproduction de forme par défonçage consiste à utiliser un outil de forme et à le déplacer selon une direction. La matière est alors enlevée progressivement. L'ébauche permet d'avoir un débit de matière satisfaisant, mais un état de surface médiocre.

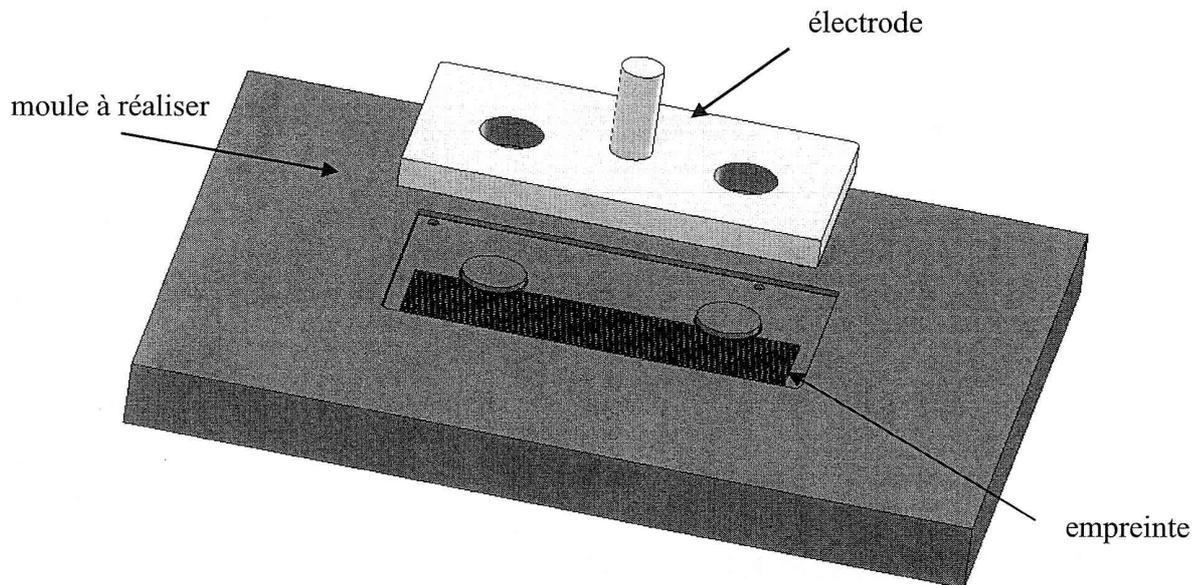


Figure 1: schéma de principe

Le sujet est composé de cinq parties indépendantes, qui abordent différents aspects de la fabrication.

Partie A. : Étude de l'empreinte à réaliser.

Partie B. : Étude énergétique du générateur d'impulsions.

Partie C. : Étude des échanges thermiques entre le générateur d'impulsions et la matière.

Partie D. : Évacuation des résidus de matière.

Partie E. : Réalisation de la pièce en PVC.

A. Étude de l'empreinte à réaliser (2 points)

Données :

- Masse volumique de l'acier $\rho_{\text{acier}} = 7850 \text{ kg.m}^{-3}$

On néglige l'espace entre l'électrode et la pièce, appelé Gap ainsi que le retrait au moulage et les détails de surface. Les cotes sont données en millimètre.

La pièce à réaliser est représentée sur la **figure 2**.

1. Montrer que le volume V de matière à enlever lors de l'ébauche pour réaliser la pièce vaut :
 $V = 5,6 \times 10^4 \text{ mm}^3$.

2. En déduire la masse d'acier m à évacuer.

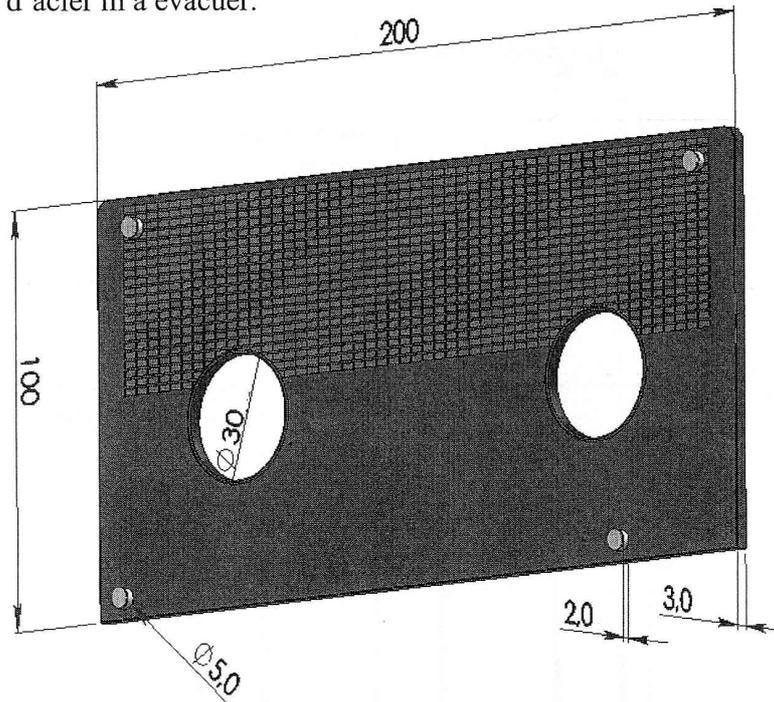


Figure 2: pièce à réaliser

B. Étude énergétique du générateur d'impulsions (6 points)

L'enlèvement de matière est obtenu par la répétition de décharges électriques.

Pour réaliser l'ébauche de l'empreinte, la machine à électro-érosion est alimentée par un générateur à impulsions qui fournit l'énergie nécessaire à la fusion de la matière.

Les **figures 3, 4 et 5** ci-dessous représentent respectivement le schéma électrique de l'alimentation de l'électrode, le relevé de mesures et les courbes $u = f(t)$ et $i = f(t)$.

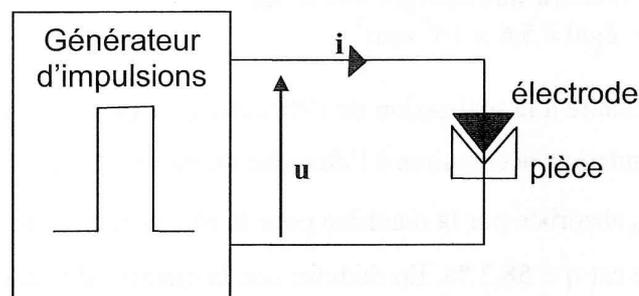


Figure 3: schéma électrique

Travail	ébauche	½ finition	finition
Intensité I_0 (A)	30	8	4
Durée de décharge t_e (μs)	20	10	3.2
Débit de matière D ($\text{mm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$)	400	22	2
Période de répétition t_p (μs)	600	600	600

Figure 4: tableau de données

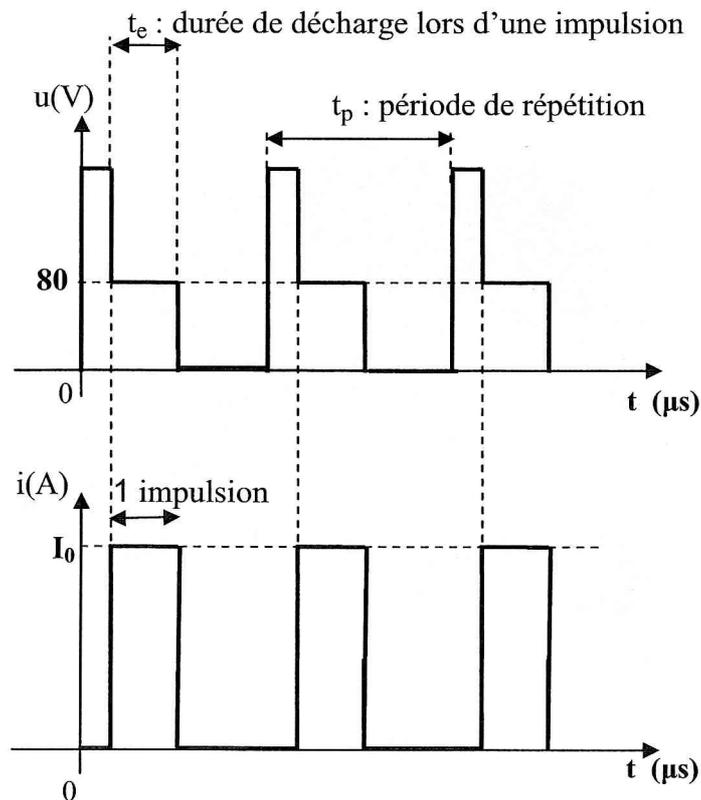


Figure 5: succession d'impulsions

En utilisant les données relatives à la phase de l'ébauche de la figure 4 :

1. Calculer la puissance P_a absorbée par la machine à chaque impulsion.
2. En déduire l'énergie électrique absorbée W_a par la machine à chaque impulsion.

Pour la suite du problème, on prendra une énergie électrique absorbée W_a égale à $4,8 \times 10^{-2}$ J et un volume de matière V à enlever égal à $5,6 \times 10^4$ mm^3 .

3. Déterminer la durée Δt nécessaire à la réalisation de l'ébauche du moule.
4. Calculer le nombre n d'impulsions nécessaires à l'ébauche du moule.
5. Calculer l'énergie totale W_{at} absorbée par la machine pour la réalisation du moule.
6. Le rendement de la machine est $\eta = 58,3$ %. En déduire que la quantité de chaleur totale transmise au moule Q_t est de 39×10^4 J.

C. Étude des échanges thermiques entre le générateur et la matière (4,5 points)

Données :

- masse volumique de l'acier	$\rho_{\text{acier}} = 7850 \text{ kg.m}^{-3}$
- température de fusion de l'acier	$\theta_f = 1500 \text{ }^\circ\text{C}$
- capacité thermique massique de l'acier à l'état solide	$c_{\text{acier}} = 460 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- masse m d'acier fondue	$m = 440 \text{ g}$

Le métal utilisé dans cette partie est initialement à une température $\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

1. Exprimer la quantité de chaleur Q_2 absorbée par la masse m de métal pour augmenter sa température de la température initiale à la température de fusion. Calculer Q_2 .
2. En utilisant les résultats des questions B.6 et C.1, déduire la quantité de chaleur Q_3 absorbée par la masse m de métal, nécessaire à sa complète fusion.
- 3.1 Exprimer la quantité de chaleur Q_3 en fonction de la masse de métal m et de la chaleur latente de fusion L_f de l'acier.
- 3.2 Déterminer la chaleur latente de fusion L_f de l'acier en précisant son unité.

D. Évacuation des résidus de matière (4 points)

Pour réaliser l'évacuation des résidus de matière, on utilise de l'huile sous pression injectée d'un canal de diamètre intérieur D_2 dans l'électrode, à partir d'une canalisation de diamètre intérieur D_1 (figure 6).

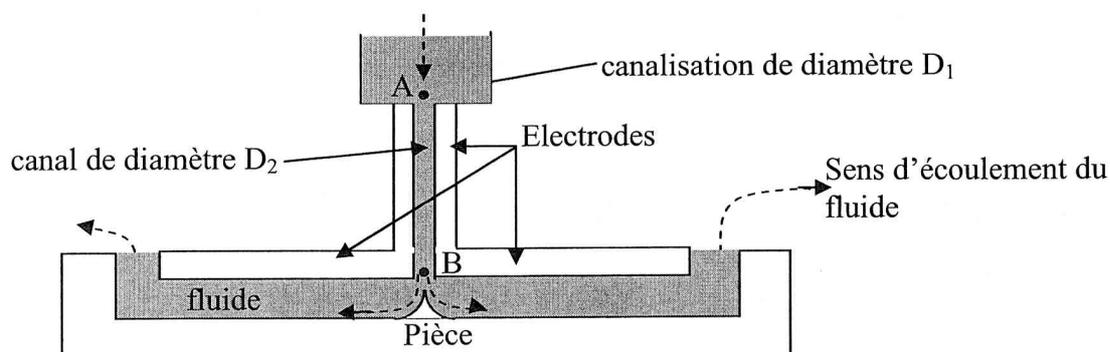


Figure 6: schéma de principe

Les différences de hauteur sont négligées. L'étude pourra être réalisée à partir de la figure 7 simplifiée et réorientée pour intégrer cette approximation.

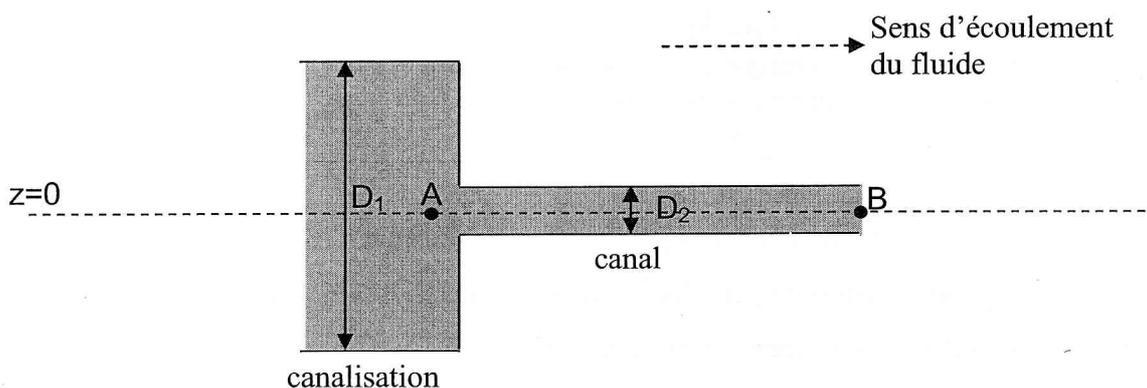


Figure 7: schéma d'étude

On souhaite obtenir une pression p_B au point B en sortie de canal telle que l'évacuation des résidus se fasse correctement. La pression p_A au point A dans la canalisation est réglable de 3 à 10 bars.

Données :

- | | |
|---|--------------------------------|
| - 1,0 bar = $1,0 \times 10^5$ Pa | |
| - l'huile est considérée comme un fluide incompressible parfait et son régime d'écoulement est permanent. | |
| - masse volumique de l'huile | $\rho = 920 \text{ kg.m}^{-3}$ |
| - vitesse du fluide au point A | $v_A = 2,0 \text{ m.s}^{-1}$ |
| - pression du fluide au point B | $p_B = 2,0 \text{ bars}$ |
| - débit volumique dans le canal et la canalisation | $Q_V = 2,1 \text{ L.min}^{-1}$ |
| - diamètre D_2 du canal | $D_2 = 1,5 \text{ mm}$ |

1. Calculer l'aire S_1 de la section de la canalisation ; en déduire le diamètre D_1 de la canalisation.
2. Calculer la vitesse d'expulsion v_B du fluide et des résidus au point B.
3. En utilisant l'équation de Bernoulli pour un fluide parfait appliquée aux points A et B, calculer la pression p_A dans la canalisation pour obtenir une pression p_B égale à 2,0 bars.
4. Vérifier que les conditions de réglage de la pression sont remplies.

E. Réalisation de la pièce en PVC (3,5 points)

Le boîtier de la cassette est en PVC. Le PVC est fabriqué par polymérisation du chlorure de vinyle. Le chlorure de vinyle est préparé en deux étapes :

- première étape :

Obtention du dichloroéthane $\text{CH}_2\text{Cl} - \text{CH}_2\text{Cl}$ par addition du dichlore Cl_2 sur l'éthylène $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$.

- deuxième étape :

Chauffage du dichloroéthane qui permet d'obtenir du chlorure de vinyle $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$ et du chlorure d'hydrogène HCl .

La réaction de polymérisation par addition du chlorure de vinyle permet d'obtenir le polychlorure de vinyle PVC.

Données :

- | | |
|---|--|
| - masse molaire moléculaire du PVC | $M_{\text{PVC}} = 112,5 \text{ kg.mol}^{-1}$ |
| - masse molaire atomique du carbone | $M_{\text{C}} = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$ |
| - masse molaire atomique de l'hydrogène | $M_{\text{H}} = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$ |
| - masse molaire atomique du chlore | $M_{\text{Cl}} = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$ |

1. Écrire l'équation bilan de la réaction chimique de la première étape.
2. Écrire la réaction de polymérisation par addition du chlorure de vinyle.
3. Calculer la masse molaire moléculaire M exprimée en g.mol^{-1} du chlorure de vinyle.
4. Calculer l'indice n de polymérisation du polychlorure de vinyle.