

1 Diffusion et germination : 7 pnts

A rédiger à part

1.1 Auto-diffusion

On cherche à déterminer le coefficient d'auto-diffusion d'un métal A dans lui-même en déposant une fine couche d'un isotope radiactif A* à la surface de A et en laissant diffuser.

Le profil de concentration en A* dans A en fonction de la distance x et du temps t est donné par la relation :

$$C(x, t) = \frac{M}{S\sqrt{\pi Dt}} \exp\left(\frac{-x^2}{4Dt}\right) \quad (1)$$

M est la masse de A* déposée initialement, S la section de A, x l'abscisse le long de l'éprouvette A. D le coefficient d'auto-diffusion.

On effectue deux essais à la même température T avec les conditions suivantes :

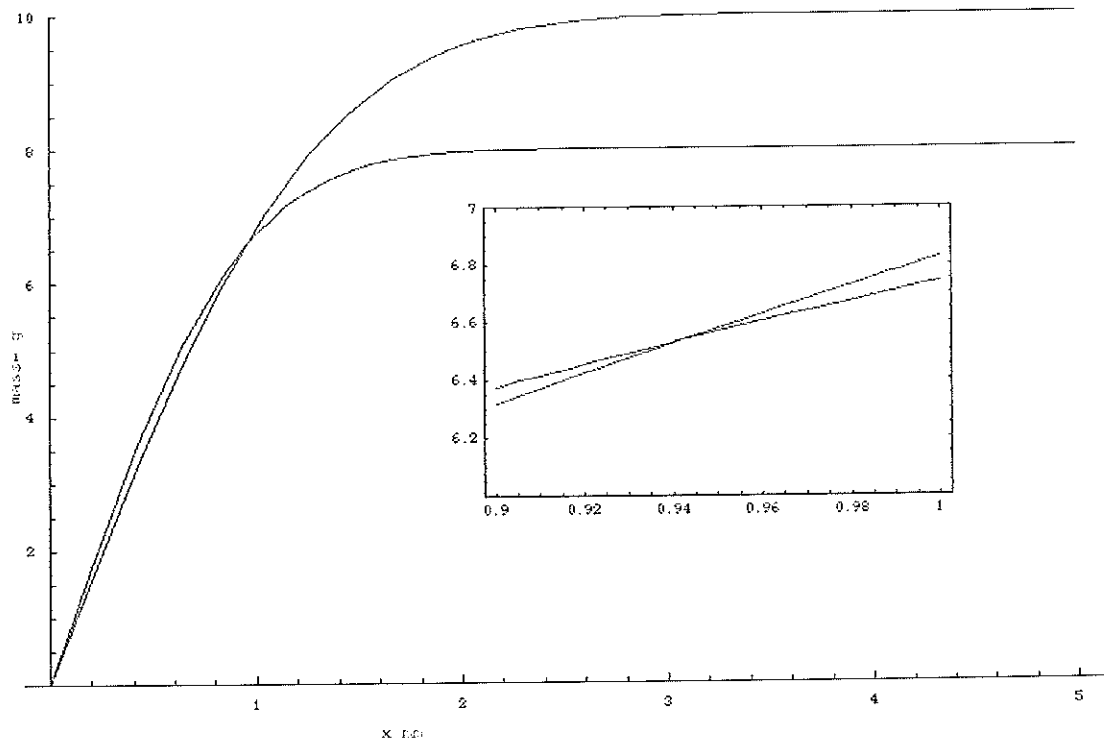
*Essai*₁. temps de maintien $t_1 = 100000s$ – masse A* – $M_1 = 10g$.

*Essai*₂. temps de maintien $t_2 = \frac{t_1}{2}$ – masse A* – $M_2 = 0.8M_1$.

1. Donner les expressions des concentration $C_1(x; t_1)$ et $C_2(x; t_2)$
2. Déterminer les masse $m_1(x, t_1), m_2(x, t_2)$ de A* ayant diffusé dans A.
3. Le tracé des courbes des masses $m_1(x, t_1), m_2(x, t_2)$ montre qu'elles possèdent un point d'intersection pour $x = \dots$ à lire sur la figure jointe .
4. Déduire de ce qui précède le coefficient de diffusion de A* dans A à T.

Données : Table Erf, courbes de masse=f(x) ;

<i>lambda</i>	0.9	0.905	0.91	0.915	0.92	0.925	0.93
<i>erf</i> (λ)	0.796908	0.799407	0.801883	0.804336	0.806768	0.809177	0.811564
<i>lambda</i>	0.935	0.94	0.945	0.95	0.955	0.96	0.965
<i>erf</i> (λ)	0.813928	0.816271	0.818592	0.820891	0.823168	0.825424	0.827658
<i>lambda</i>	0.97	0.975	0.98	0.985	0.99	0.995	1.000
<i>erf</i> (λ)	0.82987	0.832062	0.834232	0.83638	0.838508	0.840615	0.842701



1.2 Germination

On appelle barrière de germination la valeur de l'enthalpie libre de germination correspondant à la taille critique du germe.

- Que se passe-t-il quand la barrière de germination est très élevée ?
- Comment peut-on expliquer que la germination soit plus facile dans le cas de la germination hétérogène comparée à la germination homogène pour une même taille de germe ?

EXAMEN FINAL

(Durée = 2 heures ; documents non autorisés)

Exercice 1 :

La figure suivante représente le diagramme TTT d'un acier ordinaire au carbone de composition eutectoïde. On austénitise des éprouvettes de cet acier à 850 °C et on leur fait subir les trempes marquées sur le diagramme. Décrivez la microstructure due à ces traitements thermiques.

Exercice 2 :

Un cylindre d'acier d'un diamètre de 20 mm doit subir une trempe, la dureté à obtenir devant être proche de 38 HRC.

On dispose des courbes TRC des aciers suivants :

30 NC 11 ; 32 C4 ; 35 CD4

Lequel de ces aciers correspond le mieux à ces caractéristiques ?

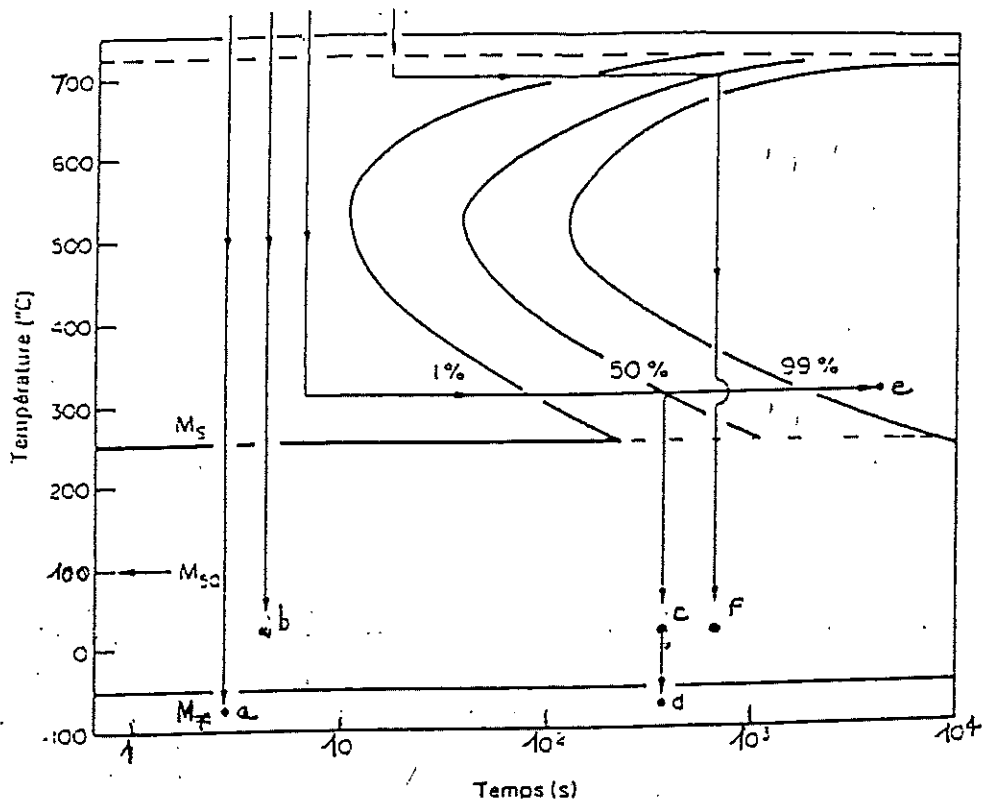
Décrire l'évolution de la structure de l'acier au cours du refroidissement, en indiquant les températures caractéristiques et les proportions des phases en présence. Indiquer la structure finale de l'alliage.

Mêmes questions pour un rond de 250 mm de la même nuance. Quelle est sa dureté finale ?

Exercice 3 :

On veut réaliser l'anodisation d'une plaque d'aluminium (c'est-à-dire faire croître une couche superficielle d'oxyde ou d'hydroxyde). Dans quel domaine de pH doit-on se placer ?

Si la densité de courant est de 1.5 A/dm², quelle sera la vitesse (en g.dm⁻².mn⁻¹) de formation de l'oxyde ?



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

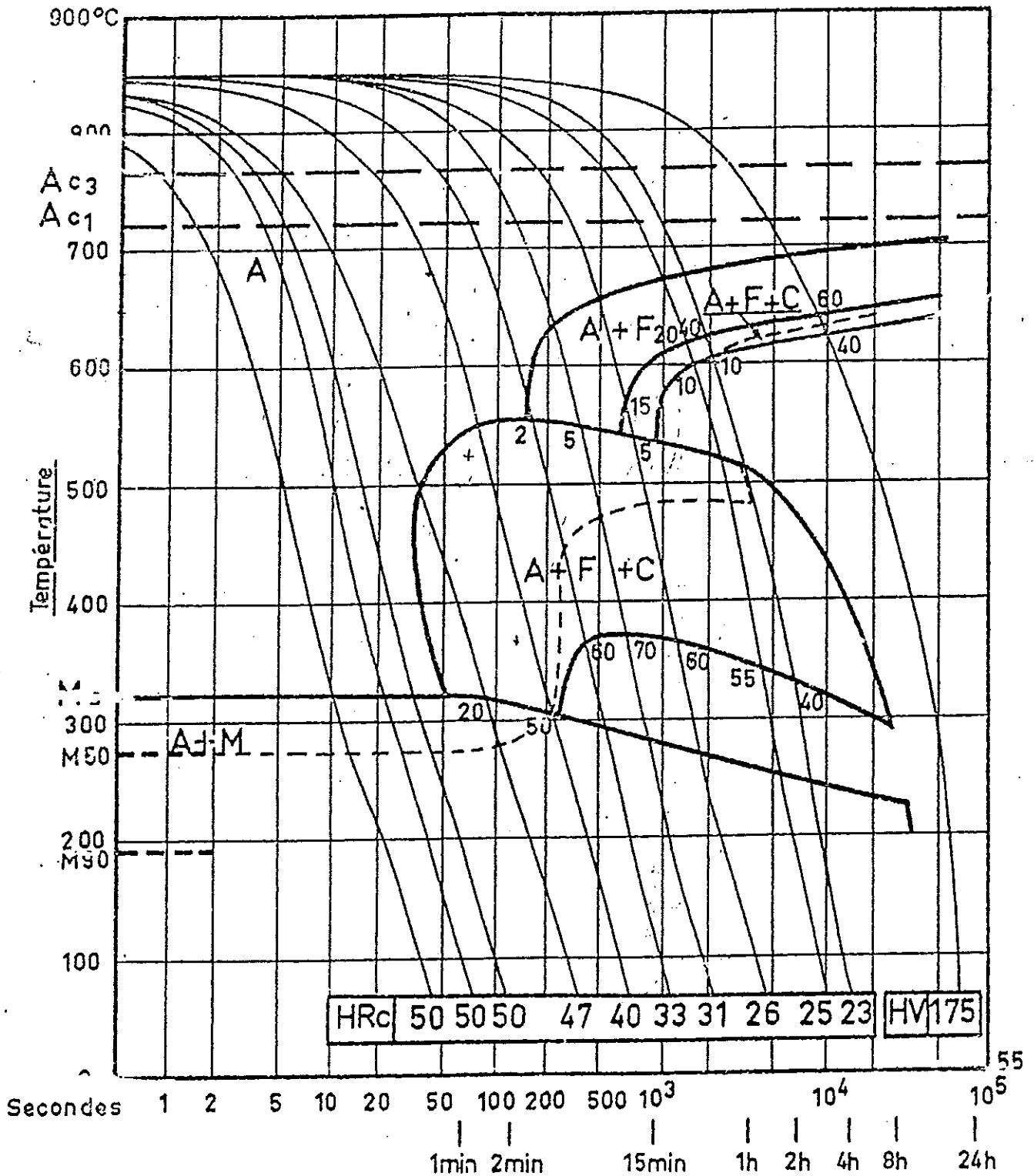
Température M_s (°C),	Proportion (%) d'austénite résiduelle
500	0,5
450	0,9
400	1,5
350	2,7
300	4,6
250	8
200	14
150	24
100	41

30 NC 11

C %	Mn %	Si %	S %	P %	Ni %	Cr %	Mo %	Cu %	As %	V %	W %
0.32	0.30	0.20	0.008	0.017	2.95	0.69	< 0.10	0.31	0.056	< 0.03	0.06

Austénisé à : 850°C 1/2 h

Grosueur du grain : 12

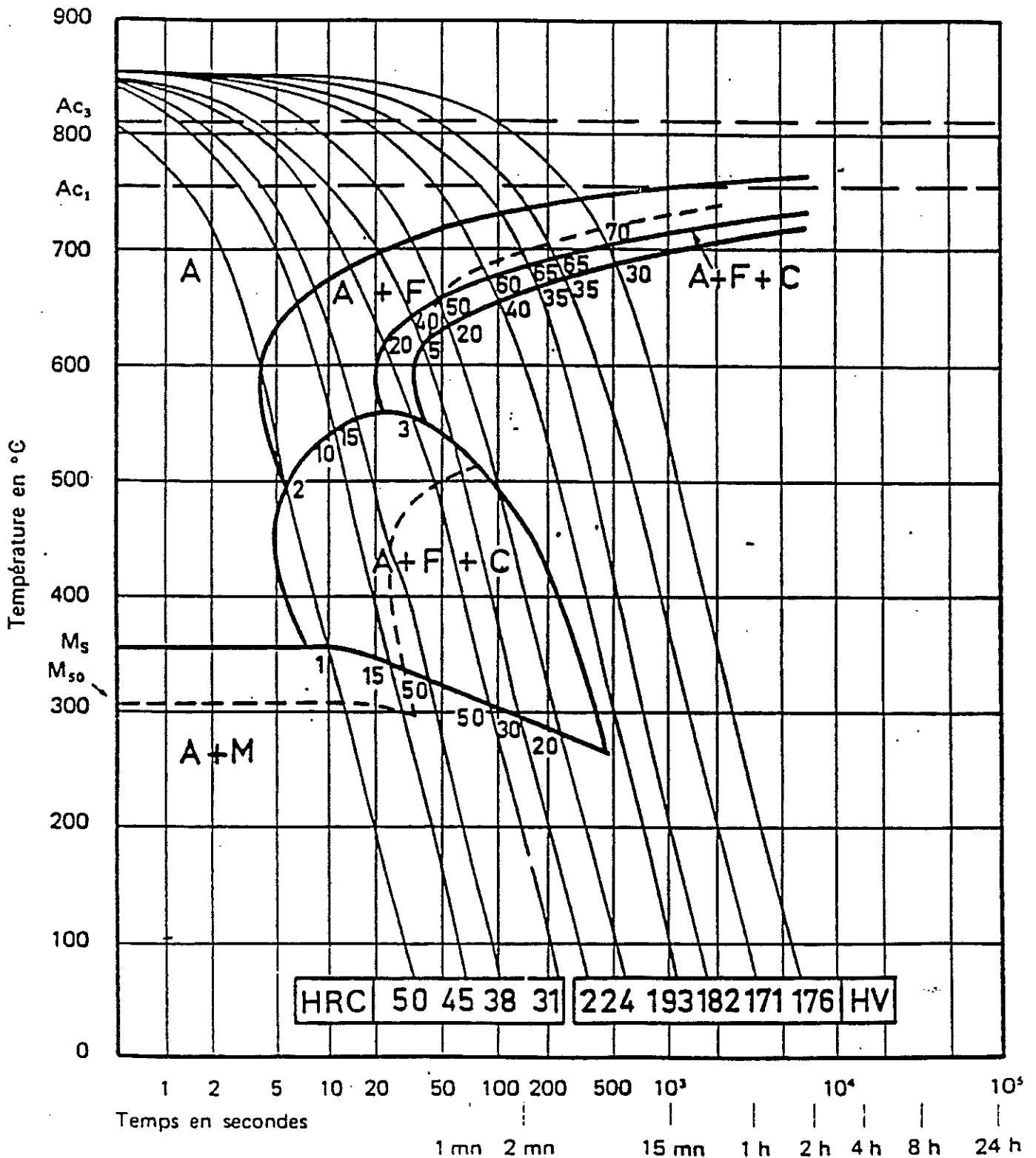


32 C 4

C %	Mn %	Si %	S %	P %	Ni %	Cr %	Mo %	Cu %
0,32	0,76	0,30	0,010	0,021	0,26	1,08	0,02	0,17

Austénitisé à 850 °C 30 mn

Grosseur du grain : 10-11

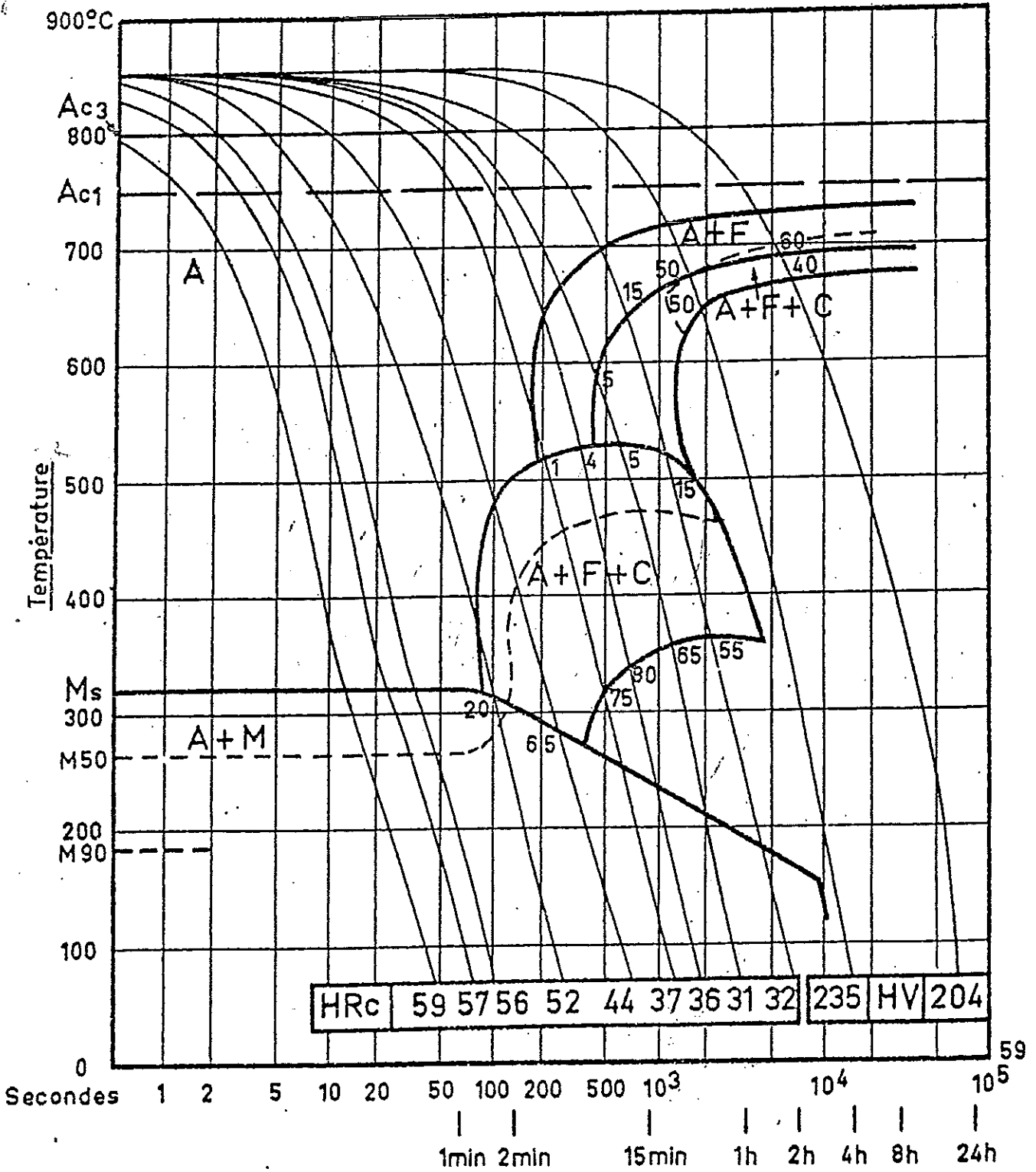


35 CD 4

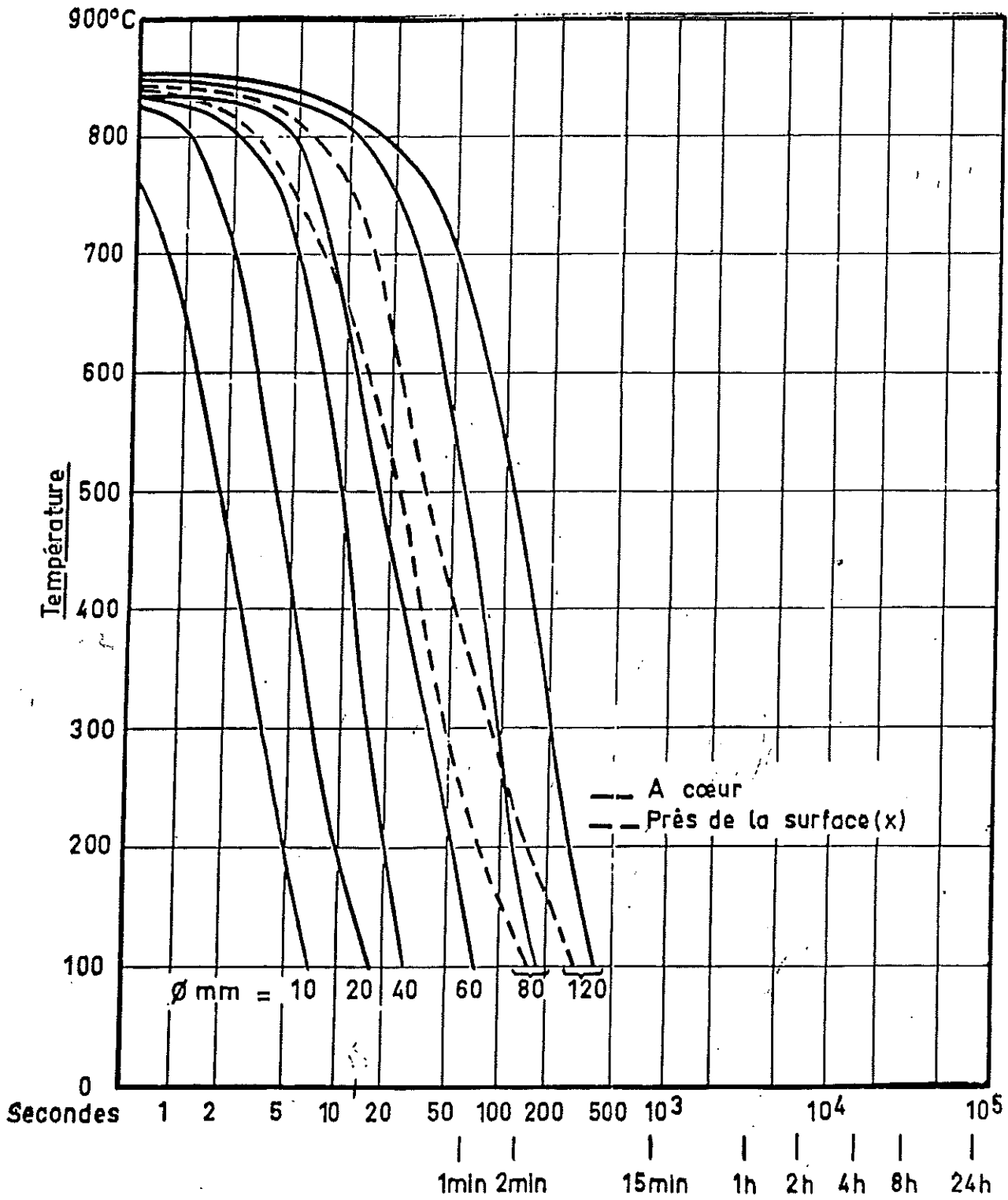
C %	Mn %	Si %	S %	P %	Ni %	Cr %	Mo %	Cu %	As %
0,37	0,79	0,30	0,010	0,019	0,17	1,00	0,18	0,10	0,072

Austénisé à : 850°C 1/2 h

Grosseur du grain : 8-9

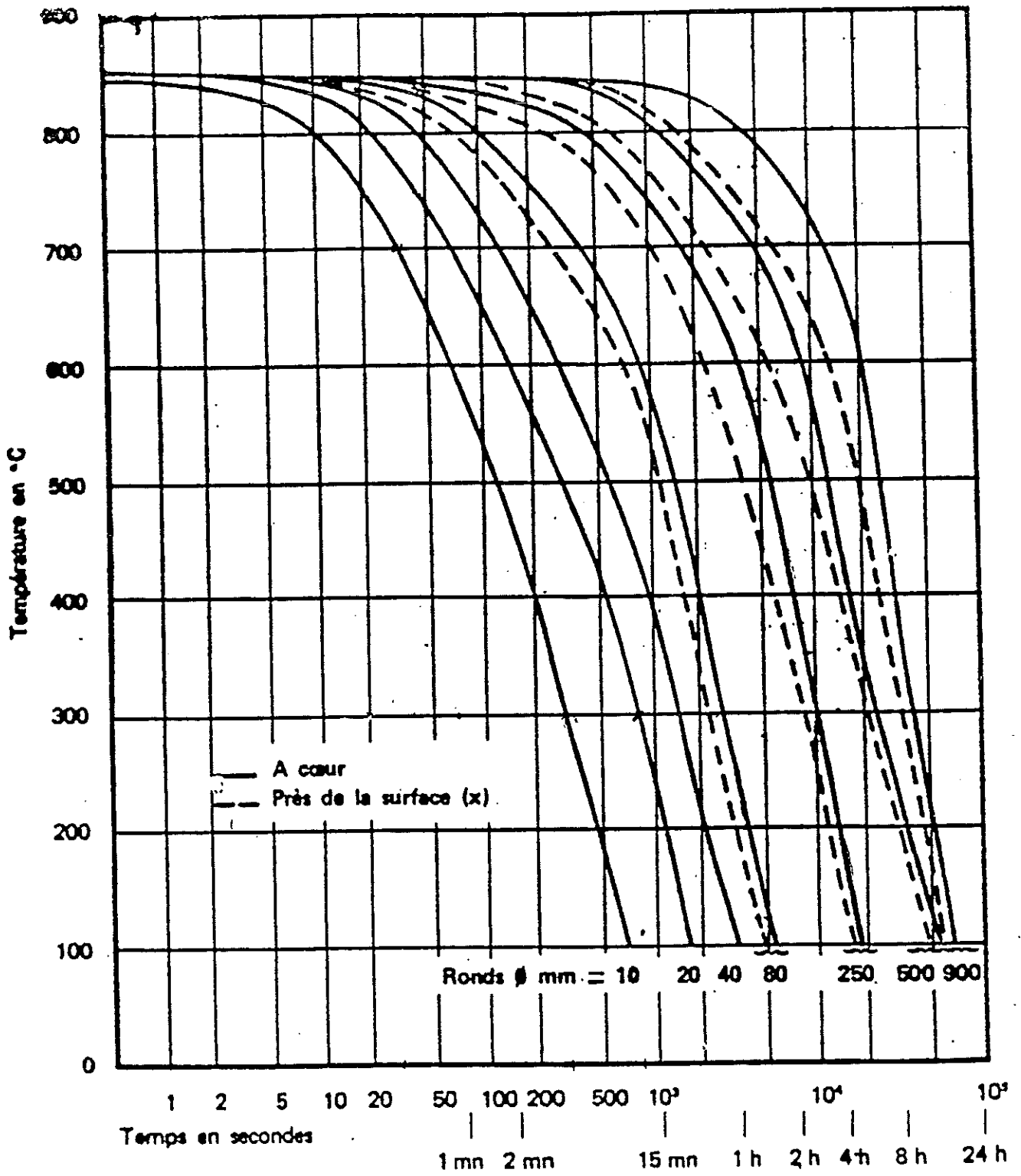


Mode de refroidissement: **E A U**



(x) \varnothing 80 et 120 mm : à 10 mm de la surface

Mode de refroidissement : AIR



- (x) { ♦ 80 mm : à 10 mm de la surface
- ♦ 250 et 500 mm : à 20 mm de la surface
- ♦ 900 mm : à R/3 (150 mm) de la surface

Figure 4

Mode de refroidissement : HUILE

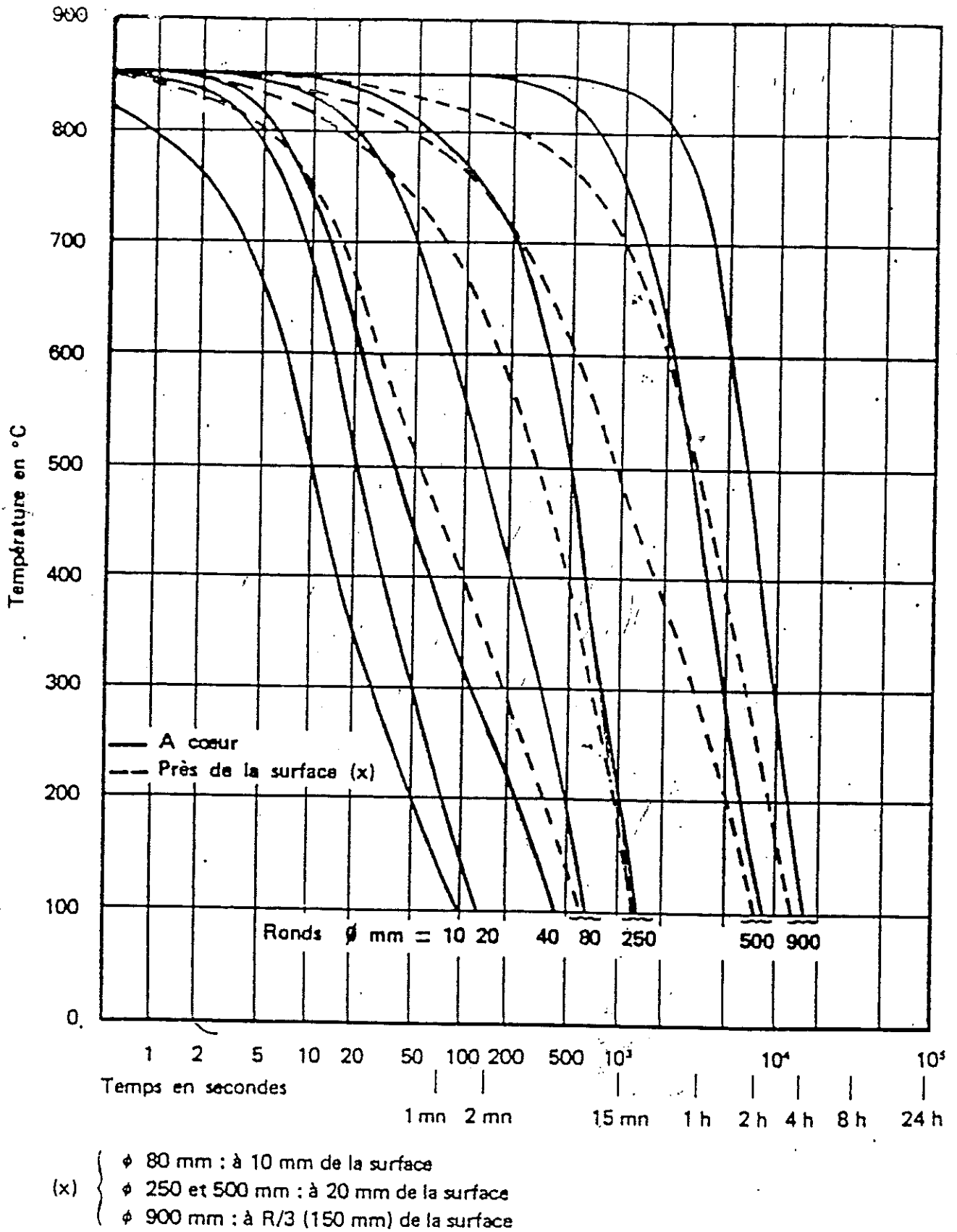
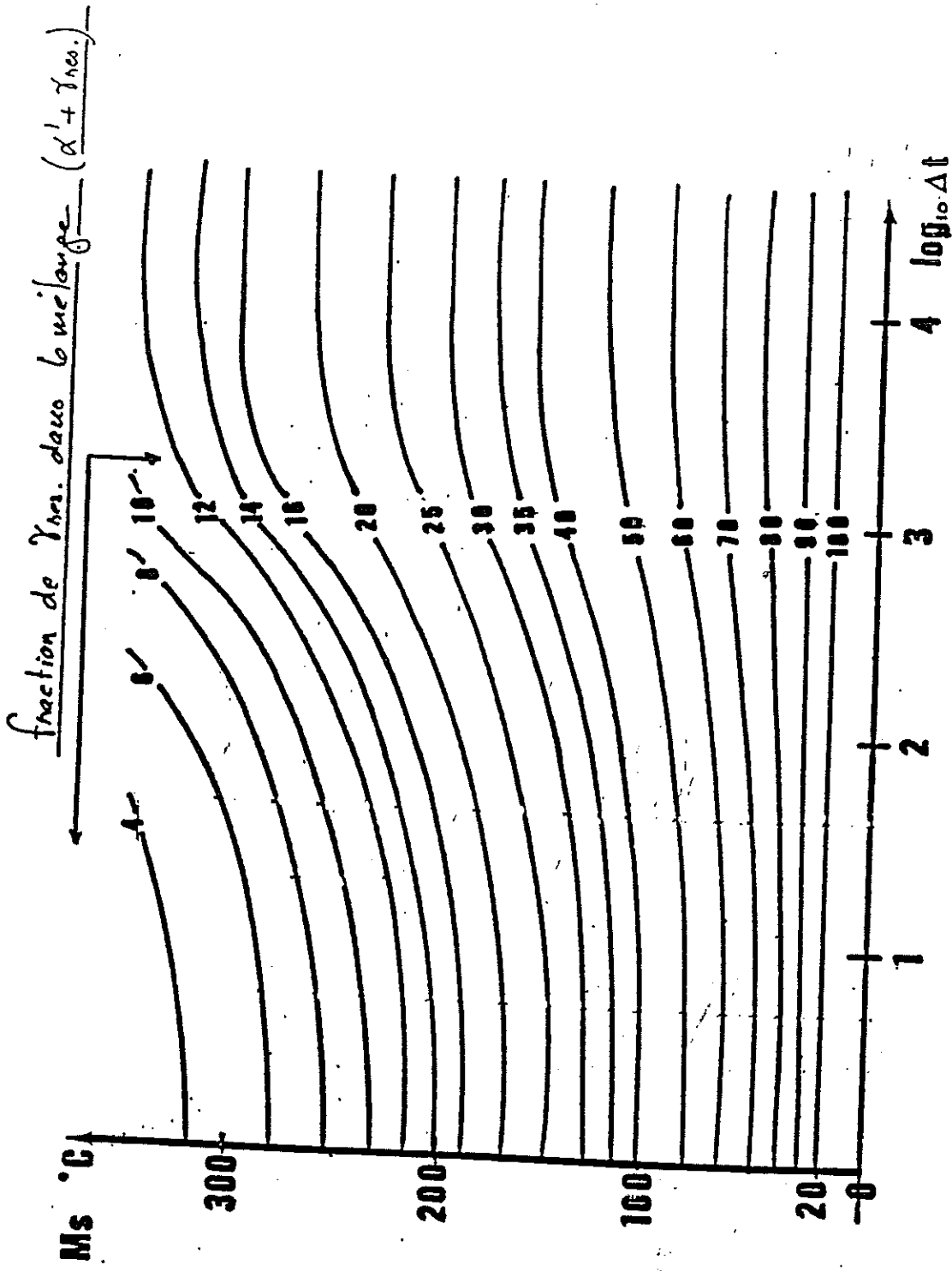


Figure 5



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

Diagramme de POURBAIX de l'aluminium avec formation d'hydroxyde

E (V/ENH)

