

# ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2014

Toute documentation permise  
Calculatrices non programmables : modèles autorisés seulement  
Durée de l'examen : 3 heures

## 14-MT-B4 METALLURGIE PHYSIQUE DES FONTES ET DES ACIERS

### **FONTES**

#### **Question n° 1 (15 points)**

Quelles sont les différences de microstructures et de propriétés mécaniques entre différentes classes de fontes?

Dessinez et décrivez les microstructures de ces fontes et expliquez les phases en présence. Expliquez les effets des éléments d'alliages et des différents traitements thermiques.

### **Aciers à Outils**

#### **Question n° 2 (10 points)**

- a) Quelles sont les compositions, les traitements thermiques, les microstructures et les propriétés mécaniques des aciers à outils?
- b) Quel est le rôle du soufre dans les aciers à outils?

### **Acier HSLA**

#### **Question n° 3 (10 points)**

Quel est le rôle du Nb et du Ti sur les propriétés mécaniques des aciers HSLA? Décrivez les traitements thermomécaniques qui permettent à ces éléments d'être efficaces. Quelle est la microstructure recherchée? Quel est l'effet de cette microstructure sur les propriétés mécaniques? Quel est l'effet de la température sur leurs microstructures?

**Question n° 4 (10 points)**

Une pièce cylindrique de 50 cm de diamètre d'un acier 4340 est mise en solution pendant une heure à 900 °C et refroidie à l'air. Décrivez l'évolution de la microstructure et des propriétés mécaniques de la surface au centre de cette pièce après ce traitement thermique.

**Question n° 5 (5 points)**

Quelle est la phase recherchée lors du traitement thermique d'homogénéisation des aciers ? Quel est l'effet de la température d'homogénéisation (pour un temps d'homogénéisation constant) sur les propriétés mécaniques après le traitement thermique?

**Question n° 6 (10 points)**

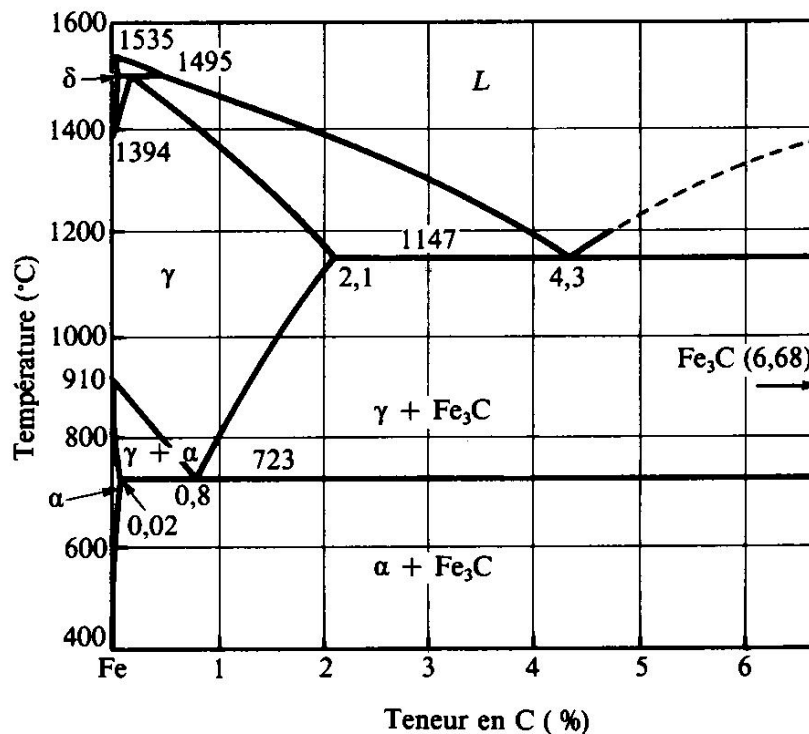
Quelles sont les conditions de composition et de traitement thermique pour obtenir de la bainite dans le cas d'un acier au carbone? Pour un acier de même composition, quelle est la différence de propriétés mécaniques lors d'un traitement qui donne de la martensite revenue?

**ACIERS INOXYDABLES****Question n° 7 (10 points)**

Décrivez les différentes microstructures des aciers inoxydables ainsi que leurs propriétés mécaniques. Expliquez l'influence des éléments d'alliage sur ces différentes microstructures? Décrivez les traitements thermiques qui permettent d'obtenir ces microstructures.

Quel est l'effet de la vitesse de refroidissement sur les propriétés mécaniques des aciers inoxydables austénitiques et sur leur microstructure?

**Question n° 8 (25 points)**



La figure provient du livre Des Matériaux (J.-M. DORLOT et al.), Éditions de l'École Polytechnique de Montréal

Quelle est la microstructure d'un acier 1080 qui a subi le traitement thermique suivant :

- austénitisation
- refroidissement lent à la température ambiante?

\*Dessinez cette microstructure.

\*Indiquez les phases et les constituants.

\*Calculez le pourcentage des constituants en présence.

Dessinez la courbe de refroidissement de cet alliage. Expliquer la forme de cette courbe, indiquer la présence des nouvelles phases qui se forment.

Quel est l'effet d'un refroidissement 'rapide' (de l'ordre de 300 à 400 °C/sec) après un maintien à 1100°C, sur la microstructure d'un acier 10100? Comment modifier le diagramme de phases pour tenir compte de cette vitesse? Quelles sont les différences de microstructure et de propriétés mécaniques si la température initiale de maintien était de 600 °C?

Quelles sont les différences principales entre la microstructure d'un acier 1010 ou 1050 lors d'un refroidissement à l'équilibre? Décrivez leurs propriétés mécaniques ainsi obtenues. Quel traitement thermique proposez-vous pour améliorer la ténacité de ces aciers?

**Question n° 9 (5 points)**

Citez les procédés thermomécaniques qui permettent d'augmenter la durée de vie en fatigue d'un acier au carbone. Expliquez votre réponse.