

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 λ 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 $Erfc(\lambda)$

λ	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.

ACIERS AU CARBONE. POINTS DE TRANSFORMATION (1)

La position des lignes A_1, A_3, A_{cm} varie avec la teneur en Mn, Si, P, Ni, Cu..., celle des lignes Ac et Ar varie de plus avec la vitesse $\frac{d\theta}{dt}$ et avec la «propreté» de l'acier.

Légende des schémas de structure

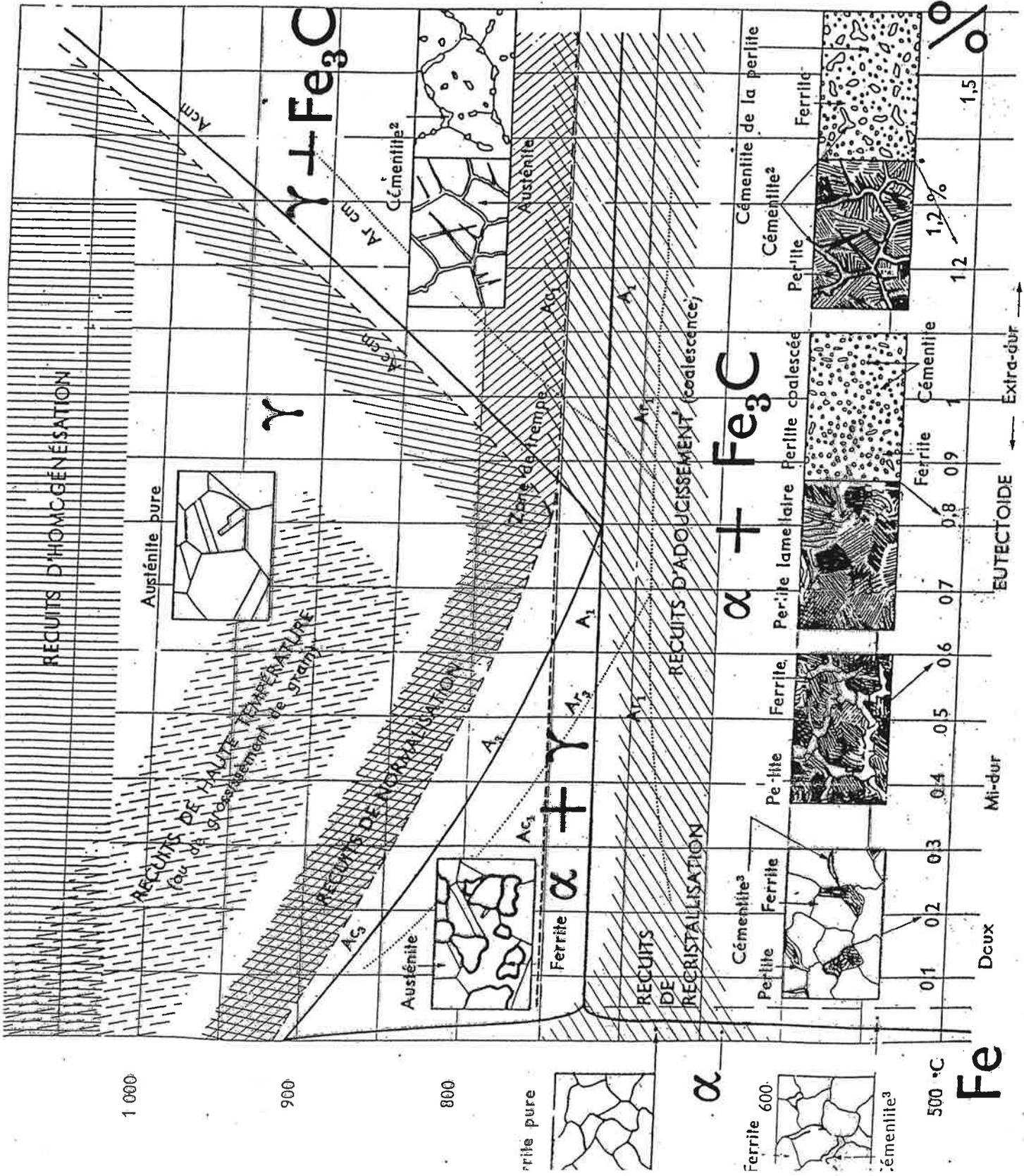
Acier à 0,04 % C :
ferrite + cémentite tertiaire.

Acier à 0,2 % C :
ferrite + perlite lamellaire + cémentite tertiaire.

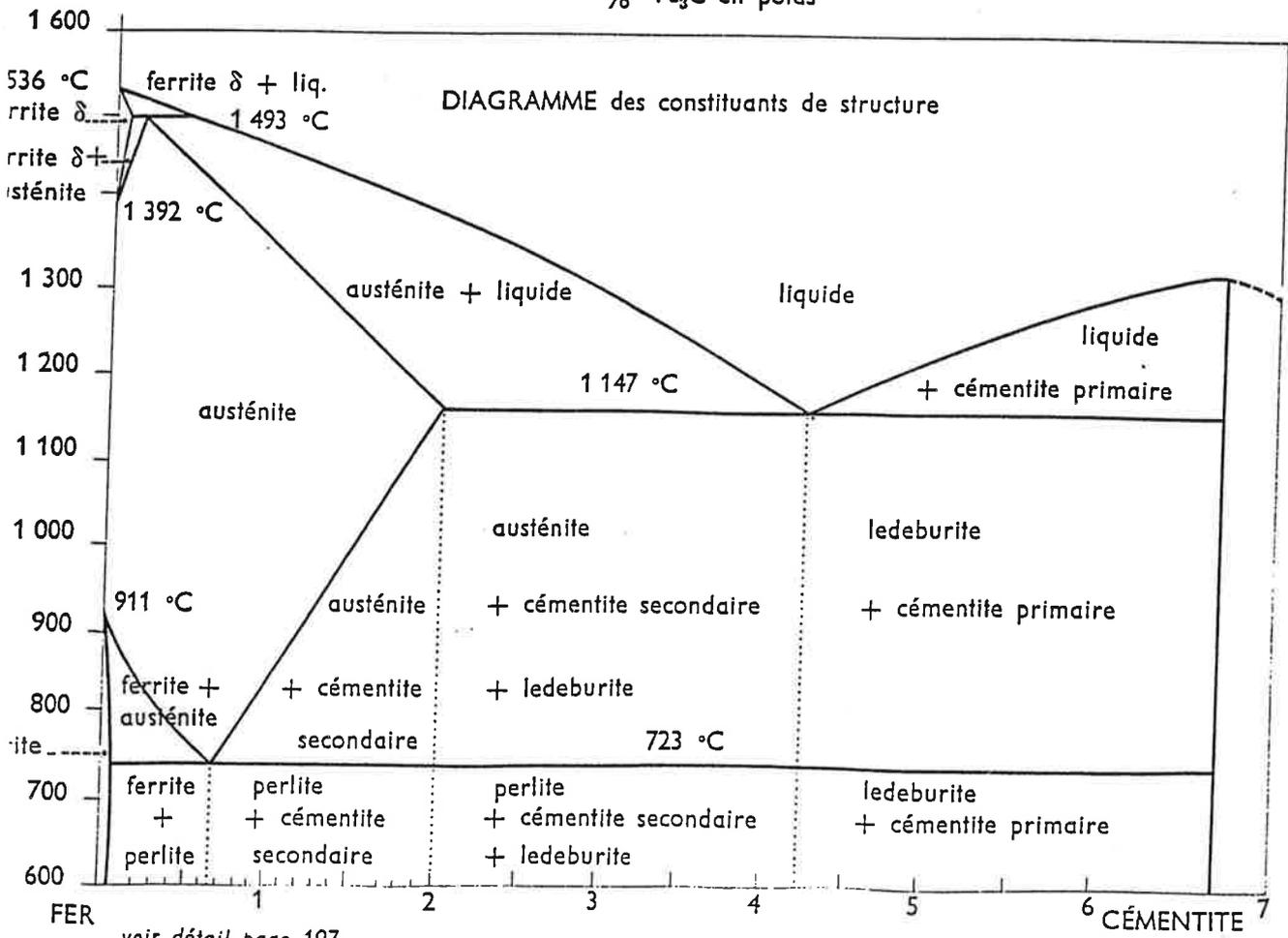
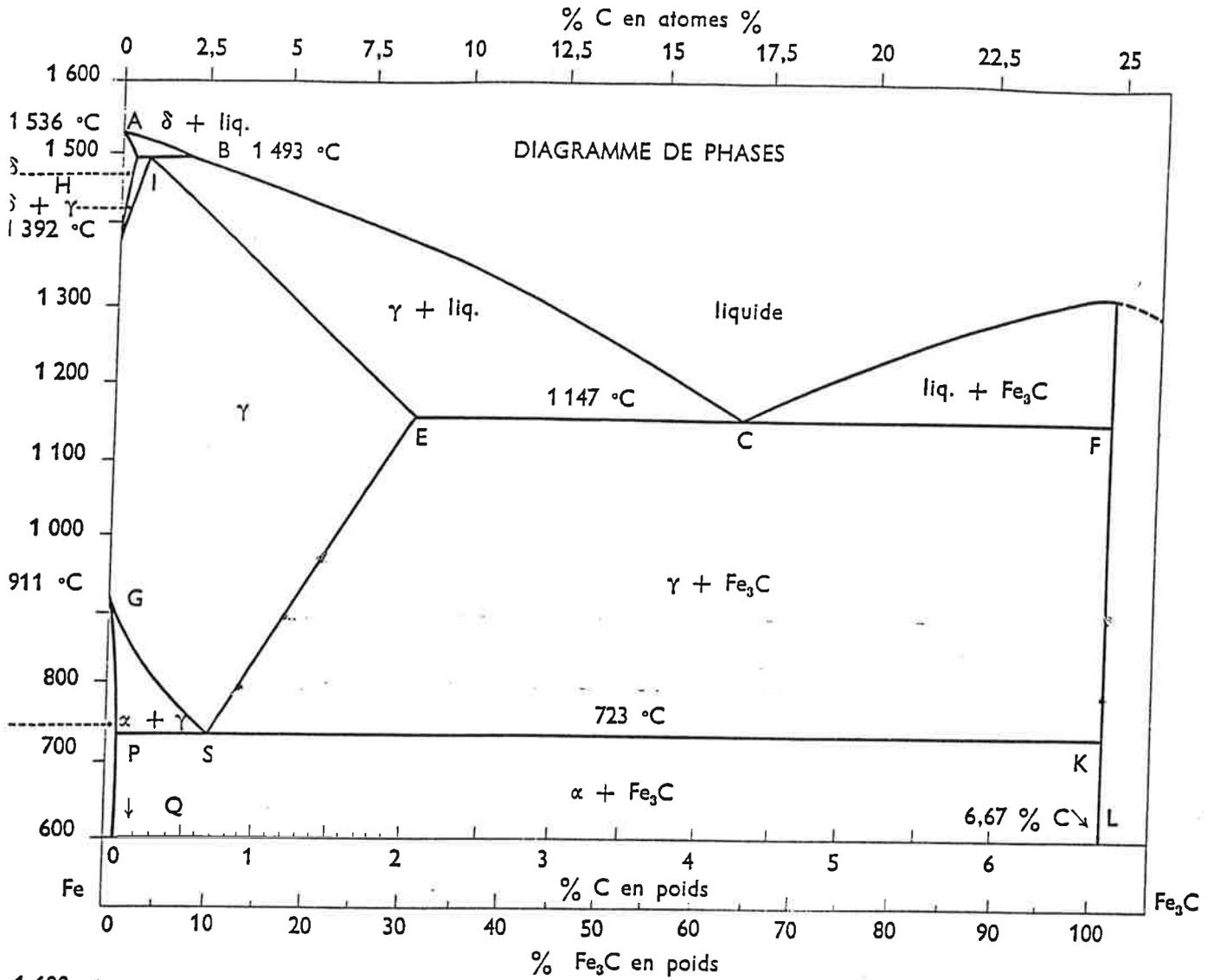
Acier à 0,6 % C :
perlite lamellaire + ferrite.

Acier à 0,8 % C :
État recuit : perlite lamellaire.
État coalescé : perlite globulaire (globules fins de cémentite sur fond ferritique).

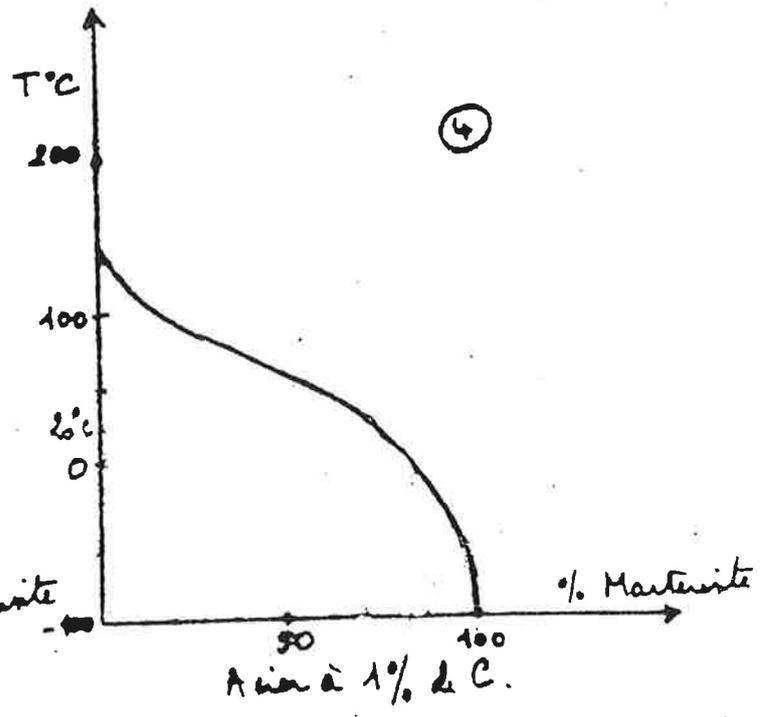
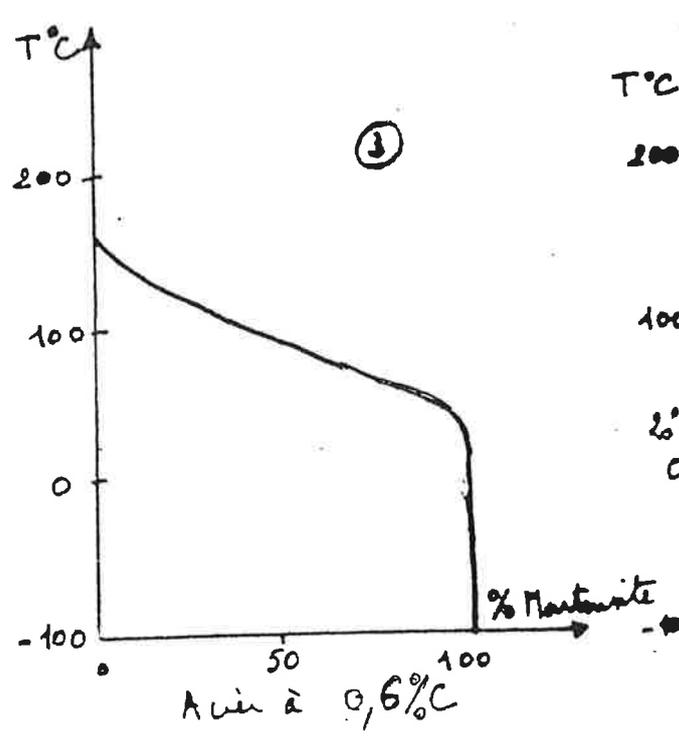
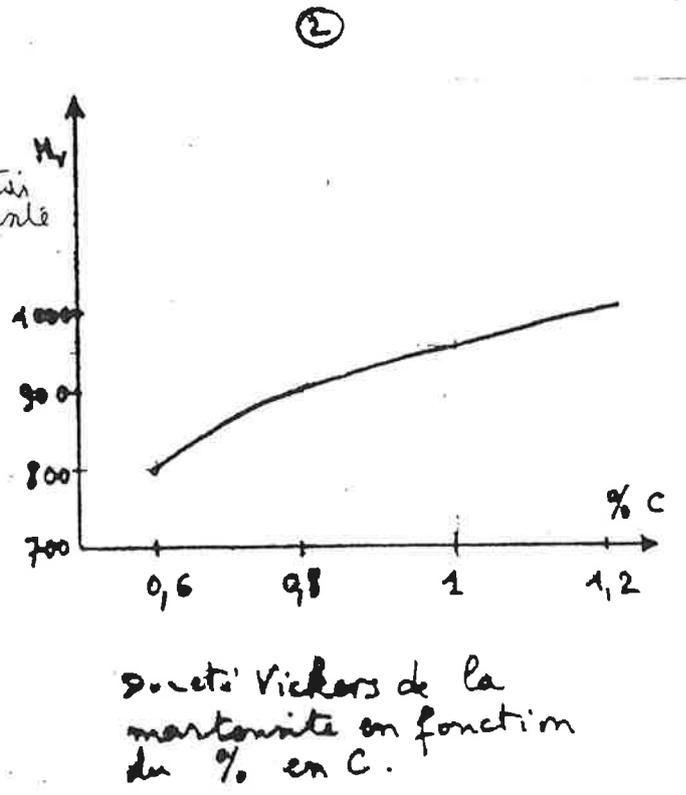
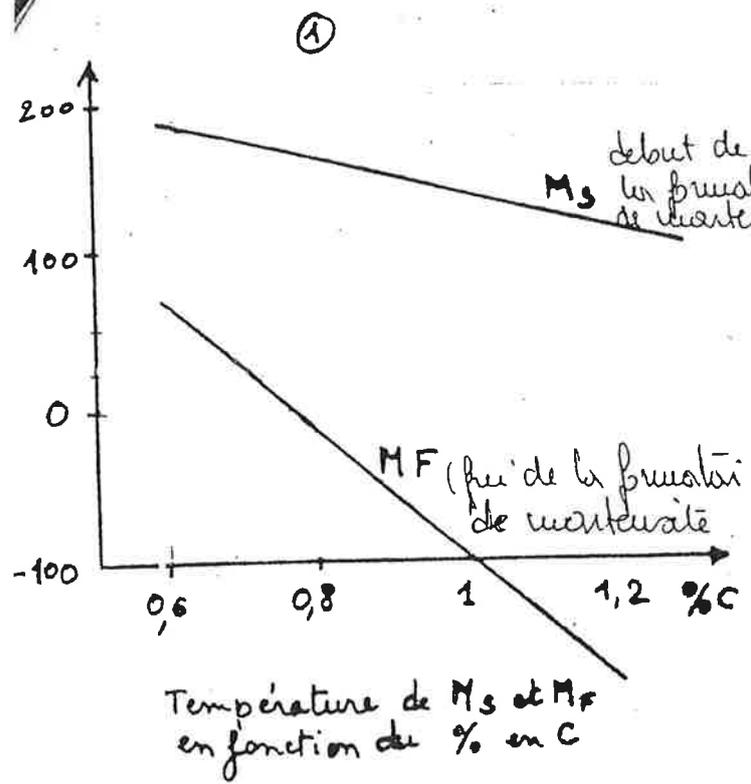
Acier à 1,2 % C :
État recuit : perlite lamellaire + cémentite secondaire en réseau.
État coalescé : perlite globulaire + cémentite secondaire en gros globules.



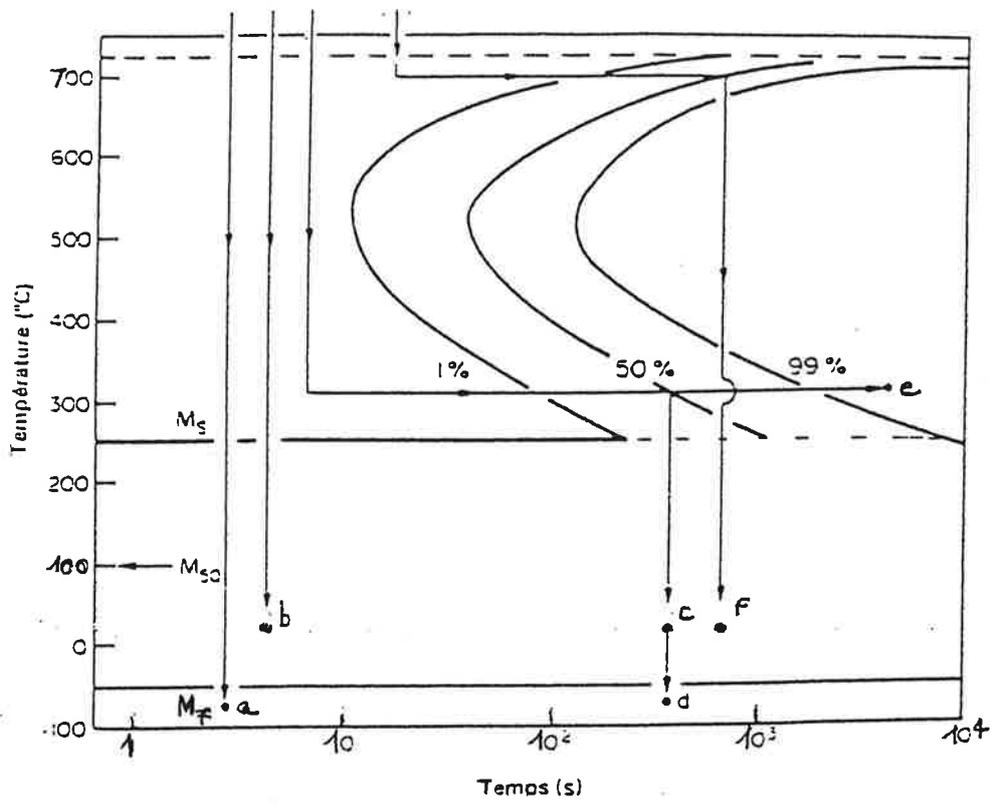
DIAGRAMMES FER - CÉMENTITE



voir détail page 197



% de martensite en fonction de la t° 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