

CODE	Nom :	Prénom :
	N° de la carte d'étudiant :	
	N° de la salle :	N° de la place :
Signature :		

Durée : 1.5 heures	EXAMEN	Classe : 3 ^{ème} Génie INDUSTRIEL GA et GB
Documents : non autorisés		Matière : SCIENCES DES MATÉRIAUX
Nombre de pages : 7		Enseignant : SLIM CHOUCHE
Date : Mai 2017		

NB : L'examen comporte TROIS exercices indépendants.

EXERCICE 1 : (4 POINTS)

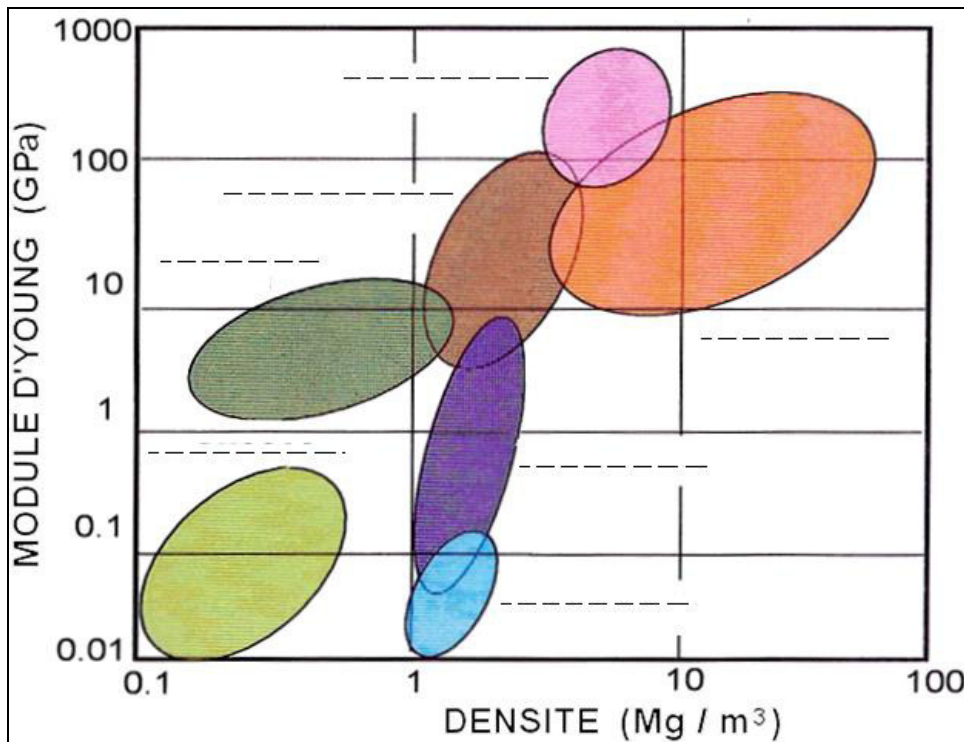
1. On considère 9 groupes de matériaux en conception mécanique, lesquels ?

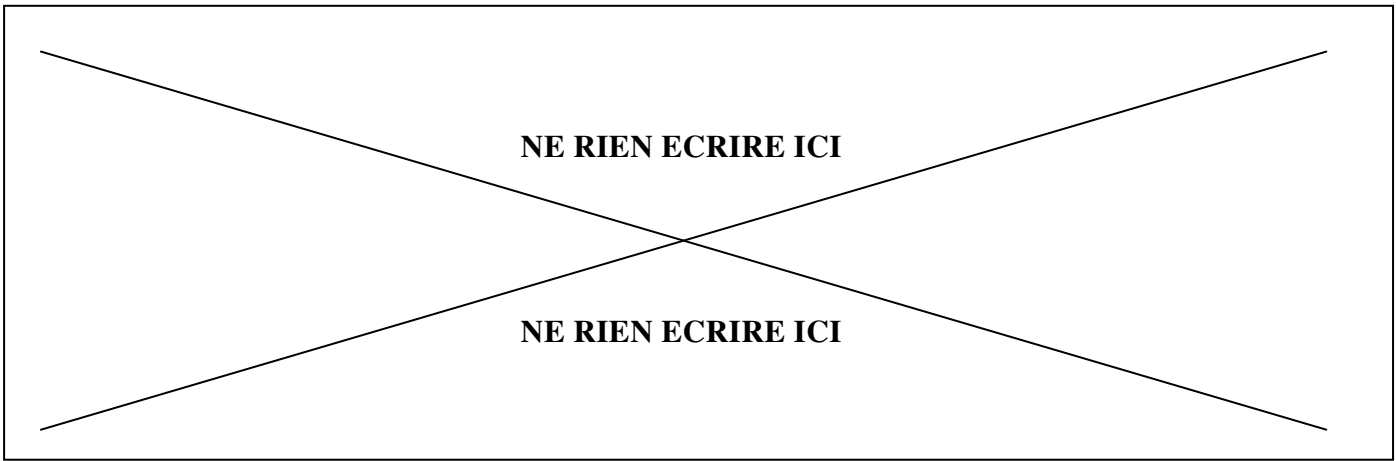
.....

.....

.....

2. La figure suivante montre les groupes des matériaux les plus connus en fonction de module du YOUNG et de la densité. Nommer chaque ellipse représentée sur le diagramme suivant.





EXERCICE 2 : (6 POINTS= 1+1.5+1.5+2)

Soit le diagramme **TRC** d'un acier de type **50CrMo4 (Figure 1)**

1°) Indiquer la signification des lettres A ; F ; C et M inscrites sur ce diagramme.

.....

.....

2°) On considère la courbe de refroidissement aboutissant à une dureté de 37 **HRC**:

a) Repasser en couleur la courbe de refroidissement correspondant à cette dureté ;

b) À l'aide de la courbe de refroidissement, déterminer V_{700}^{300} graphiquement.

.....

.....

c) Indiquer le nom et le pourcentage des différents constituants micrographiques présents à l'ambiante d'après cette courbe ;

.....

.....

.....

3°) En se servant de diagramme TRC de l'acier étudié et de lois de refroidissement à l'huile (figure 2), pour le diamètre ($\Phi 10$) de l'échantillon utilisé, déterminer qualitativement **la constitution** et **la dureté** de l'acier après trempe à l'huile au cœur de la pièce.

.....

.....

.....

.....

4°) Un client exige une résilience supérieure à 40 J/cm² et une résistance maximale $R_{max}=1400$ MPa. Décrire le cycle thermique nécessaire en détail. Indiquer la température de chauffage, le temps de maintien et le type de refroidissement adéquat de chaque traitement. Donner les caractéristiques finales de matériau obtenu à la fin de chaque traitement. Schématiser le cycle thermique complet (**Figure 3**).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

PROBLÈME : (10 POINTS)

Une bielle de moteur, de compresseur ou de pompe est un composant critique, dont la défaillance est catastrophique. Afin de minimiser les forces d'inertie et les pressions de contact, elle doit être la plus légère possible, ce qui requiert l'emploi de matériaux léger et résistants à leur limite. La spécification de conception pour une bielle de poids minimal soumise à deux contraintes est : supporter une charge maximale sans défaillir ni **par fatigue** ni **par flambage élastique**. Pour simplifier on suppose que la bielle est sollicitée seulement au flambage et qui a une section rectangulaire $A = bw$ et $b = \alpha w$ avec α constante (figure 4).

1. Pourquoi doit-on réaliser une bielle aussi légère que possible ?

.....

.....

2. Justifier la contrainte de résistance au fatigue (non prise en considération dans le reste de l'exercice) ;

.....

.....

3. Justifier la contrainte de résistance au flambage ;

.....

.....

4. Définir la fonction de l'objet ?

.....

.....

5. Quel est l'objectif du produit ?

.....

.....

6. Identifier les contraintes non négociables ?

.....

.....

7. Exprimer la fonction d'objectif en fonction de b, L et ρ ;

.....
.....

8. Quel est le paramètre ajustable (variable libre) ?

.....

9. Quelle est la loi physique régissant le problème (ANNEXE 1) ?

.....
.....
.....
.....
.....

10. Donner l'expression de l'objectif *qui satisfera juste à la contrainte au flambage* en fonction des paramètres fonctionnels (F), géométriques (G) et du matériau (\mathbf{M}_1) : $(\mathbf{m}_1) = f \{(F) (G) (M)\}$.

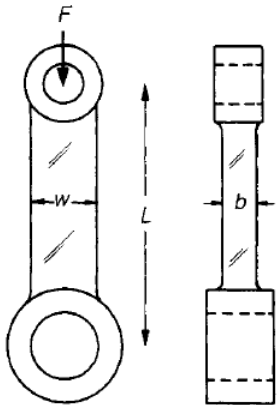
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

11. Déduire l'indice de performance \mathbf{I}_1 . Tracer sur le diagramme approprié la droite de $\mathbf{I}_1 \left[\sqrt{\text{GPa}} / \frac{\text{Mg}}{\text{m}^3} \right]$; Lister les 7 meilleures solutions. Marquer sur le diagramme les matériaux choisis.

$\mathbf{I}_1 =$

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Annexes (à rendre pages 5/7 et 6/7)



- La contrainte de fatigue exige que :

$$\frac{F}{A} \leq \sigma_e \text{ (Avec } \sigma_e, \text{ la limite d'endurance)}$$

- La contrainte de flambage exige que la charge maximale en compression F soit inférieure à la charge de flambage d'Euler :

$$F \leq \frac{\pi^2 EI}{L^2} \text{ (Avec } E, \text{ le module de Young, } L \text{ la longueur et } I \text{ le moment d'inertie)}$$

$$\text{et } I = \frac{wb^3}{12}$$

Figure 4. Bielle.

ANNEXE 1

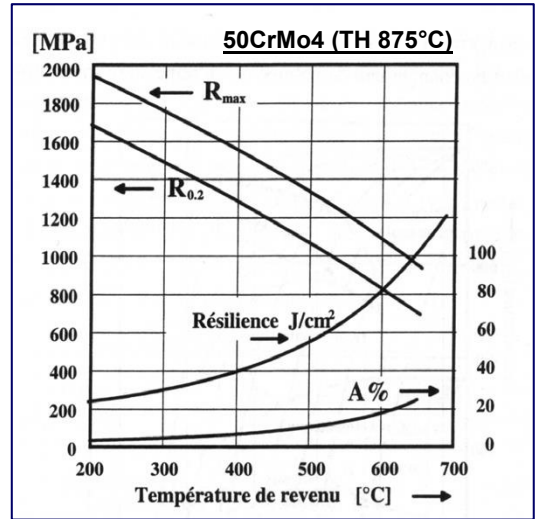


Figure 3. Diagramme de revenu.

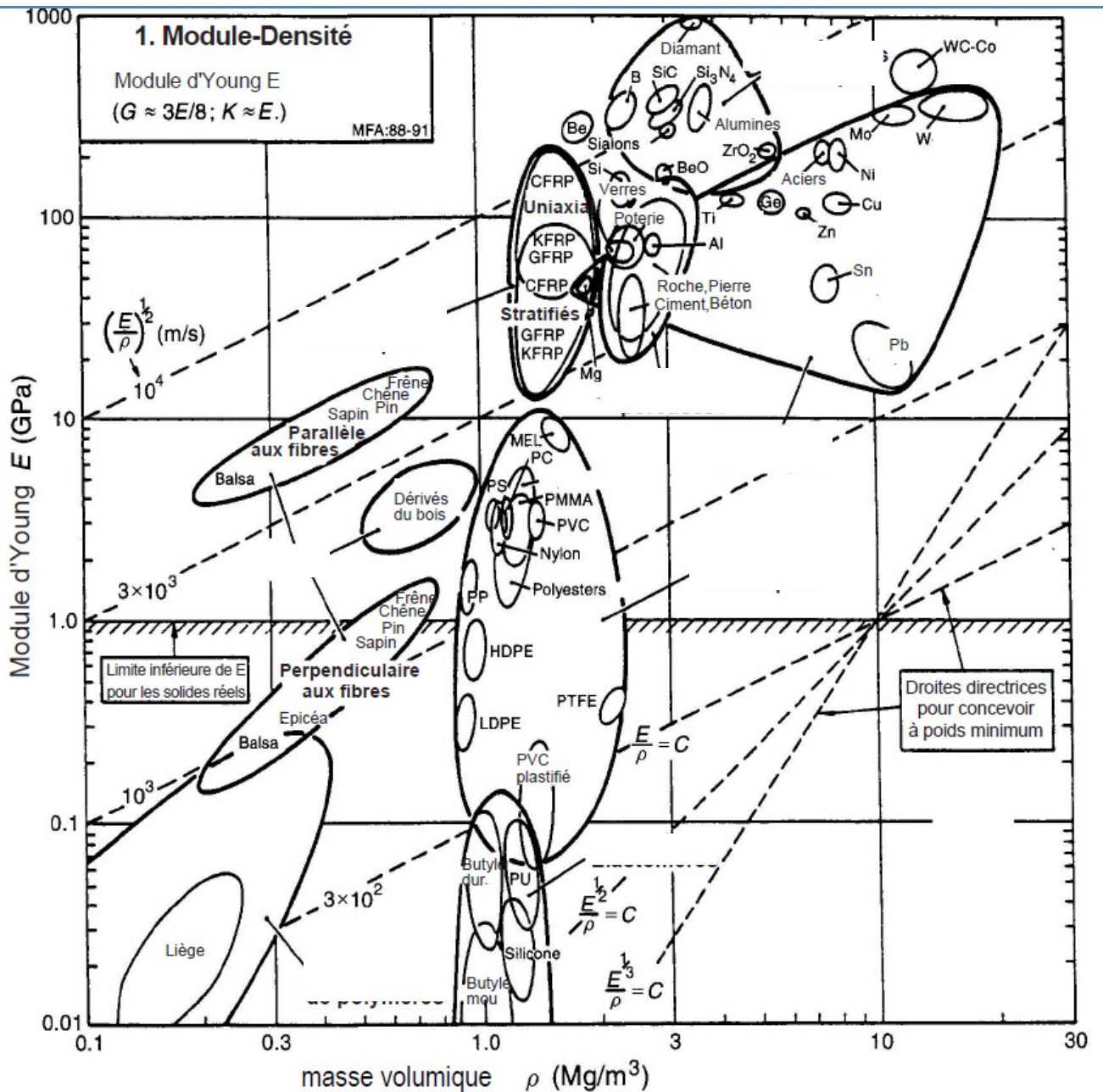


Fig.5 Diagramme module d'Young-densité.

C %	Mn %	Si %	S %	P %	Ni %	Cr %	Mo %	Cu %	V %
0,52	0,60	0,40	0,011	0,013	0,17	1,00	0,22	0,38	< 0,05

Austénitisé à 850 °C 30 mn

Grosseur du grain : 10-11

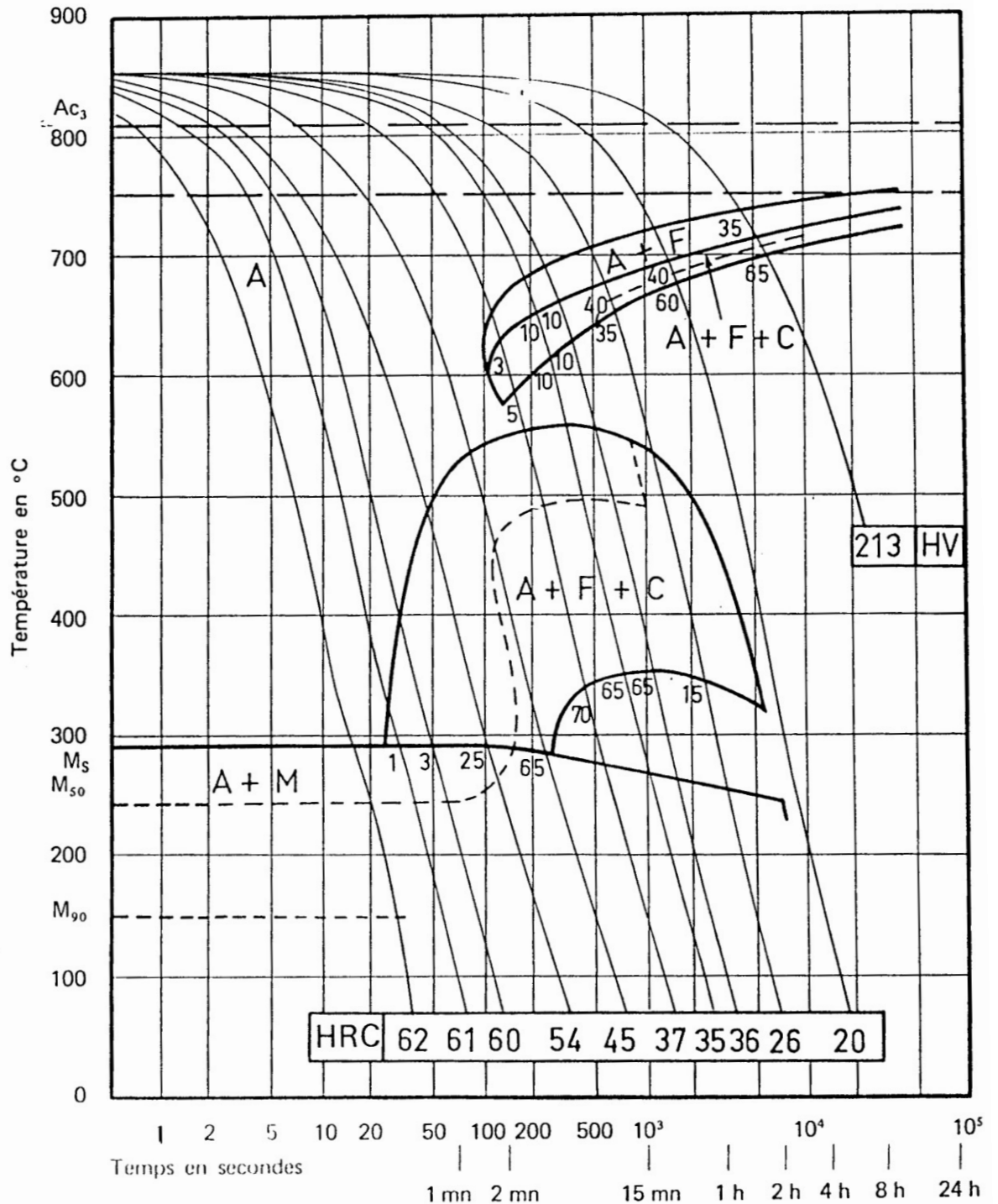


Figure 1. Diagramme TRC (acier 50CrMo4).

☐ LOIS DE REFROIDISSEMENT À L'HUILE

Mode de refroidissement : **HUILE**

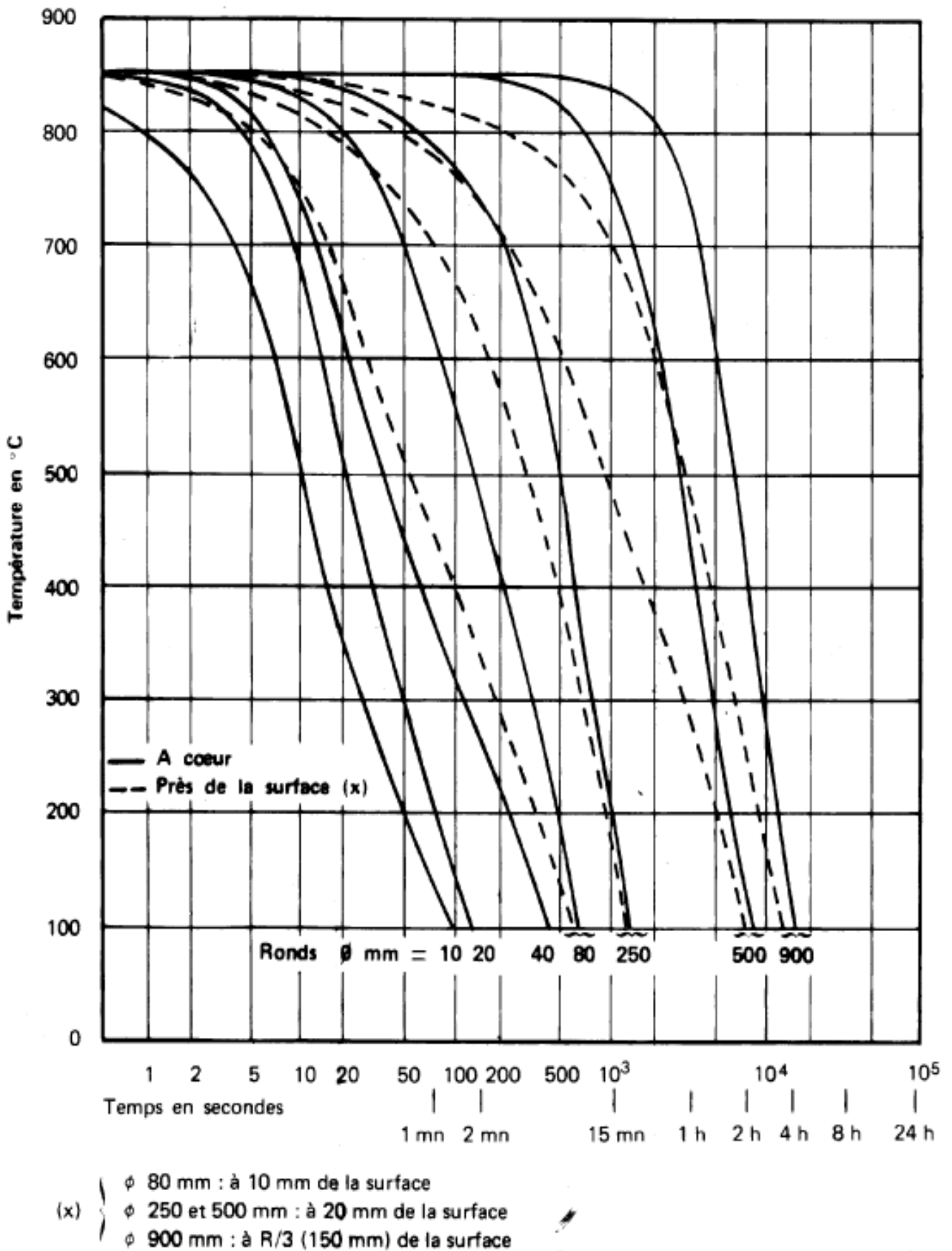


Figure 2. Lois de refroidissement à l'huile.