

# Documents autorisés - Durée = 2 H

## Partie A : Copie séparée

### 1 Diffusion dans les alliages $Fe - C$

Deux cylindres  $A$  et  $B$  de même section sont accolés bout à bout et chauffés à une température suffisante pour assurer leur auténitisation. Le cylindre de gauche  $A$  est un acier de composition  $C_A = 0.16g.cm^{-3}$ , celui de droite  $B$  est constitué de fer pur.

Les deux cylindres forment un système infini. L'Origine de l'axe des abscisses  $Ox$  est fixée à la jonction des deux cylindres. Seul le carbone diffuse dans la direction  $Ox$  positive et perpendiculaire à leur section.

Expérience : Maintien ~~des~~ des deux cylindres à  $927^\circ C$  pendant 50H.

1. Déterminer le profil de concentration  $C(x, t)$  en posant les conditions aux limites adéquates. (utiliser la variable adimensionnelle  $\lambda = \frac{x}{2\sqrt{Dt}}$ )
2. Tracer la courbe  $C(x, t)$  en fonction de  $x$  pour les valeurs de  $\lambda$  suivantes :  $\lambda = 0.0, \pm 0.1, \pm 0.2, \pm 0.3, \pm 0.5, \pm 0.8, \pm 1, \pm 1.5, \pm 2, \pm 2.5$ .
3. Déterminer l'abscisse limite  $x_p$  de la zone perlitique dans le cylindre  $B$ . Cette limite correspond à une concentration en carbone supérieure à  $C_p = 0.06g.cm^{-3}$ .  
**au choix : Détermination graphique , ou par calcul.**
4. Calculer la masse de carbone qui est passé du cylindre  $A$  au cylindre  $B$  à la fin de l'expérience.  
On prendra  $D = 10^{-8}cm^2.s^{-1}$      $S$  (section) =  $25 cm^2$

mini table  $Erfc(\lambda)$

$\lambda$	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5
$erfc(\lambda)$	0.8875	0.7773	0.6714	0.4795	0.2579	0.1573	0.0339	0.0047	0.0004

### germination

On demande de déterminer le cas le plus favorable à la germination homogène de l'or solide à partir de la phase liquide pour deux géométries de germe solide, les géométries des germes à considérer sont des germes cubiques de côté  $a$  et des germes sphériques de rayon  $r$  :

$$\Delta G = L_f \frac{T_f - T}{T} V + \gamma S \quad (1)$$

Comparer les tailles critiques des germes et les barrières de germination :

$L_f = 12550 J.mole^{-1}$ ,  $\rho = 18500 Kg.m^{-3}$ ,  $\gamma = 0.01 J.mole^{-1}$ ,  $T_f - T = 100 K$ ,  $T_f = 1064^\circ C$ ,  
 $N = 6.02 \cdot 10^{23}$ ,  $M = 197g.mole^{-1}$

### **A/ Diagramme Fer-carbone :**

On dispose d'un échantillon d'acier à 0.6 % de C et d'un échantillon B à 1 % de C.

- 1) On fait subir à ces 2 échantillons un même traitement de recuit (850 °C suivi d'un refroidissement lent). Donner la répartition des constituants micrographiques et la dureté globale de chaque échantillon.
- 2) On fait subir aux 2 échantillons une trempe à l'eau à 20 °C après un nouveau chauffage à 850 °C.
  - a) Donner la répartition des constituants micrographiques et la dureté des échantillons.
  - b) Quel traitement devra-t-on faire subir alors à l'échantillon B pour augmenter sa dureté ?
  - c) Quelle sera sa dureté finale ?
- 3) L'échantillon B est chauffé à une température juste suffisante pour obtenir la transformation perlite → austénite, puis trempé à l'eau à 0 °C.  
Quelle est la dureté obtenue à la suite de ce traitement ?

N.B. On admettra que la dureté d'un alliage est une fonction linéaire de la quantité de chacune des phases en présence.

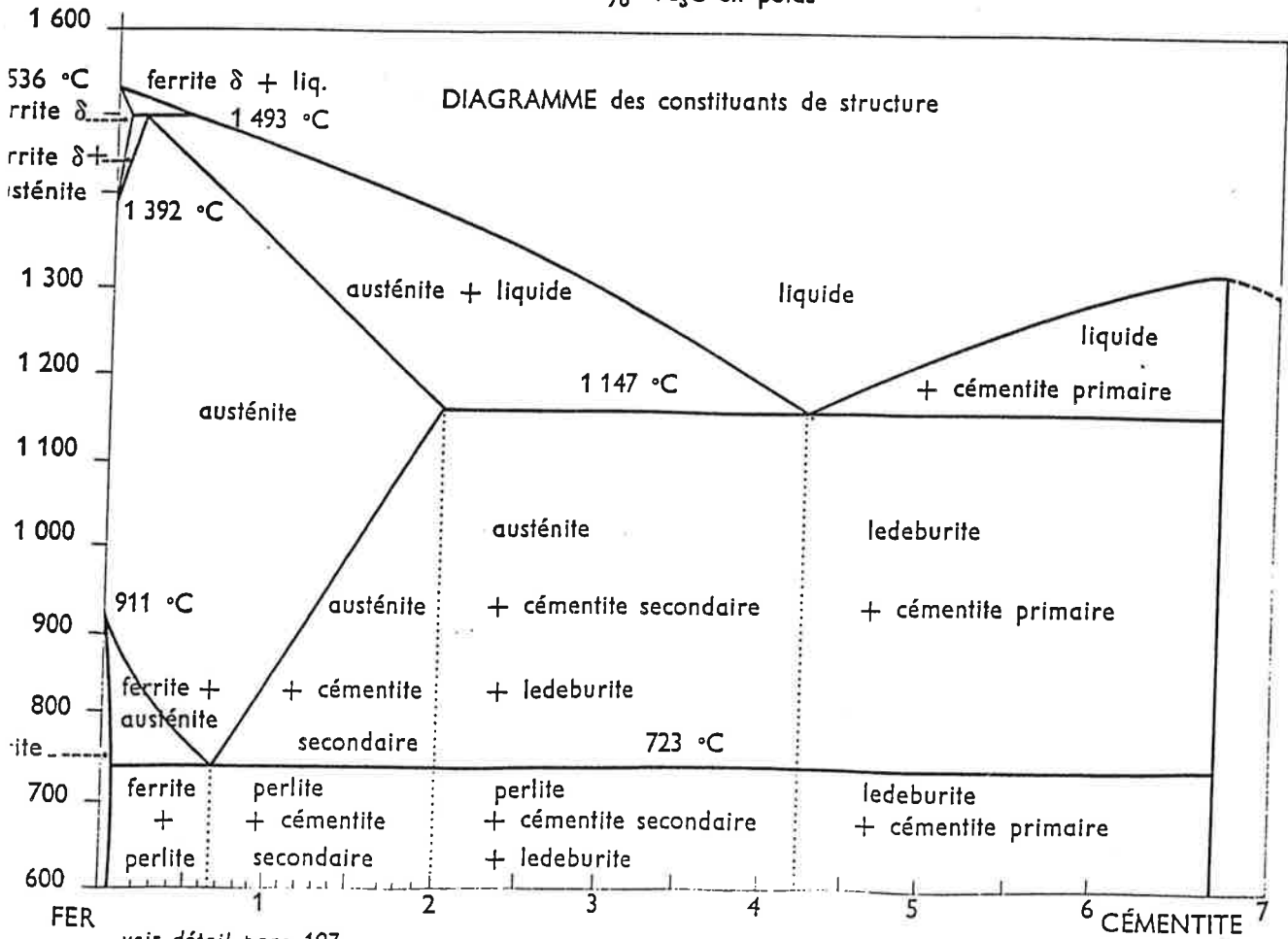
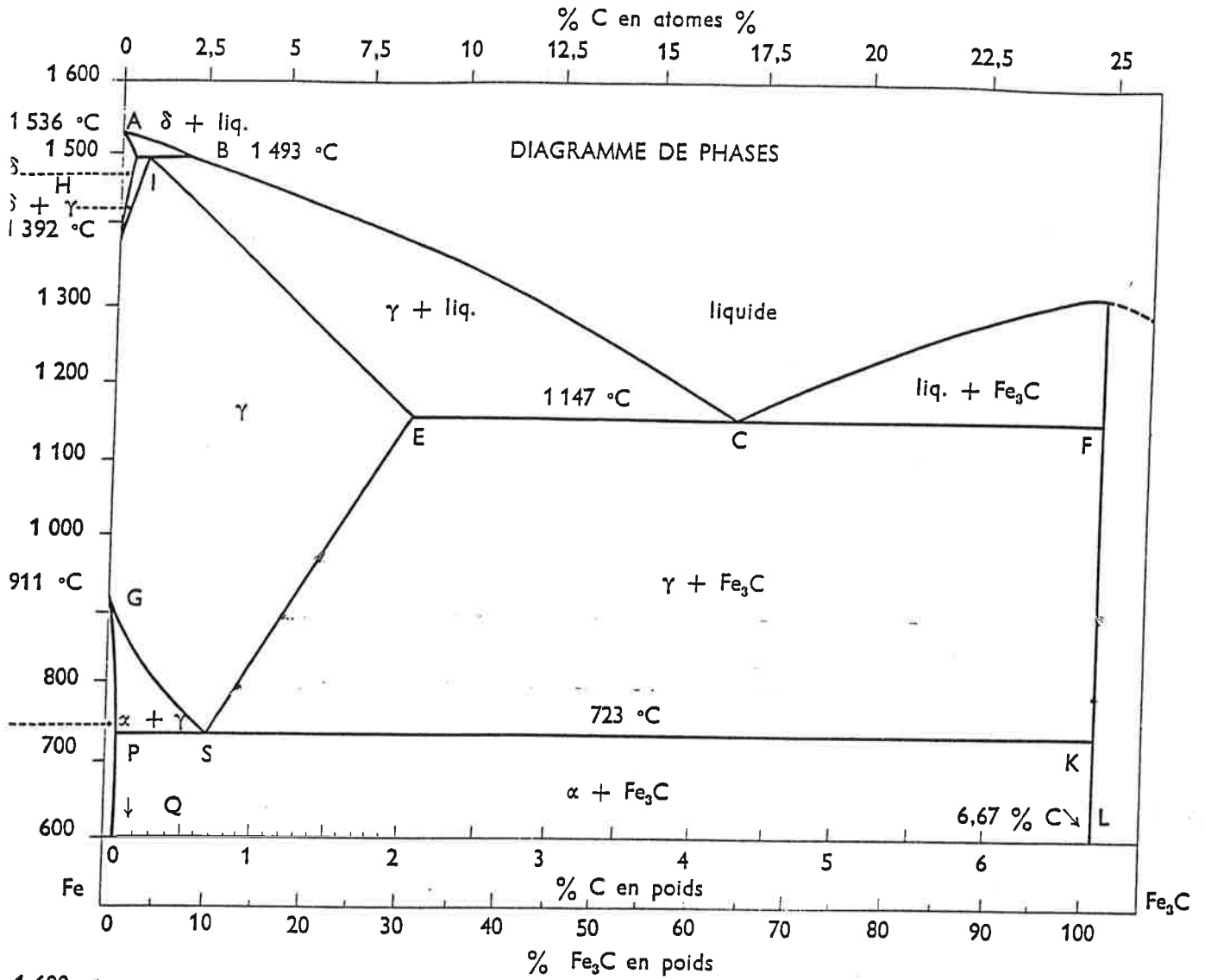
On donne : ferrite = 80 Hv ; cémentite = 1000 Hv ; austénite = 300 Hv ; martensite = voir courbe en fonction de la concentration en C.

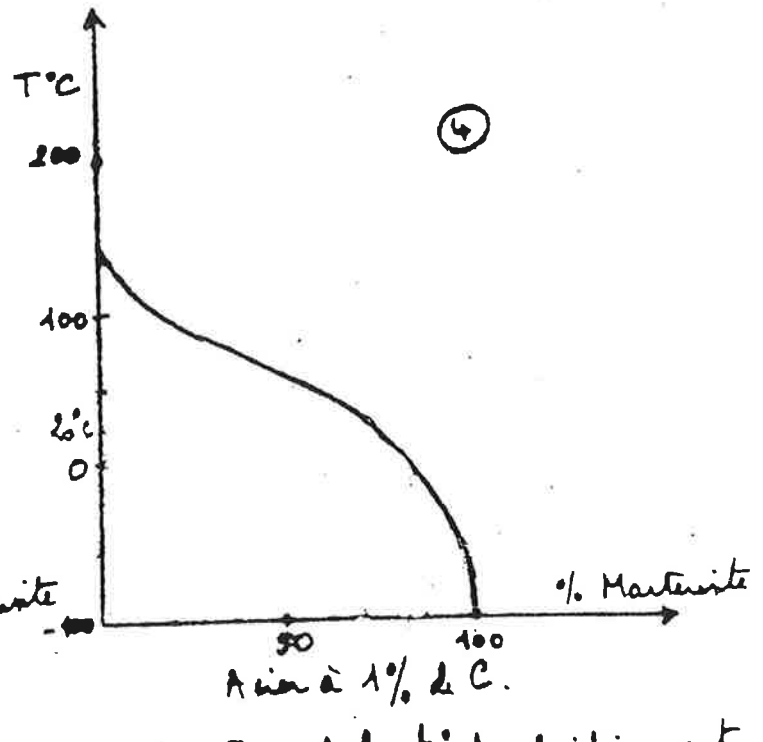
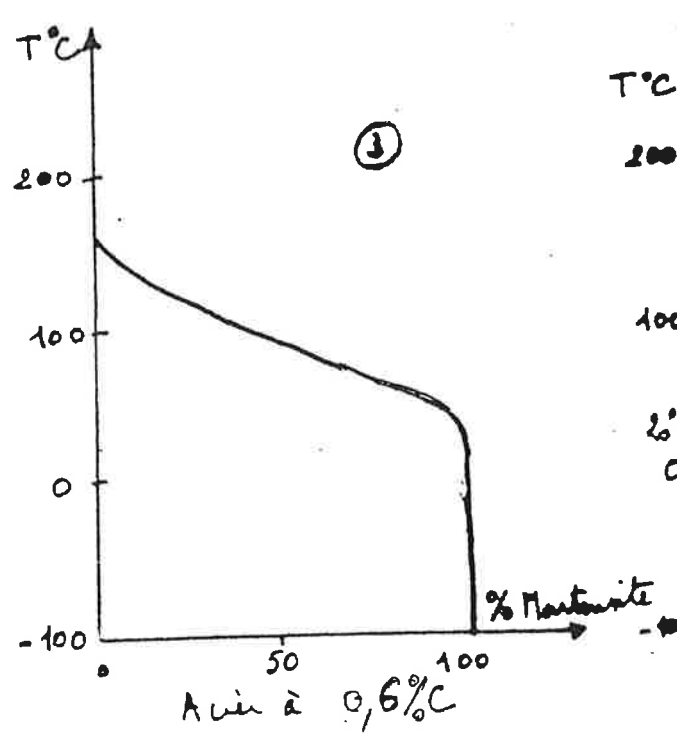
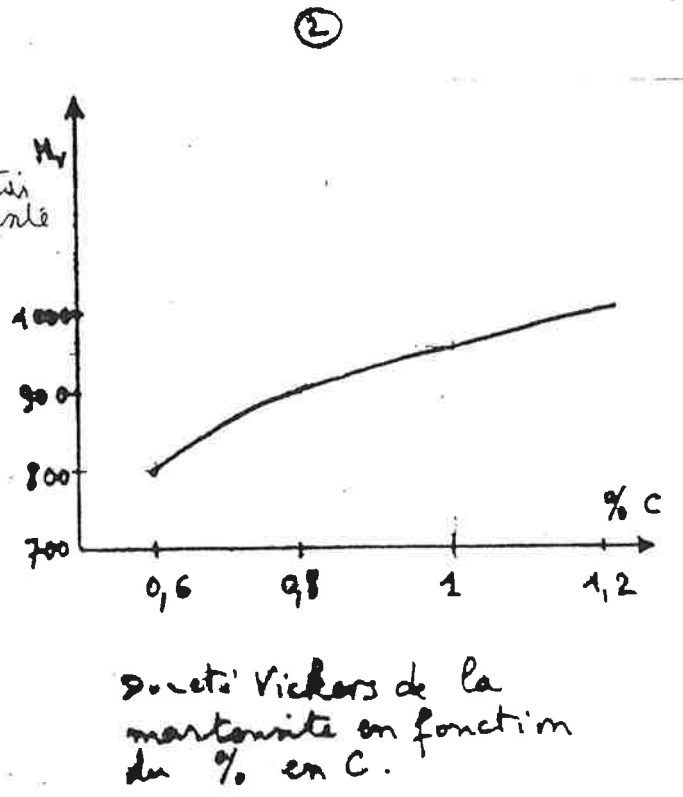
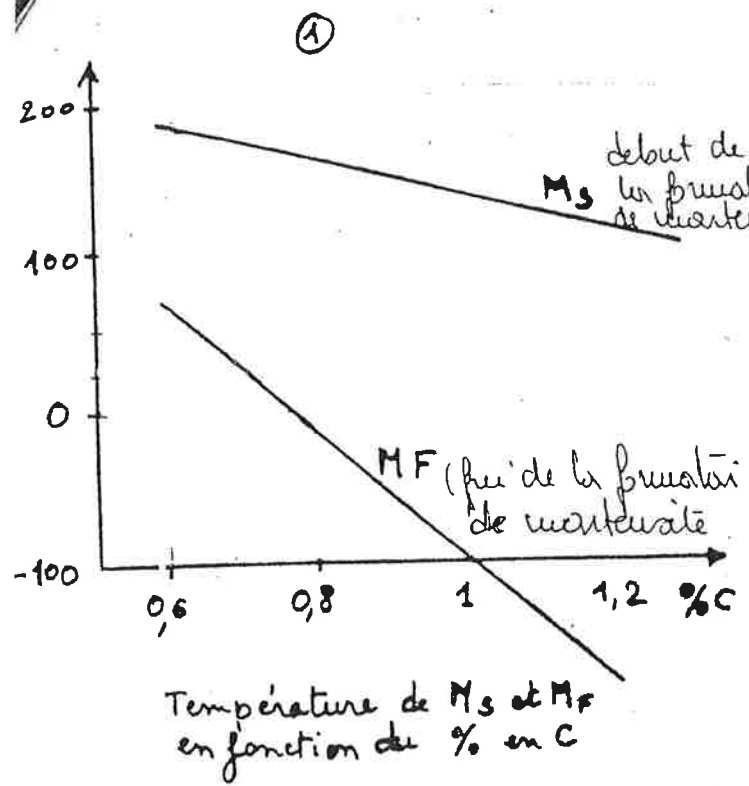
### **B/Traitements thermiques :**

La figure ci-dessous représente le diagramme TTT d'un acier ordinaire au carbone de composition eutectoïde. On austénise des éprouvettes de cet acier à 850 °C. On leur fait subir ensuite les trempes marquées sur le diagramme. Décrivez la microstructure due à ces traitements thermique.

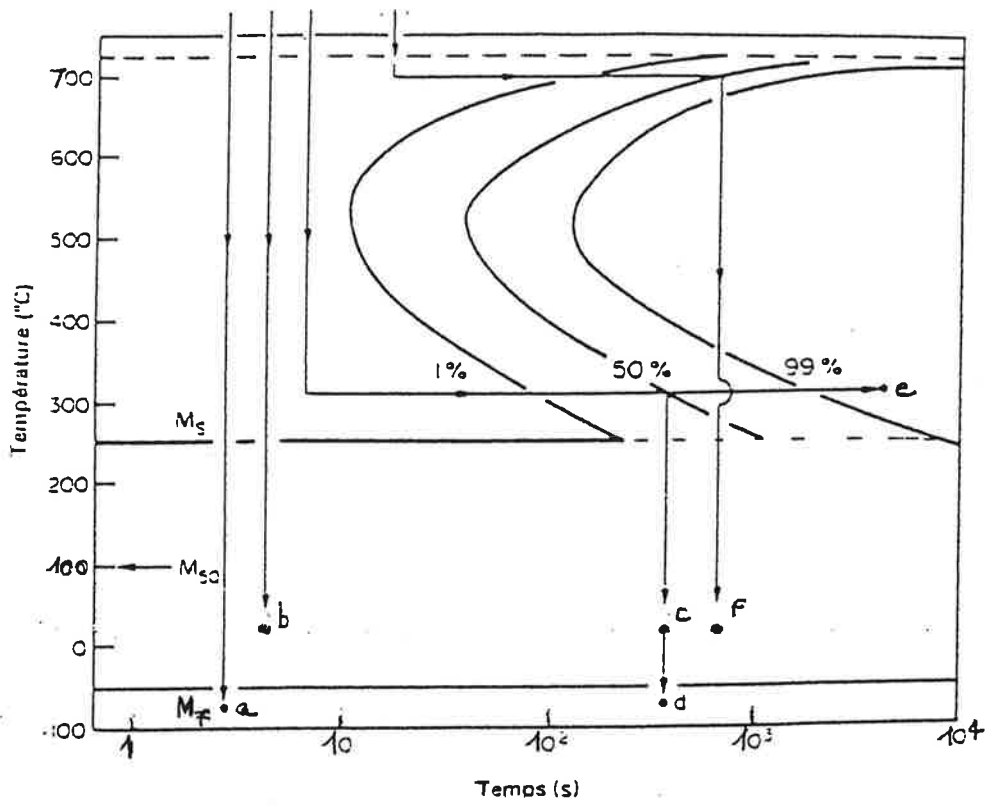


# DIAGRAMMES FER - CÉMENTITE





% de martensite en fonction de la  $t^\circ$  de refroidissement



Proportion d'austénite résiduelle subsistant après une trempe martensitique arrêtée à 20 °C (selon KOÏSTINEN et MARBURGER) (9)

Température $M_s$ (°C)	Proportion (%) d'austénite résiduelle
500	0,5
450	0,9
400	1,5
350	2,7
300	4,6
250	8
200	14
150	24
100	41