



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**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

## BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR MISE EN FORME DES ALLIAGES MOULÉS

### SCIENCES PHYSIQUES

**L'usage de la calculatrice est autorisé.**

*Le matériel autorisé comprend 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'imprimante.*

- *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.*

## SCIENCES PHYSIQUES

- La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.
- Conformément aux dispositions de la circulaire n° 99-018 du 01/02/1999, l'usage de la calculatrice est autorisé.

### A - PHYSIQUE (5,5 points)

#### Étude des échanges thermiques lors d'une trempe à l'eau d'une pièce en acier.

Une pièce en acier moulé d'une masse  $m_p$  de 1,53 kg est destinée à subir une trempe à l'eau. La pièce est placée dans un four, subit un chauffage et un maintien de 30 minutes à la température  $\theta_1 = 875^\circ\text{C}$ . La pièce est ensuite immergée dans un bac de trempe contenant 50 L d'eau à la température  $\theta_2 = 23^\circ\text{C}$ . L'opération de trempe est achevée en une durée  $t$  de 100 s, l'eau ayant atteint la température  $\theta_f$ . On considère que les pertes de chaleur sont négligeables et on ne prendra en considération que les échanges thermiques ayant lieu entre la pièce et l'eau.

- A-1** - Exprimer littéralement en fonction des données de l'énoncé l'énergie  $Q_c$  cédée par la pièce au cours de cette trempe.
- A-2** - De même, exprimer l'énergie  $Q_r$  reçue par l'eau.
- A-3** - Quelle relation lie les 2 énergies précédentes lorsque l'équilibre thermique est atteint ?
- A-4** - Calculer la valeur  $\theta_f$  de la température d'équilibre.
- A-5** - Dans la suite du problème, on prendra  $\theta_f = 26^\circ\text{C}$ .  
Calculer la puissance thermique  $P$  échangée au cours de cette trempe.
- A-6** - Quel fluide aurait-on pu utiliser afin de réaliser une trempe moins énergique ?

#### Données :

- Capacité thermique massique de l'eau  $c_{\text{eau}} = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ .
- Masse volumique de l'eau  $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .
- Capacité thermique massique moyenne de l'acier entre 20 et  $900^\circ\text{C}$  :  $\bar{c} = 5,04 \cdot 10^2 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ .

## B - CHIMIE (7 points)

### Élaboration d'un acier à partir d'un minerai sulfuré.

#### B-1 - Grillage

Le grillage (réaction à haute température) du disulfure de fer (ou pyrite)  $\text{FeS}_2$  permet d'obtenir de l'oxyde de fer III  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et du dioxyde de soufre.

**B-1-1** - Écrire l'équation de cette réaction.

**B-1-2** - Calculer la masse d'oxyde de fer III obtenu en grillant 1,20 tonne de pyrite.

#### B-2 - Réduction

Dans un haut fourneau, l'oxyde de fer III est réduit en fer par le monoxyde de carbone issu de la conduction à haute température du coke.

**B-2-1** - Écrire l'équation bilan de réduction de l'oxyde de fer III en fer sous l'action du monoxyde de carbone.

**B-2-2** - Quelle masse  $m$  de fer obtient-on en traitant une masse de 800 kg d'oxyde de fer III ?

**B-2-3** - Quel volume de dioxyde de carbone, ramené aux CNTP (Conditions Normales de température et de pression), sera libéré au cours de cette réaction ?

#### B-3 - Affinage

Le produit obtenu au bas du haut fourneau est de la fonte que l'on désire affiner.

L'affinage consiste à éliminer de cette fonte, le carbone excédentaire et d'autres impuretés par oxydation.

Actuellement l'affinage s'effectue surtout suivant « le procédé au dioxygène » : du dioxygène pur est envoyé dans un convertisseur qui contient de la fonte à une température de l'ordre de  $1250^\circ\text{C}$ .

Écrire les équations d'oxydation des éléments suivants :

**B-3-1** - du carbone, éliminé en dioxyde de carbone ;

**B-3-2** - du silicium, éliminé sous forme de silice  $\text{SiO}_2$  ;

**B-3-3** - du manganèse, éliminé sous forme de dioxyde de manganèse  $\text{MnO}_2$ .

**B-3-4** - du phosphore, éliminé sous forme d'oxyde  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  ;

#### B-4 - Calcul du volume de dioxygène nécessaire à l'affinage

À la sortie du haut fourneau on a obtenu 560 kg de fonte à 5 % de carbone (pourcentage massique).

Un acier ne devant contenir qu'un maximum de 2 % de carbone, calculer :

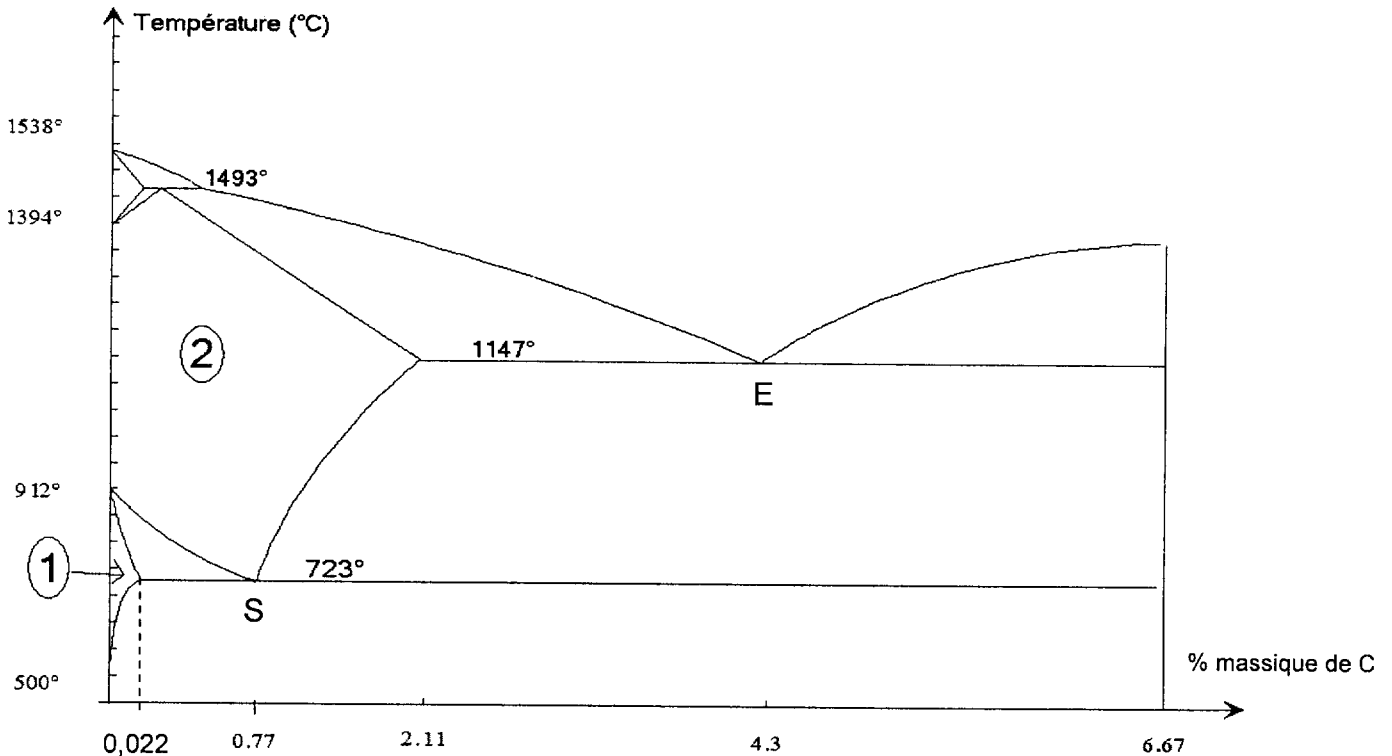
**B-4-1** - la masse de carbone à éliminer ;

**B-4-2** - le volume de dioxygène, ramené aux CNTP, qu'il est nécessaire d'envoyer dans le convertisseur pour cet affinage conformément à l'équation de la question **B-3-1**.

#### Données :

- Volume molaire dans les CNTP :  $22,4 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ .
- Masses molaires en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  : Fe : 56      S : 32      C : 12      O : 16.

**C - MÉTALLURGIE (7,5 points)**  
**Diagramme métastable fer-cémentite.**



**Questions générales sur le diagramme :**

- C-1** - Donner les noms des solutions solides numérotées 1 et 2 sur le diagramme ainsi que le nom du composé chimiquement défini (C.C.D.) à 6,67 % de carbone.
- C-2** - Donner le nom du constituant formé au point S. De quelles phases est-il formé ?
- C-3** - Déterminer, en la justifiant, la formule chimique de ce composé chimiquement défini (C.C.D.) à 6,67 % de carbone.
- C-4** - Nommer le type de transformation ayant lieu aux températures de 1147°C et 723°C. Écrire les équations correspondantes.
- C-5** - Nommer la transformation ayant lieu à 1493°C.

**Étude d'un acier à 0,45 % de carbone :**

**C-6 -**

- C-6-1** - Tracer la courbe de refroidissement de cet acier entre 1000°C et 500°C et commenter succinctement les 4 parties de la courbe.
- C-6-2** - Déterminer les pourcentages des constituants de cet acier à la température de (723 - ε)°C.
- C-6-3** - On dispose de la micrographie de cet acier. Indiquer sur le document réponse, le nom de chaque constituant.

**Données :**

- Masses molaires atomiques en  $\text{g.mol}^{-1}$  : Fe : 56 ; C : 12
- Nombre d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$

DANS CE CADRE

Académie : \_\_\_\_\_ Session : \_\_\_\_\_  
Examen ou Concours \_\_\_\_\_ Série\* : \_\_\_\_\_  
Spécialité/option\* : \_\_\_\_\_ Repère de l'épreuve : \_\_\_\_\_  
Épreuve/sous-épreuve : \_\_\_\_\_  
NOM : \_\_\_\_\_  
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)  
Prénoms : \_\_\_\_\_ N° du candidat   
Né(e) le : \_\_\_\_\_  
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

NE RIEN ÉCRIRE

\* Uniquement s'il s'agit d'un examen  
**Repère : AMPHY**      **Session : 2009**      **Durée : 2 H**  
**Page : 4/4**      **Coefficient : 2**

**DOCUMENT RÉPONSE**  
**À RENDRE AVEC LA COPIE**

**Micrographie d'un acier à 0,45 % de carbone**

