



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

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

**Campagne 2013**

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR ETUDE ET REALISATION D'OUTILLAGE

## U 32 : SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES APPLIQUÉES

SESSION 2013

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**

**Documents à rendre avec la copie :**

**Annexes pages 6/7 et 7/7**

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7.

BTS ETUDE ET REALISATION D'OUTILLAGES	<b>SUJET</b>	SESSION 2013
Epreuve : U 32 Sciences physiques et chimiques appliquées	Code : ERE3SPC	Page : 1/7

# FONDERIE METALLIQUE À CIRE PERDUE FOUR À INDUCTION

La fonderie à cire perdue est un procédé de fabrication de pièces métalliques, à partir d'un modèle en cire qui est éliminé par fusion, laissant place à l'empreinte dans le moule. Autrefois, elle était réservée au travail des métaux à faible température de fusion, dans le domaine de la bijouterie notamment. Les évolutions technologiques ont permis d'étendre le champ des applications dans les industries automobile et aéronautique. Les pièces obtenues sont d'une qualité dimensionnelle et d'un état de surface remarquables. Dans ce procédé, les fours à induction sont utilisés pour fondre rapidement des métaux dont la température de fusion est élevée, avant d'effectuer la coulée dans le moule.



Le sujet est composé de quatre parties indépendantes qui abordent différents aspects de l'installation.

Partie A : Four à induction

Partie B : Fonte du métal

Partie C : Circuit de refroidissement

Partie D : Mesure de la température

## **A. FOUR À INDUCTION (7 points)**

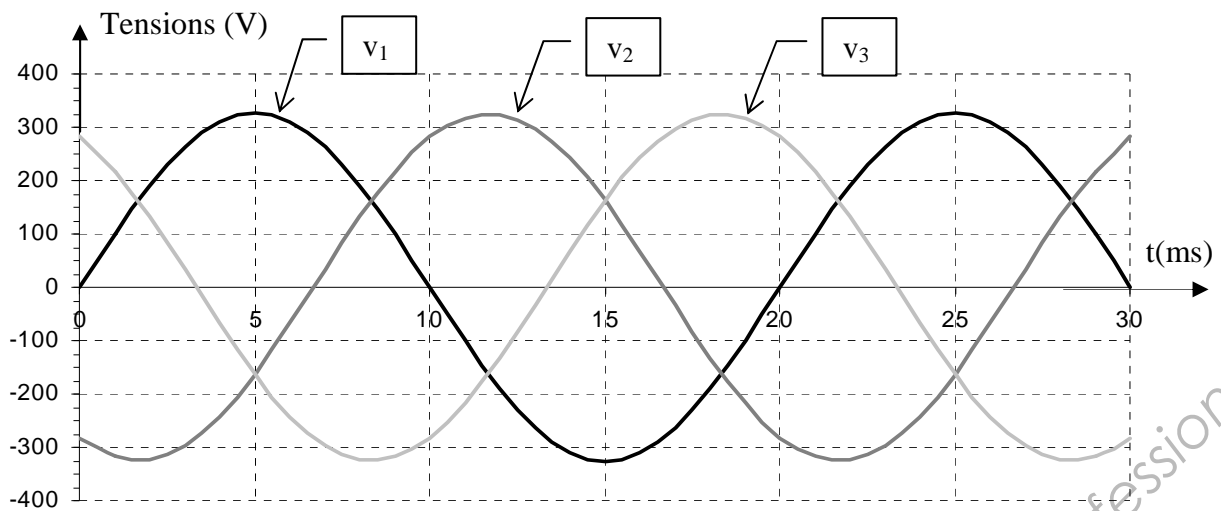
### 1. Alimentation

Le four à induction est alimenté par le réseau de distribution électrique triphasé comprenant trois phases et un neutre.

1.1. Compléter le **document 1 donné en annexe page 6 à rendre avec la copie** en annotant les tensions simples du réseau  $v_1, v_2, v_3$  et les tensions composées  $u_{12}, u_{23}$  et  $u_{31}$ .

1.2. Les tensions simples  $v_1, v_2$  et  $v_3$  sont représentées en concordance de temps sur la **figure 1**. Déterminer la période de ces tensions. En déduire la fréquence associée.

BTS ETUDE ET REALISATION D'OUTILLAGES	<b>SUJET</b>	SESSION 2013
Epreuve : U 32 Sciences physiques et chimiques appliquées	Code : ERE3SPC	Page : 2/7



**Figure 1 : représentation des tensions  $v_1$ ,  $v_2$  et  $v_3$  en fonction du temps**

- 1.3. Mesurer l'amplitude  $\hat{V}$  de ces tensions. En déduire leur valeur efficace  $V$ .  
 1.4. Donner la relation entre la valeur efficace  $V$  des tensions  $v_1$ ,  $v_2$ ,  $v_3$  et la valeur efficace  $U$  des tensions  $u_{12}$ ,  $u_{23}$ ,  $u_{31}$ . Calculer  $U$ .

## 2. Convertisseurs électriques internes

L'inducteur du four est alimenté par une tension alternative de fréquence variant entre 1 kHz et 50 kHz. La chaîne de conversion pilotée par un microprocesseur comprend un convertisseur « alternatif / continu » commandé, puis un convertisseur « continu / alternatif » dont la fréquence est ajustée automatiquement en fonction de la charge.

### *Données :*

réseau de distribution électrique : 230 V / 400 V - 50 Hz  
 puissance apparente absorbée par le four en régime triphasé :  $S = 60,0$  kVA  
 puissance utile :  $P_u = 50,0$  kW  
 facteur de puissance :  $k = 0,96$  dans les conditions de fonctionnement

- 2.1. Donner le nom des deux convertisseurs statiques cités.  
 2.2 Dans ces conditions, déterminer l'intensité efficace  $I$  du courant en ligne.  
 2.3. Calculer la puissance active absorbée  $P_a$ , puis le rendement  $\eta$  du four.

## **B. FONTE DU MÉTAL (4 points)**

Le matériau à fondre est de l'acier. Il est disposé à la température ambiante  $\theta_i = 25,0$  °C dans le creuset du four à induction. L'acier utilisé est assimilé à du fer pur.

### *Données :*

Volume utile du creuset :  $V = 1,91$  dm<sup>3</sup>  
 Masse volumique du fer à l'état solide :  $\rho_f = 7,85 \times 10^3$  kg.m<sup>-3</sup>  
 Température de fusion du fer :  $\theta_f = 1535$  °C  
 Capacité thermique massique du fer à l'état solide :  $c_p = 448$  J.kg<sup>-1</sup>.°C<sup>-1</sup>  
 Chaleur latente de fusion du fer :  $L_f = 270$  kJ.kg<sup>-1</sup>

1. Exprimer le volume utile  $V$  du creuset en m<sup>3</sup>.  
 2. Montrer que la masse de fer que l'on peut couler dans le creuset vaut  $m = 15,0$  kg.

- Déterminer l'énergie thermique  $Q$  nécessaire pour amener la masse  $m$  de fer de l'état solide à l'état liquide, depuis  $\theta_i$  jusqu'à  $\theta_f$ . Préciser les deux étapes thermodynamiques décrivant cette transformation.
- La puissance utile du four est de 50 kW. Déterminer la durée  $\Delta t$  pour obtenir la masse  $m$  de fer liquide à la température de  $\theta_f = 1535\text{ °C}$ .

### **C. CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT(4 points)**

Les températures de fonctionnement du four à induction étant élevées, un système de refroidissement à eau permet d'évacuer la chaleur produite au niveau de l'inducteur et des composants électroniques.

*Données :*

Masse volumique de l'eau à l'état liquide :  $\rho_e = 1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

Capacité thermique massique de l'eau :  $c_e = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

Caractéristiques du circuit de refroidissement :

Débit volumique de l'eau :  $q_v = 20,0 \text{ L.min}^{-1}$

Diamètre intérieur du circuit de refroidissement du four :  $D = 10,0 \text{ mm}$

- Exprimer le débit volumique  $q_v$  en  $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ .
- Déterminer la vitesse  $v$  de l'eau dans le circuit de refroidissement.
- Exprimer le débit massique  $q_m$  en fonction du débit volumique  $q_v$ . Calculer  $q_m$ .
- La puissance perdue par le four vaut  $P_p = 7,60 \text{ kW}$ . Calculer l'énergie perdue en une seconde.
- L'énergie perdue par le four est entièrement évacuée par le circuit de refroidissement à eau. Déterminer la température finale  $\theta_f$  d'une masse  $m_e = 0,333 \text{ kg}$  d'eau si celle-ci est initialement à la température  $\theta_i$  de  $15,0\text{ °C}$ .
- Cette température est-elle conforme à celle de l'eau à la sortie du circuit de refroidissement pour le débit  $q_v$  ? Justifier la réponse.

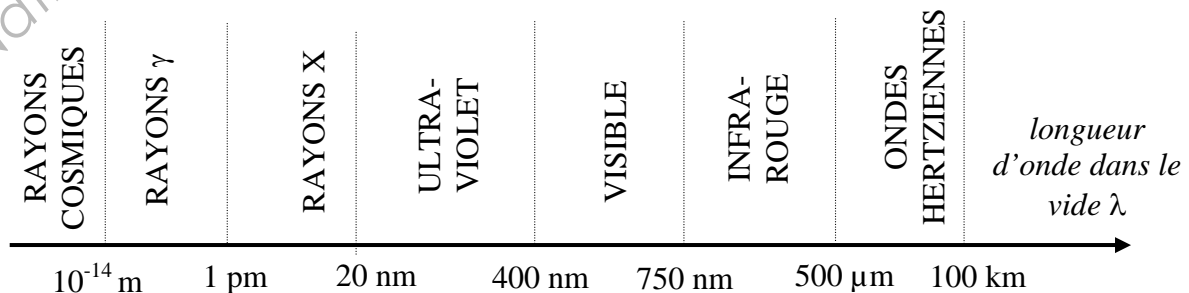
### **D. MESURE DE LA TEMPÉRATURE DU FOUR (5 points)**

Un pyromètre optique monochromatique est utilisé pour observer visuellement la température du matériau dans le four à induction.

- On dispose de trois filtres laissant passer respectivement les rayonnements de longueurs d'onde suivantes :  $\lambda_1 = 0,368 \text{ }\mu\text{m}$ ,  $\lambda_2 = 0,655 \text{ }\mu\text{m}$ ,  $\lambda_3 = 1250 \text{ nm}$ . On place un de ces filtres avant l'œil pour observer davantage de contraste.

*Données :*

Domaine des ondes électromagnétiques en fonction de la longueur d'onde

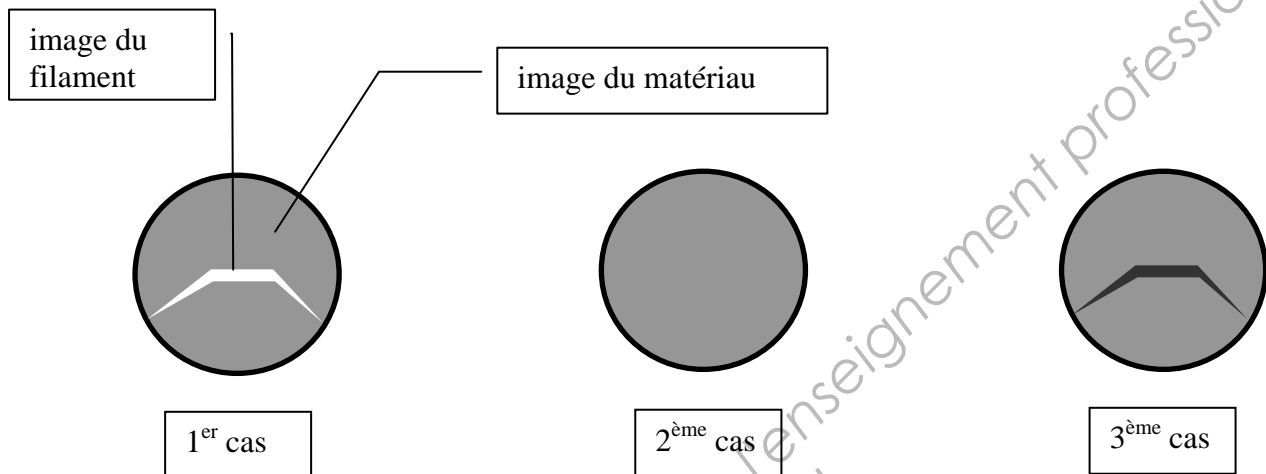


Parmi les trois filtres donnés, choisir l'un des trois filtres permettant l'observation.

## 2. Etude du principe du pyromètre

Sur le **document 2 donné en annexe page 7 à rendre avec la copie**, est représenté le schéma de principe du pyromètre à disparition de filament. A et B sont deux points de la surface du matériau en fusion dont on désire connaître la température. Le segment délimité par les points C et D représente le filament chauffé par circulation d'un courant électrique continu.

L'image de la surface du matériau se superpose à l'image du filament chaud. En faisant varier l'intensité du courant dans le filament, trois situations peuvent se présenter au niveau de l'observation (**figure 2**). La température de brillance du matériau est notée  $T_{\text{mat}}$  et celle du filament  $T_{\text{fil}}$ .



**Figure 2 : cas d'observation**

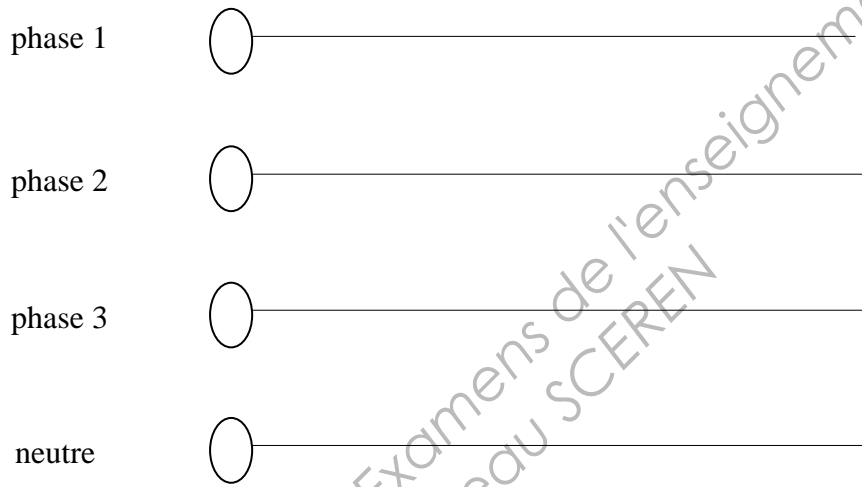
2.1. Sur le **document 2 donné en annexe page 7 à rendre avec la copie**, déterminer les images A' et B' des points A et B à travers l'objectif seul (lentille  $L_1$ ), en traçant deux rayons issus des points A, B l'un passant par le centre optique de l'oculaire (lentille  $L_2$ ) et l'autre parallèle à l'axe optique. Observe-t-on les points A', B', C et D dans le même plan ?

2.2. Pour que l'œil voie sans accommoder, il a besoin que les images du filament et du matériau par la lentille  $L_2$  soient à l'infini. Le dispositif est-il bien conçu ? Justifier la réponse.

2.3. Par rapport aux différents cas de la **figure 2**, justifier le nom de pyromètre à disparition de filament.

## ANNEXE (À RENDRE AVEC LA COPIE)

### Document 1 : réseau triphasé



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel  
Réseau SCEREN

# ANNEXE (À RENDRE AVEC LA COPIE)

## Document 2 : schéma de principe du pyromètre à disparition de filament

