

# EXAMEN SEMESTRIEL Matériaux Métalliques

Licence Appliquée en Génie Mécanique LA\_TGM1

1<sup>ère</sup> Année

Temps alloué : 1h30min

Juin 2015

Nom. .... Prénom : ..... Classe : ..... N° de place : .....

UN MANUSCRIT SEULE FEUILLE FORMAT A4 EN RECTO-VERSO EST AUTORISE

Enseignants : B. Nasser M.ed, B Hamouda S., Z. Haitham M. & Hassine H.

**NB : La feuille doit porter le nom de l'étudiant, l'échange est strictement interdit**

**Barème :** 5 pts pour les bacheliers, 10 pts pour les étudiants qui ont été présents et qui ont préparé leur cours, 5 pts pour ceux qui ont assisté au cours et qui ont compris la matière et 1 pt de bonus pour ceux qui veulent s'en profiter.

### **EXERCICE 1 : IDENTIFICATION METALLURGIQUE (7 PTS)**

On voudrait déduire la structure d'une fonte à 3.35% de carbone. Pour ce faire, on dispose du diagramme Fe-Fe<sub>3</sub>C (Fig.1).

1. Relever les coordonnées des points G1 & G2

.....  
.....

2. Que représente les deux points G1 et G2

.....  
.....  
.....

3. Ecrire les transformations eutectoïde et eutectique. Dire en quel point (G1 ou G2) aura chaque transformation.

.....  
.....  
.....

4. Par quoi est caractérisée chaque transformation ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

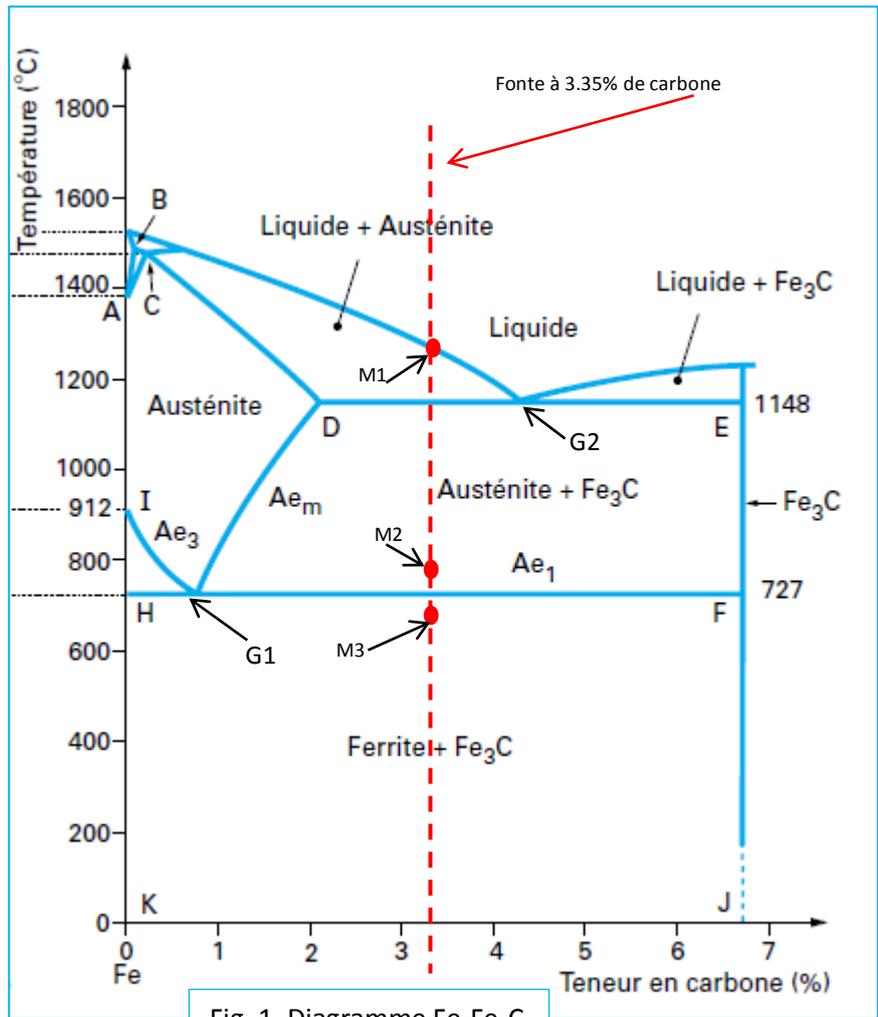
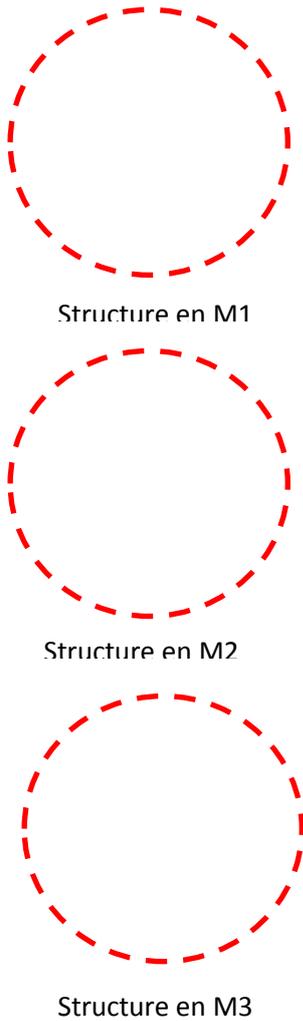
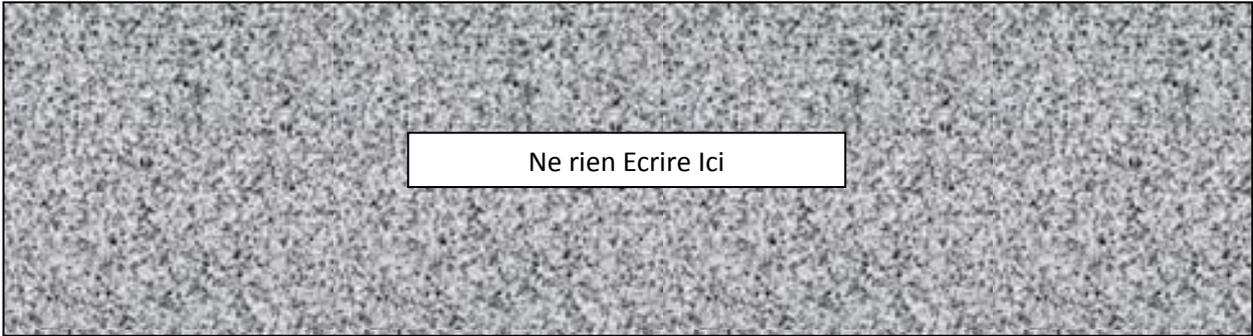
5. Préciser s'il s'agit d'une fonte hypereutectique ou hypoeutectique. Dire pourquoi ?

.....  
.....  
.....

6. Déduire de la courbe les températures des points M1, M2 et M3

.....  
.....  
.....

7. Sur la figure ci-dessous schématiser la structure de l'alliage à chacun des points M1, M2 et M3. Indexer la légende.



8. Calculer par la règle des segments inverses les fractions massiques des constituants au point M2 que l'on suppose légèrement supérieur à la ligne de l'eutectoïde.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**EXERCICE 2 : TRANSFORMATIONS ISOTHERMES DES ACIERS (7 PTS)**

L'exercice consiste à établir une caractérisation métallurgique des aciers hypereutectoïdes à 0.90% de carbone. On discute **des traitements isothermes** à différents mécanismes de transformations de l'acier C90 en vue de choisir le traitement adéquat pour répondre à une exigence industrielle visée.

9. Donner les paramètres (ou conditions) d'austénitisation de la nuance C90.

10. Pourquoi doit-on austénitiser l'acier avant de procéder à un traitement thermique ? Préciser pour le cas de la nuance C90 s'il est nécessaire de faire une austénitisation complète.

11. Colorier la ligne correspondante à 50% d'austénite transformé

12. A quoi correspondent les lignes (I, II, III et IV) sur le diagramme TTT de la fig.2

13. On voudrait établir un traitement isotherme qui permettra d'avoir une structure à 50% de bainite et 50% de perlite.

13.1. Choisir la température adéquate répondant à cette exigence de structure

13.2. Déterminer du diagramme les durées de chacune des transformations correspondantes

Le taux de transformation de la perlite à un instant (**t**) donné s'exprime par la relation :  $\tau_{perlite} = 1 - \exp(-k(t_0 - t)^2)$ . Le facteur **k** est un coefficient à déterminer et  $t_0$  est l'instant de début de transformation de la perlite.

13.3. Déterminer l'instant de la fin de transformation de la perlite. Déduire le coefficient (**k**). Préciser son unité.

13.4. Calculer donc le taux de la perlite formé à l'instant de 10s. Conclure.

14. A quel instant doit-on arrêter un traitement isotherme  $T_i=400^\circ\text{C}$  pour qu'on puisse avoir une transformation à 50% de bainite. Par quoi, nous devons procéder pour aboutir à une transformation martensitique.

.....  
.....  
.....  
.....

15. Reporter sur le diagramme TTT de la nuance C90 cette trempe étagée à  $T_i=400^\circ\text{C}$ . Conclure sur sa dureté résultante.

.....  
.....

**EXERCICE 3: TRANSFORMATION ANISOTHERMES DES ACIERS (7 PTS)**

On s'adresse dans cet exercice à une nuance d'acier hypoeutectoïde, le **60NiCrMo 11-03** dont on dispose de son diagramme TRC (**Fig.3**). On vous demande de répondre aux questions suivantes :

16. Donner la désignation détaillée de la désignation de la nuance : **60NiCrMo 11-03**

.....  
.....

17. Distinguer entre les deux domaines ferritique et perlitique sur le diagramme TRC de la nuance hypoeutectoïde (utiliser des couleurs différentes).

18. Reporter sur le diagramme TRT la loi de refroidissement qui permettra d'avoir une structure bainito-martensitique à 50% de martensite. Déduire la vitesse correspondante.

.....  
.....  
.....

19. Colorier sur le diagramme TRC, la courbe de refroidissement permettant d'avoir une structure purement martensitique

20. La structure martensitique est généralement obtenue par une trempe à l'eau après austénitisation. Décrire les mécanismes de transformation martensitique.

.....  
.....  
.....

21. Calculer la vitesse minimale qui assure cette transformation martensitique. Illustrer votre réponse sur le diagramme TRC.

.....  
.....  
.....

22. Déduire de même diagramme le taux de l'austénite résiduelle suite à cette trempe martensitique.

.....  
.....

23. Pour réduire la dureté élevée résultante, on procède par un revenu à un maintien de 2h après une température de traitement à choisir.

15.1. A quoi consiste un traitement de revenu après trempe

.....

15.2. Choisir la température de revenu visé qui permettra de réduire la dureté de trempe à 25%.

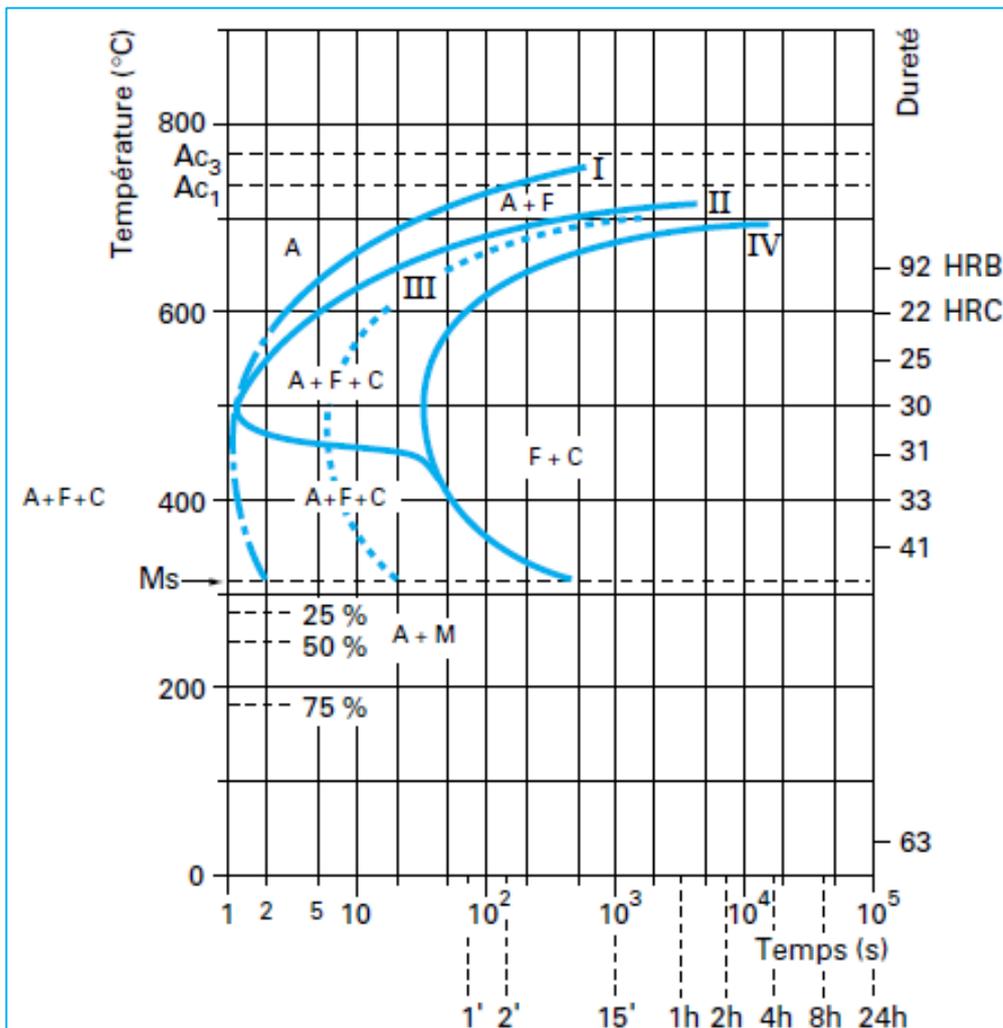
.....

24. Conclure sur les critères desquels découle la justification d'un tel choix de traitement thermique donné

.....

.....

.....



Acier austénitisé à 825 °C pendant 15 min  
 Grosseur de grain AFNOR : 11  
 25 %, 50 % et 75 % sont les pourcentages d'austénite formée  
 A : austénite C : cémentite F : ferrite

Fig. 3 : Courbe de revenu de l'acier 35NiCrMo16-03

Ne rien écrire ici

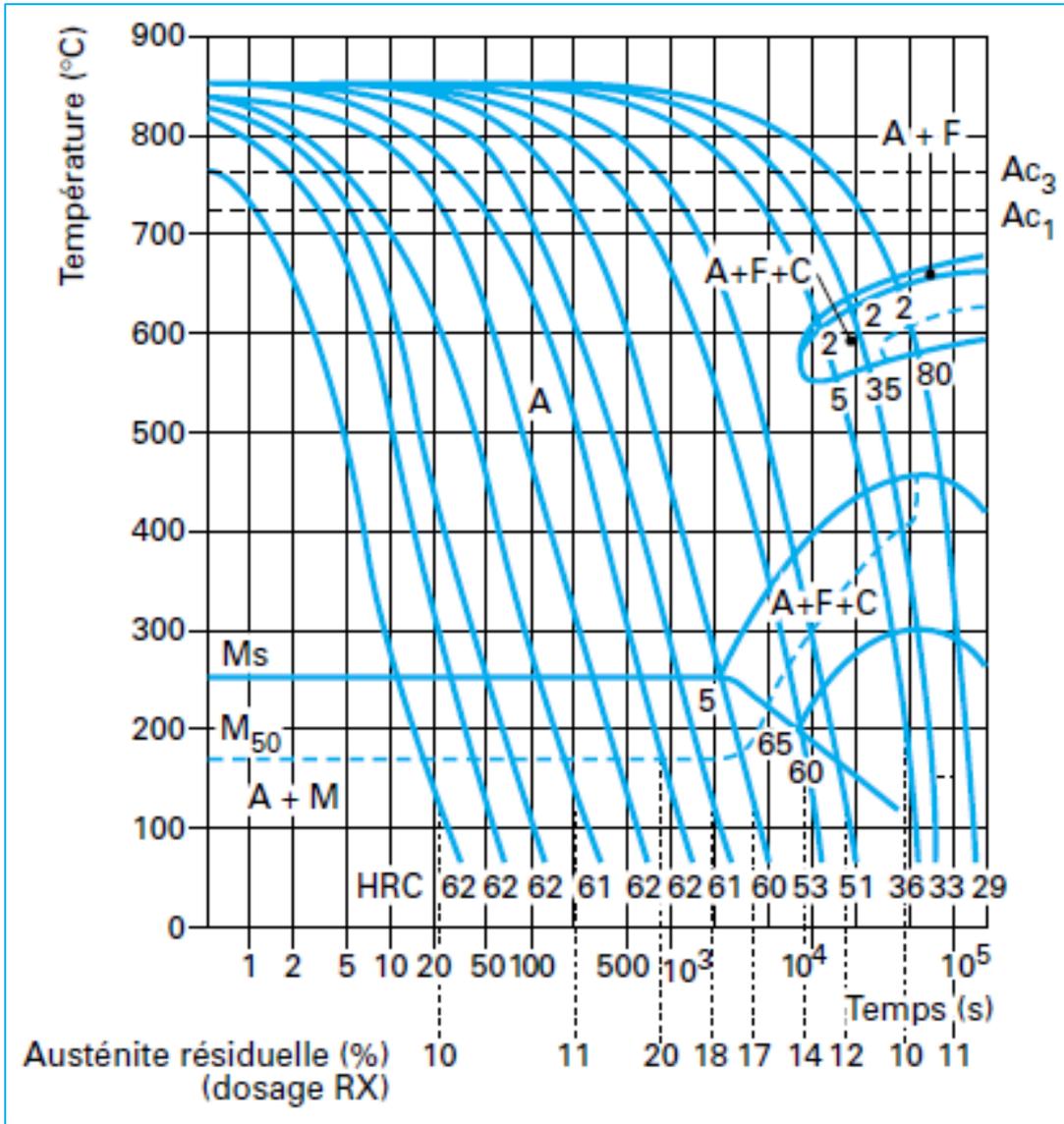


Fig. 3: Diagramme TRC  
35NiCrMo16-03

Fig. 4 : Courbe de revenu de  
l'acier 35NiCrMo16-03

