

EXAMEN FINAL

(Durée = 2 heures ; documents non autorisés)

EXERCICE I

On dispose d'une fonte à 2.5 % de C et d'une fonte à 5 % de C.

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.

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

EXERCICE II

Un acier 50 NCD 6 austénitisé à 850 °C durant 30 mn subit les refroidissements suivants :

- 1°) Trempe à l'air d'un rond de diamètre 250 mm. Décrivez ce qui se passe depuis la température d'austénitisation jusqu'à l'ambiante (proportion, microstructure, dureté des phases en présence, dureté du produit final).
- 2°) Mêmes questions pour le traitement à cœur du même rond, à la trempe à l'huile. Quel est le diamètre du rond qui donnerait dans les mêmes conditions 50% d'austénite résiduelle à 250 °C ?

EXERCICE III

On considère le diagramme d'équilibre potentiel / pH du système Indium / Eau à 25 °C et sous 1 pression de 1 atmosphère (voir figure jointe).

- 1°) Expliquer le comportement de ce métal dans les divers domaines ainsi représentés.
- 2°) Ce métal est-il stable dans l'eau ? Si oui, hachurer sur le diagramme le domaine correspondant.
- 3°) A partir d'un pH initial de la solution égal à 3 (solution acide) et d'un potentiel égal à zéro, quelles sont les possibilités de variation des conditions (tension/pH) permettant d'assurer la protection du métal ? Quelles sont alors les formes de protections utilisées ?

0.1 Cémentation

La cémentation des alliages de fer utilise l'aptitude des réseaux cristallins α ou γ du fer à dissoudre des quantités plus ou moins importantes de carbone.

Décrire brièvement un procédé de cémentation....

On se propose d'obtenir une couche cémentée d'épaisseur $z = e$ sur un barreau cylindrique de fer pur. Son diamètre est Φ et sa longueur est L . Celle-ci peut être considérée infinie pour les processus de diffusion.

On suppose que la diffusion s'effectue uniquement dans le sens de la longueur parallèle à l'axe z . La concentration en carbone dans la couche cémentée doit être telle que la composition soit au moins égale à $x_3 = 0.8\%C$.

La composition à la surface est maintenue constante à $x_4 = 1\%C$.

L'expérience est menée dans le domaine homogène γ à $927^\circ C$.

1. Donner les conditions aux limites correspondant à ce problème.
2. La solution de la deuxième loi de Fick dans ce cas est une fonction de type *erfc* faisant intervenir une variable adimensionnelle $\lambda = \frac{x}{2\sqrt{Dt}}$.
Donner l'expression du profil de concentration $c(z,t)$ en fonction de *erfc*(λ) et des conditions aux limites.
3. l'abscisse z portant une concentration $c = 7.8 x_3$ est noté $z_{0.8}$
Donner l'expression de l'épaisseur cémentée $z_{0.8}(T, t)$.
4. Quel est le temps t_1 de maintien en heures à $927^\circ C$ pour obtenir une épaisseur cémentée $z_{0.8} = e$?
5. Calculer la masse de carbone ayant diffusé dans le barreau de fer au bout du temps t_1
6. Calculer la masse de carbone ayant diffusé dans le barreau de fer après un temps de maintien $t_2 = 8H$ dans les mêmes conditions ; comparer les deux résultats

Données :

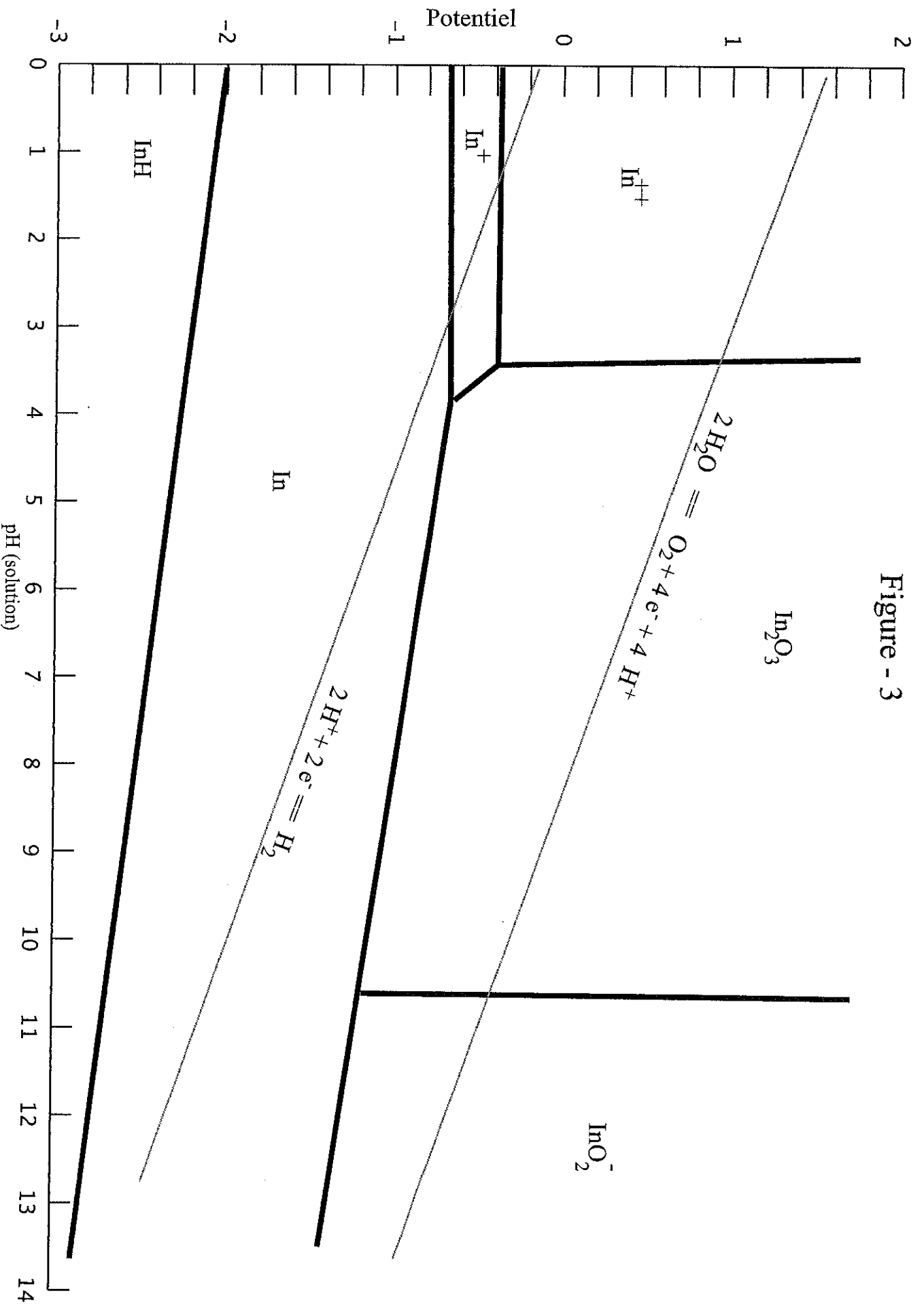
$$D_C^{Fe\gamma} = 17.5 e^{\frac{-138300}{RT}} \text{ mm}^2/\text{s} \quad ; \quad R = 8.314 \text{ J.mole}^{-1} . \text{K}^{-1}$$

$$\Phi = 20 \text{ mm} ; e = 0.2 \text{ mm} ; L = 500 \text{ mm}$$

Pour $z = z_{0.8}$; la composition en carbone est $x_3 = 0.8\%C$

La concentration en carbone en fonction la composition x est donnée par la relation approchée : $c = 7.8 x \text{ g/cm}^3$

Figure - 3

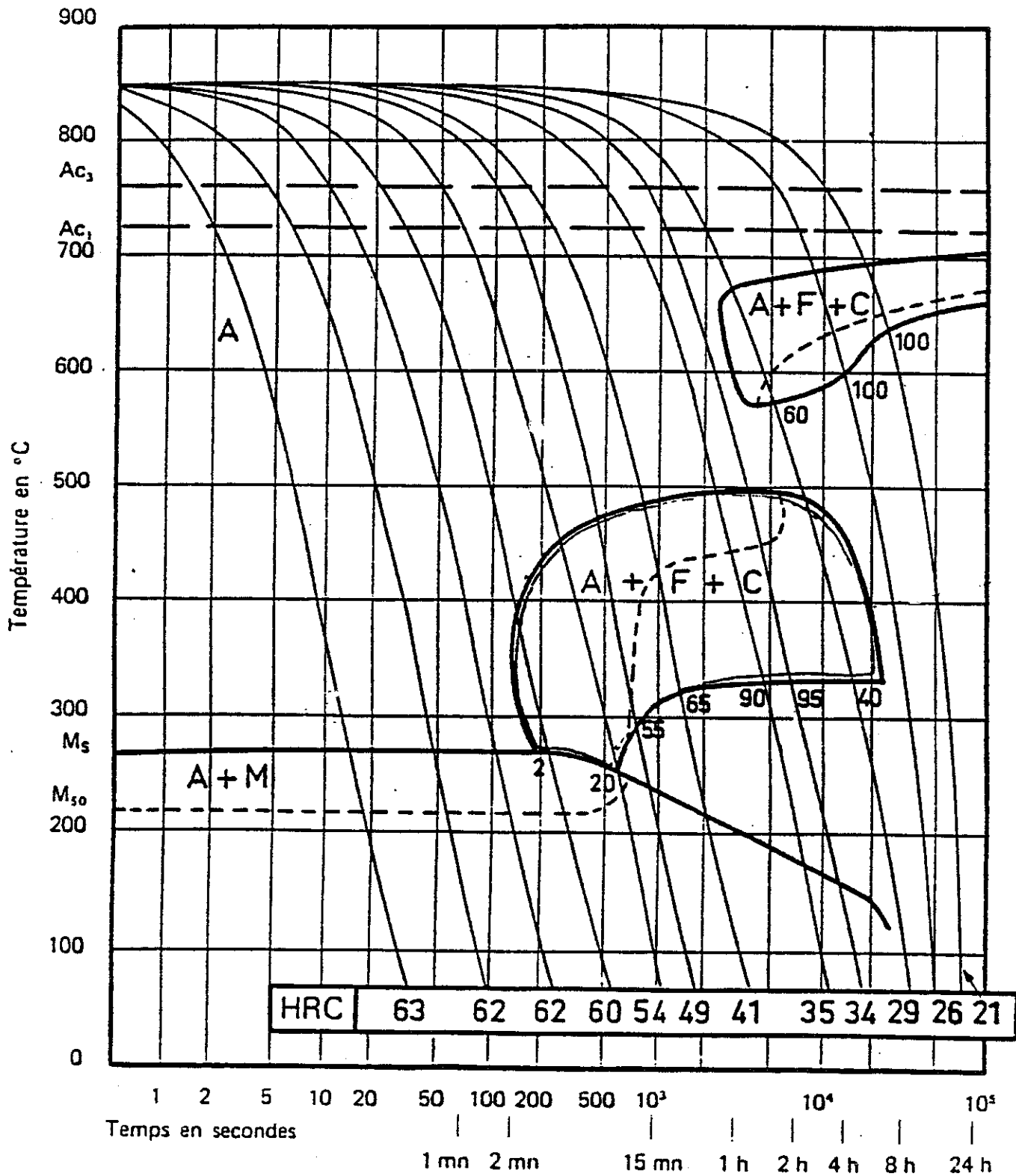


50 NCD 6

C %	Mn %	Si %	S %	P %	Ni	Cr %	Mo %	Cu %
0,49	0,57	0,26	0,012	0,011	1,62	0,83	0,24	0,13

Austénitisé à 850 °C 30 mn

Grosseur du grain : 9-10



Mode de refroidissement : AIR

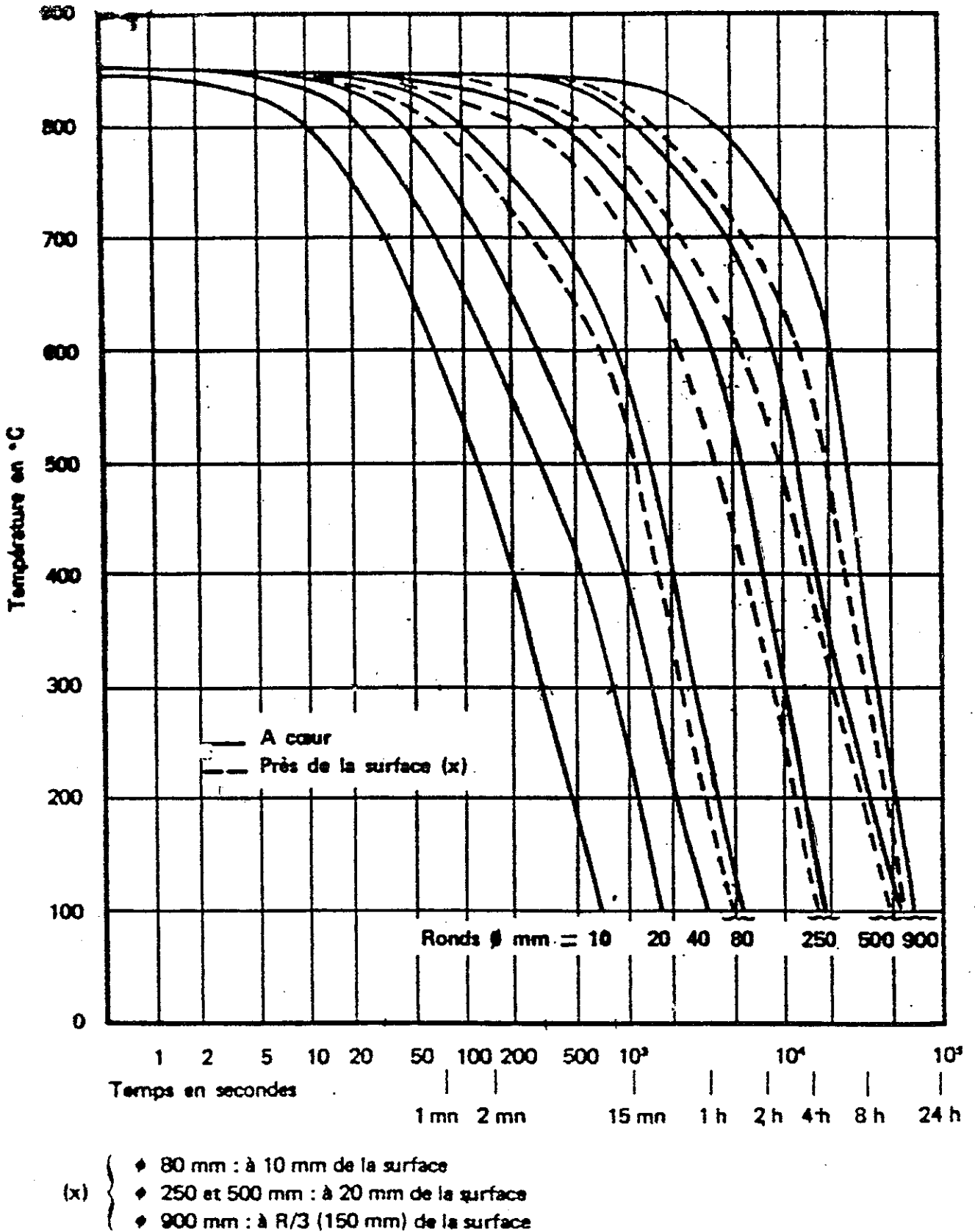


Figure 4

Mode de refroidissement : HUILE

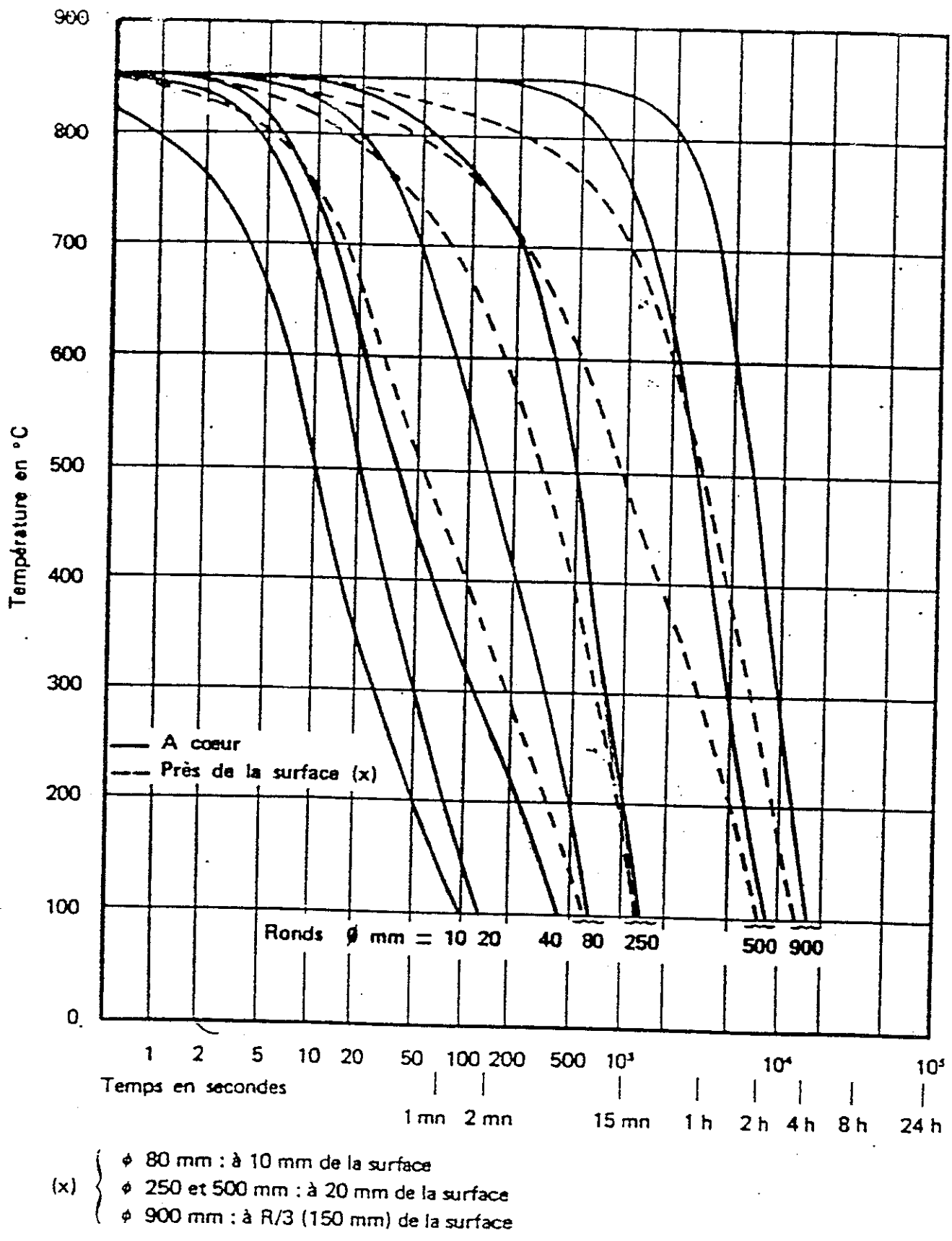
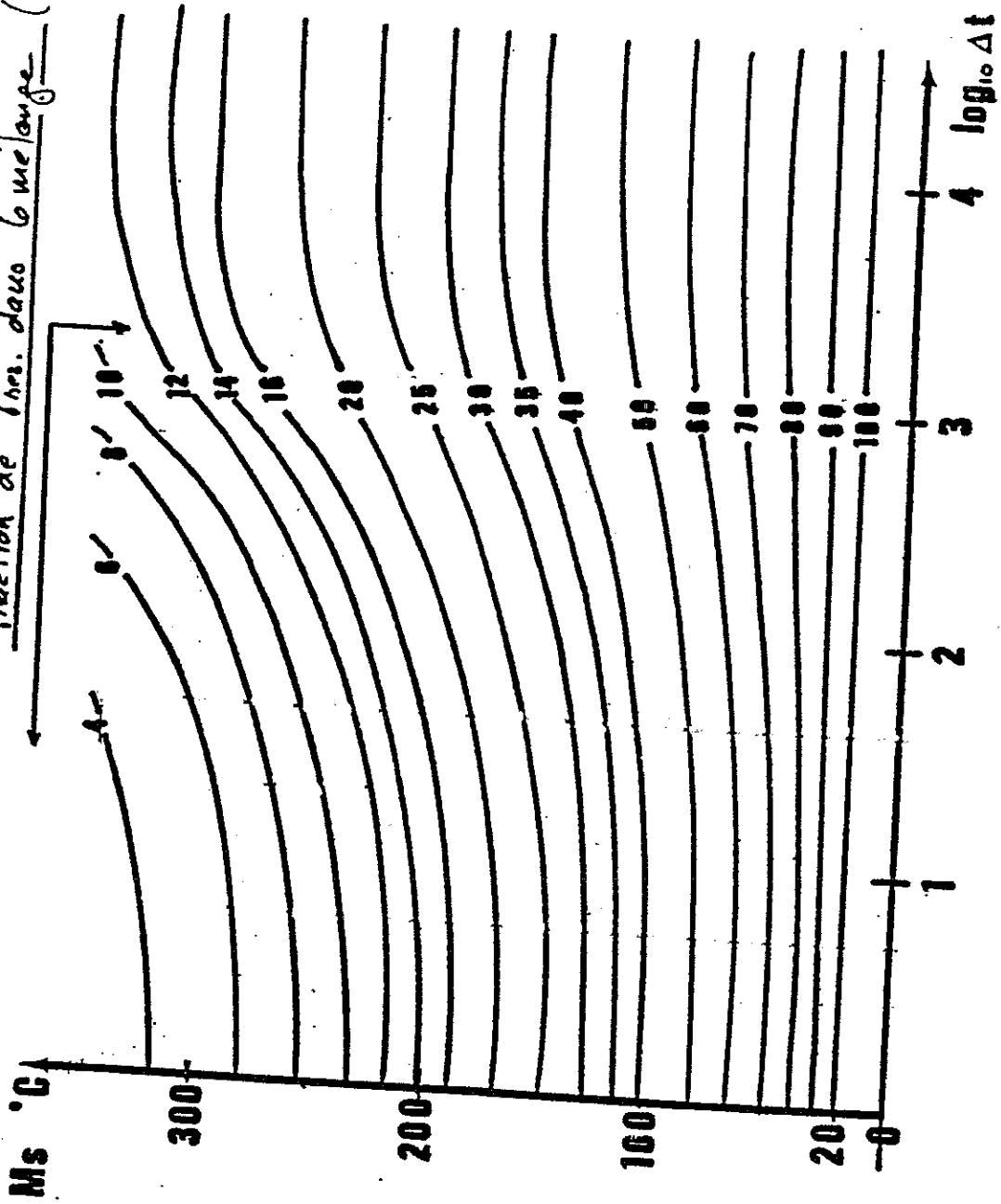


Figure 5

fraction de γ_{res} dans le mélange ($\alpha' + \gamma_{res}$)



Δt : temps de refroidissement de 700°C à 310°C