

EXAMEN SEMESTRIEL
Matériaux Métallique

Licence Appliquée en Génie Mécanique LA_GM1

1ère Année

Temps alloué : 1h30min

Juin 2014

Nom. Prénom : Classe : N° de place :

Enseignants : Ben Nasser Med, Hassine Hichem

DOCUMENTS NON AUTORISES

NB : les parties indépendantes, Gérer bien votre temps et votre concentration.

Mise en situation

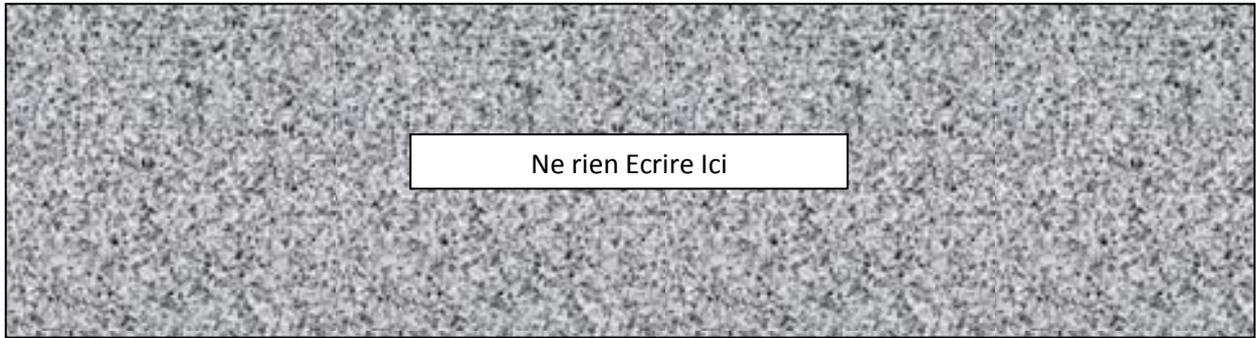
Les propriétés mécaniques des alliages industriels dépendent, en une grande mesure, de la microstructure des phases en présence ainsi que de leur distribution. La modification de la nature, de la microstructure et de la répartition de ces phases par un traitement isotherme ou anisotherme permet de répondre aux exigences économiques et technologiques de plus en plus imposées par l'industrie mécanique.

Le sujet porte sur les traitements thermiques de la nuance 45Mn5, il se décompose en quatre parties indépendantes. Prenez votre temps et commencez par la partie qui vous paraisse la plus simple.

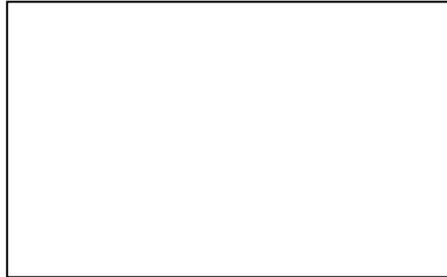
PARTIE 1 : DESCRIPTION METALLURGIQUE DE LA NUANCE 35CrMo4 (5 pts)

On dispose dans cette partie du diagramme Fer_Carbone métastable noté Fe-Fe3C (Fig.1) et on assimile la nuance 45Mn5 à un alliage Fe-Fe3C à 0.45% de Carbone. On vous demande de répondre aux questions suivantes :

- 1. Déduire du digramme Fe-Fe3C les températures du début et de la fin de solidification de cet alliage
2. Déduire du même diagramme la composition en carbone et la nature de la (des) phase (s) en présence à la température T=1200°C. Déduire la variance V.
3. Déterminer la température de germination de la phase de ferrite alpha (Figure 1. b.).
4. Estimer les fractions massiques de chacune des phases en présences à la température de germination. Que peut-on dire sur la teneur en carbone ?
5. Quelle transformation se produit à T=723°C par la portion de l'austénite gamma résidant de la transformation proeutectoïde. Ecrire donc l'équation de la transformation de l'austénite à cette température.



6. Schématiser et indexer la structure à la température ambiante de la nuance 45Mn5.



PARTIE 1 : TRANSFORMATION ISOTHERME (5 pts)

On dispose dans cette partie du diagramme TTT de la nuance 45Mn5 (Fig. 2.), et on vous demande de répondre aux questions suivantes:

7. Donner la signification détaillée de la désignation donnée.

.....

8. Quels sont les paramètres d'austénitisation de cet alliage.

.....

9. Etude de la transformation isotherme à $T = 400^{\circ}\text{C}$.

9.1. Déterminer le temps (t_0) de début de transformation

.....

9.2. Déterminer la durée totale de transformation

.....

9.3. Déduire la dureté résultante après transformation

.....

10. Déterminer la marge des températures et des duretés résultantes permettant d'avoir une structure ferrito-perlitique à une durée de transformation inférieure à **500 secondes**.

.....

.....

11. Etude de la transformation isotherme à $T_i = 200^{\circ}\text{C}$.

11.1. Décrire brièvement la cinétique thermodynamique de la transformation à cette température ;

.....

.....

.....

.....

11.2. Déterminer la fraction massique de l'austénite résiduelle sachant que :

$$Y_{Arés} = \exp [-0.011(M_s - T_i)]$$

.....

.....

.....

.....

PARTIE 3 : TRANSFORMATION ANISOTHERME (7 pts)

On dispose dans cette partie du diagramme TRC de la même nuance (Fig. 3) et on vous demande :

12. Colorer, en couleurs différentes, sur la figure 2. du document réponse.

- Le lieu de points (M) des instants d'incubation des transformations ;
- Le lieu de points (N) de fin de transformation bainitique

13. Pour chacune des lois de refroidissement N°1, N°2, N°3 et N°4 indiquées sur le diagramme TRC de la nuance 45Mn5 on vous demande de :

13.1. Remplir le tableau ci-dessous tout en calculant les vitesses de transformations, les phases et la dureté résultante.

NB : Les lois sont à compter à partir de la loi d'extrême gauche du diagramme TRC (p. 4/6)							
Loi	Δt_{300}^{700}	$Vr(\Delta t_{300}^{700})$	$Y_F(\%)$	$Y_F(\%)$	$Y_F(\%)$	$Y_F(\%)$	Dureté HV ou HRC
Loi N°1							
Loi N°3							
Loi N°5							
Loi N°7							

13.2. Quelle est l'influence de la vitesse de refroidissement sur les valeurs des duretés résultantes, expliquer pourquoi ?

.....

.....

.....

14. Déterminer les deux vitesses critiques d'une trempe bainito-martensitique.

.....

.....

.....

15. Choisir un traitement qui permettra d'avoir une structure à 50% de Bainite. Calculer sa vitesse de refroidissement et déduire sa dureté résultante

.....

.....

PARTIE 4 : REVENU ET TREMPABILITE DES ACIERS AU Mn (4pts),

16. Donner le principe de revenu et expliciter son influence sur les caractéristiques des nuances obtenue après trempe.

.....

.....

.....

17. Décrire l'influence des températures de revenu (450°C, 500°C, 550°C et 600°C) sur la dureté des nuances traitées.

.....

.....

.....

18. Choisir les durées de revenu permettant d'avoir une structure à 175 HB (Dureté Brinell) pour la température de 450°C.

.....

.....

19. On voudrait effectuer un revenu à 2h. Choisir les températures permettant d'avoir une dureté supérieure à 100 HB.

.....

.....

20. Déduire la dureté résultante pour chaque température choisie.

.....

.....

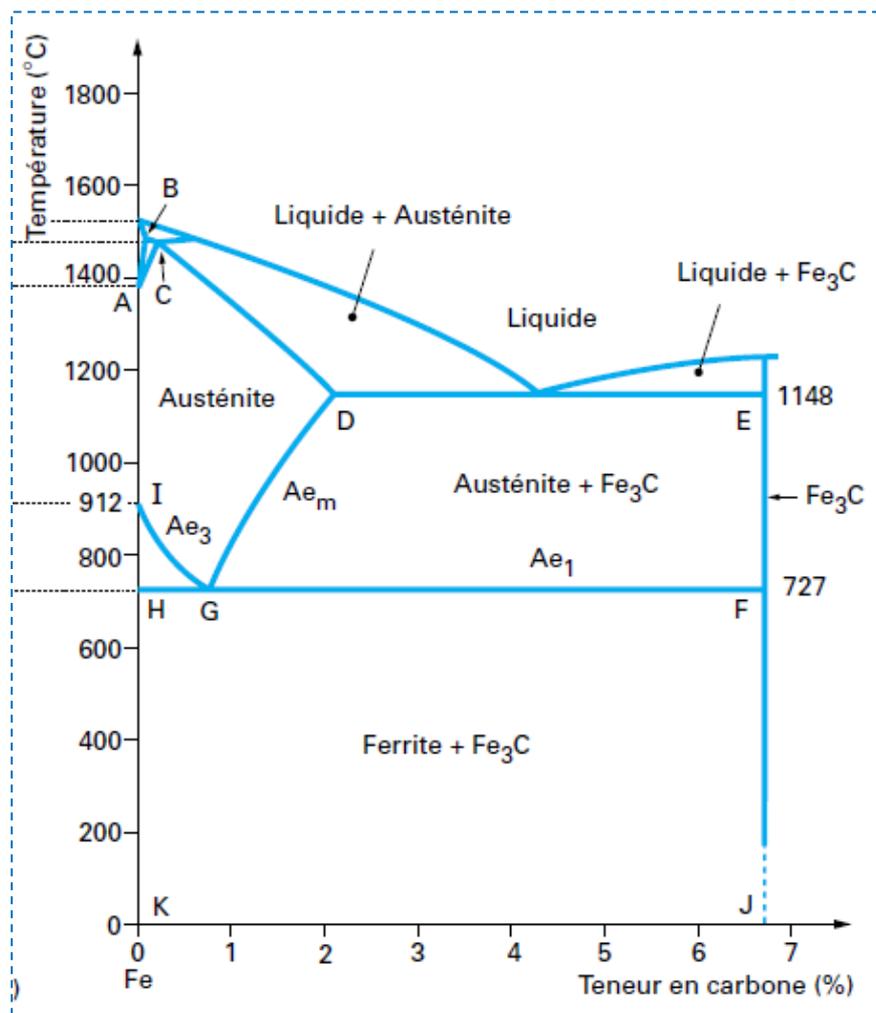


Fig. 1. Diagramme Fer-Carbone métastable

DOCUMENT A
RENDRE

Détail Fig. 1.

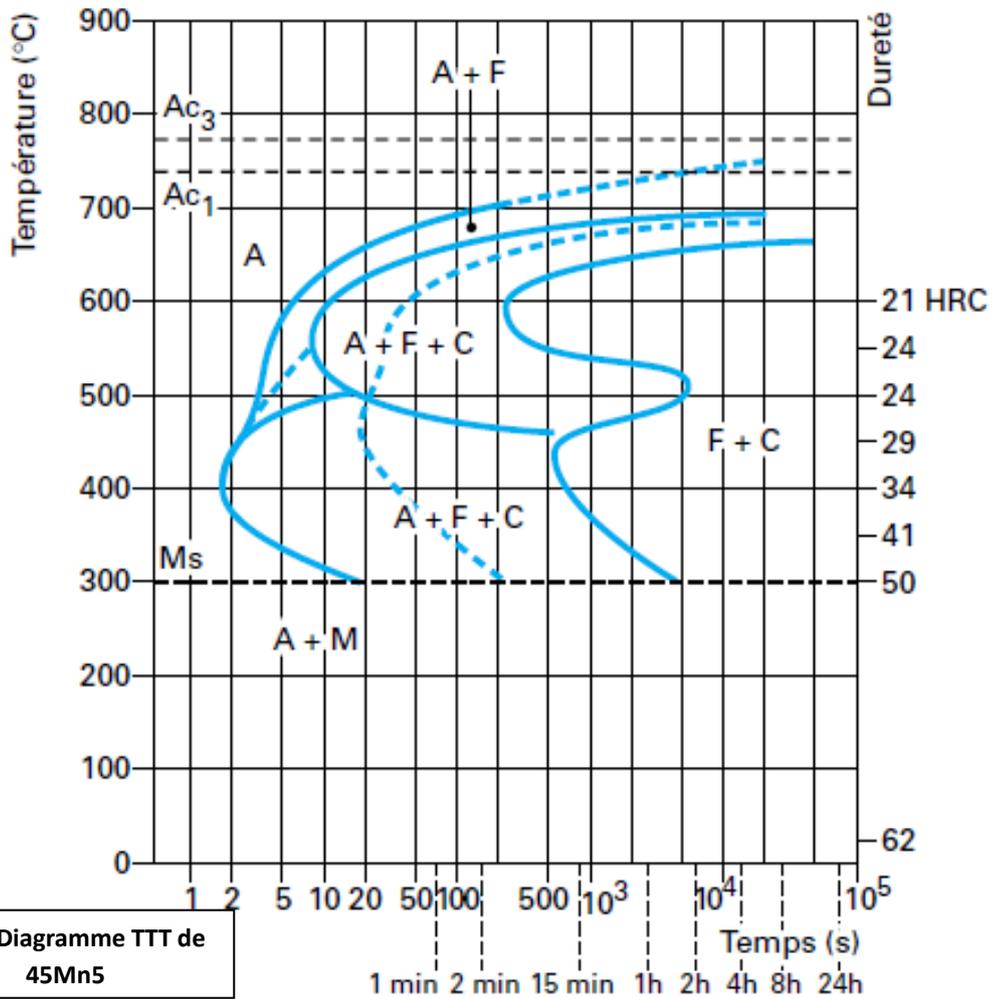
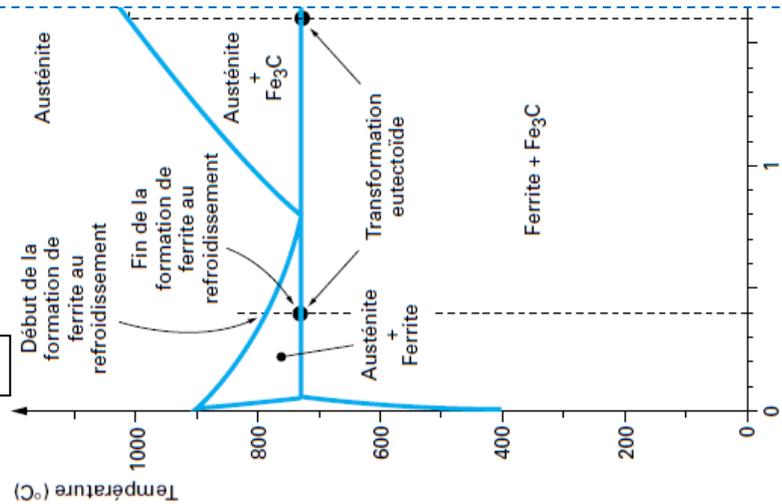


Fig. 2. Diagramme TTT de 45Mn5

Nuance	Composition chimique (%)							
45 Mn 5	C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr	Cu
	0,47	1,37	0,36	0,025	0,015	0,02	0,15	0,19
Acier austénitisé à 875 °C pendant 30 min								
Grosseur de grain AFNOR : 11 à 12								

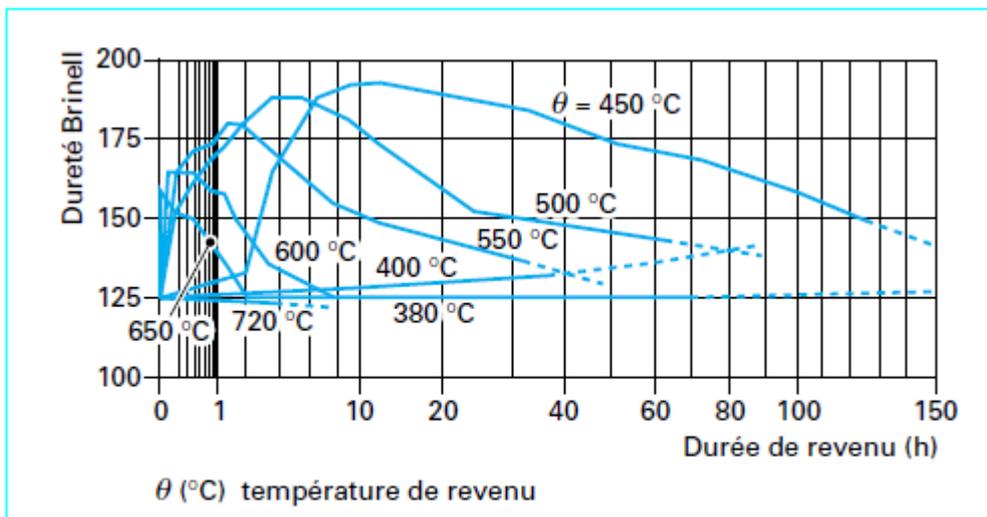
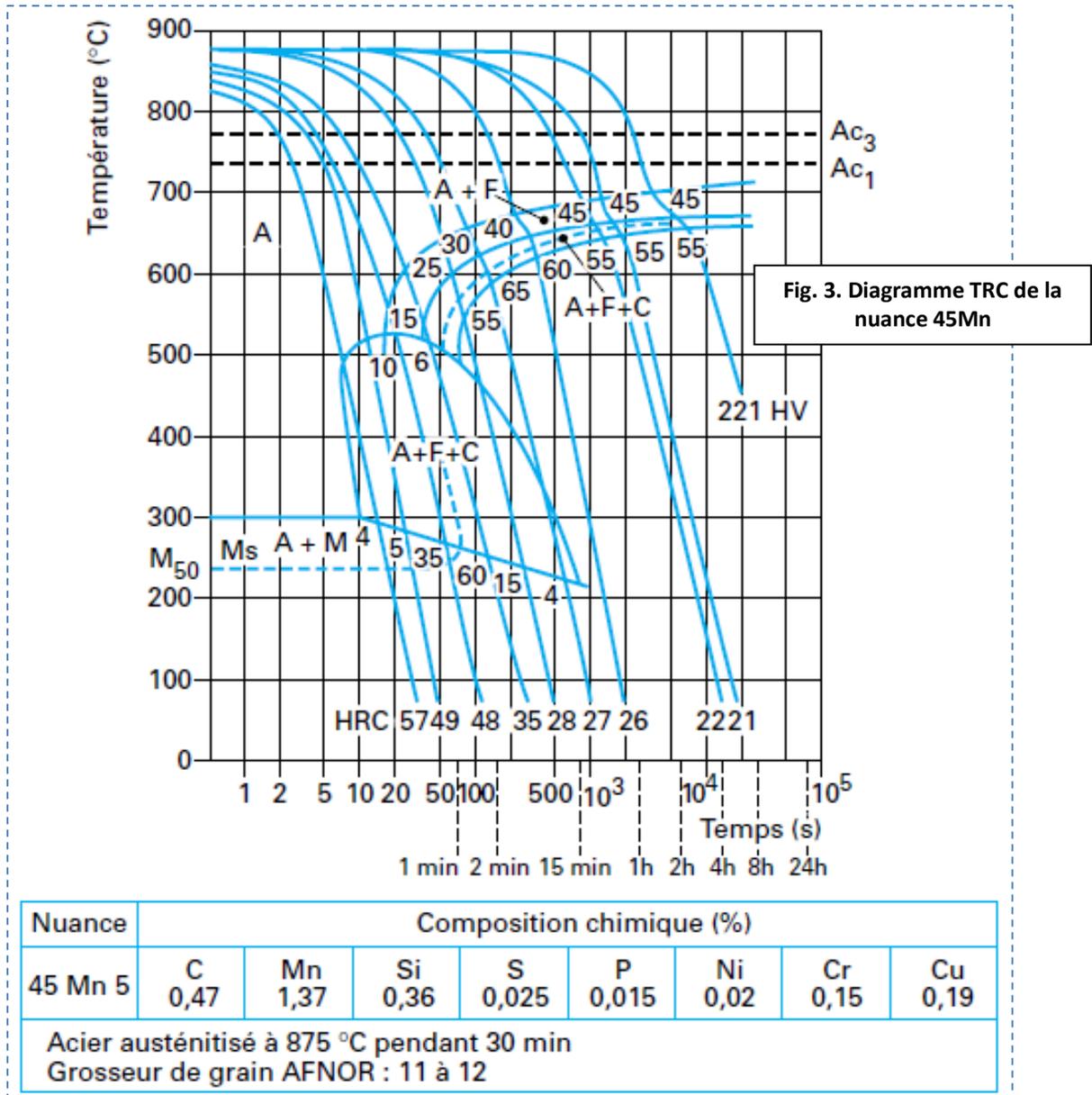


Fig. 4. Influence de la durée de revenu sur la dureté d'un acier à 1% de cuivre selon Houdremont