

EPREUVE Physico-chimie des Matériaux
 Durée : 2 h 00 - (Documents non autorisés)

Les traitements thermiques dans la masse des aciers (6,5 points)

1. On se propose d'étudier le TRC de l'acier 40 NiCrMo3 (composition ?). Identifier les différents domaines présents sur la **Figure 1**. Décrire ce qu'il se passe pour les deux échantillons qui ont été austénitisés à 850°C pendant 30 minutes :

- Ech.a: Trempe permettant de revenir à la température ambiante en 500 secondes.
- Ech.b: Trempe permettant de revenir à la température ambiante en 4 heures.

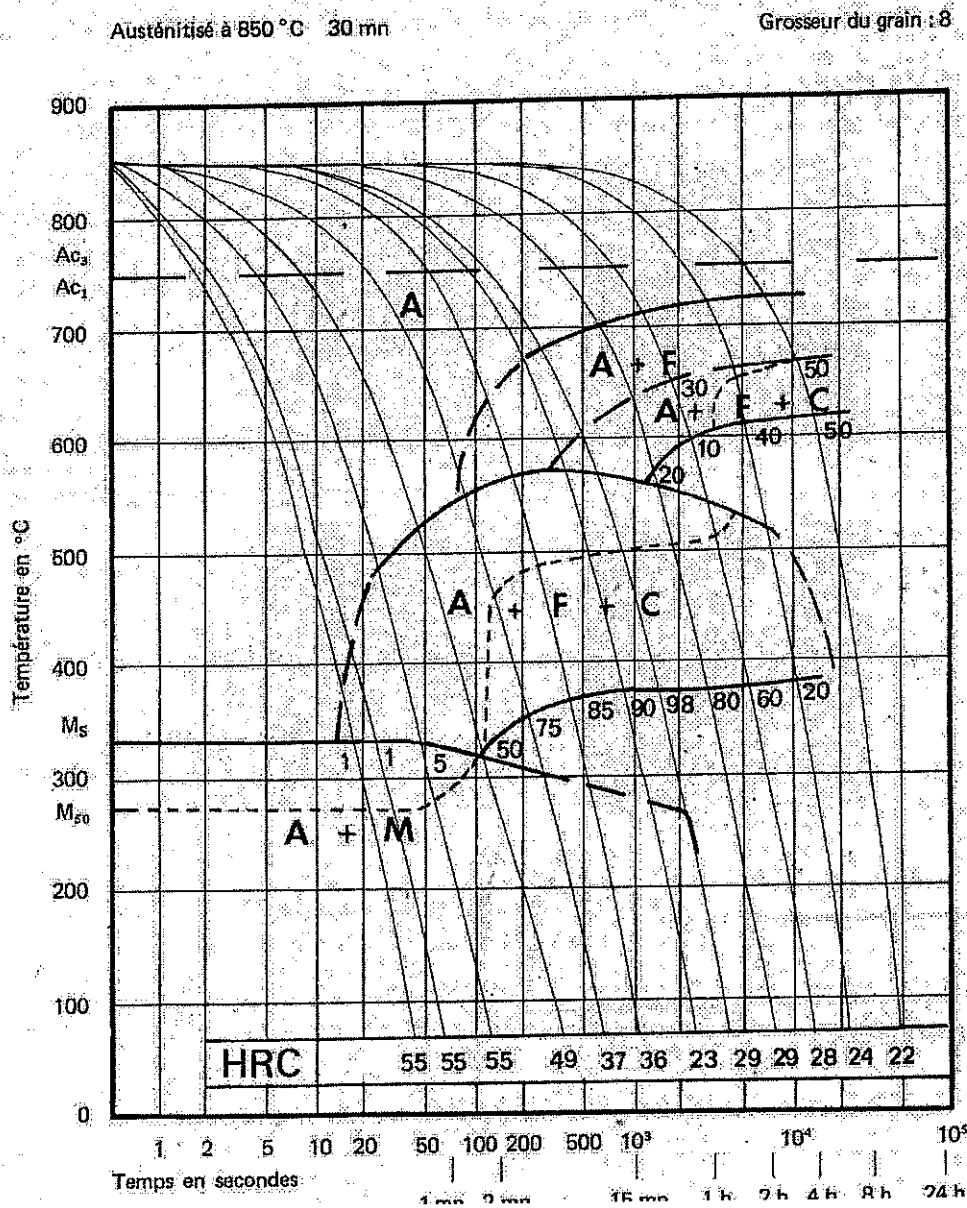


Figure 1 : TRC de l'acier 40 NiCrMo3.

2. A l'aide du TRC de cet acier, commenter les micrographies présentées **Figure 2** et tracer les courbes dilatométriques conduisant à ces microstructures (seule l'étude du refroidissement est demandée).

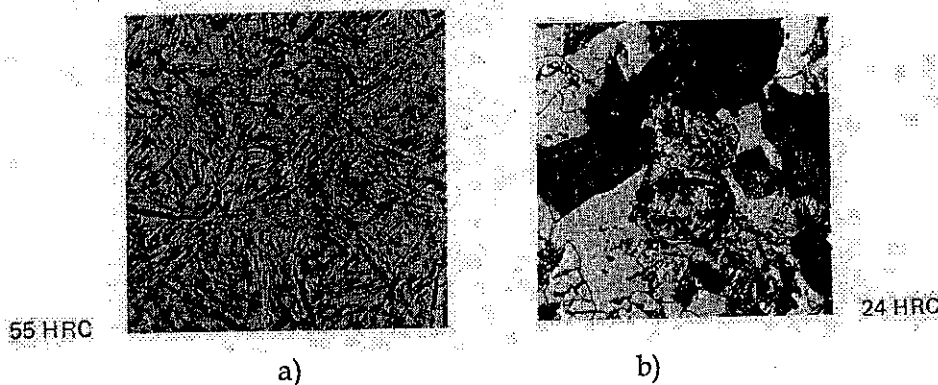


Figure 2 : Micrographies correspondant à l'acier 40 NiCrMo3.

3. Décrire, en rappelant le principe, les 4 essais de dureté habituellement utilisés.

Etude du diagramme Zn - Al (4,5 points)

1. Indiquer sur le diagramme binaire Zn - Al de la **Figure 3** la nature des phases dans chaque domaine, ainsi que le liquidus et le solidus. Quels sont tous les solutions solides que l'on peut former entre Zn et Al ?
2. Identifier de manière précise toutes les transformations (donner les équations et leurs noms) qui sont repérées par les horizontales du diagramme.
3. Tracer et décrire en indiquant les phases présentes et la variance, la courbe d'analyse thermique de la composition à 50 en atome pour cent de Zn à partir de l'état liquide.
4. Déterminer la composition et la proportion en phases de l'alliage à 50 en atome pour cent de Zn à 300°C.

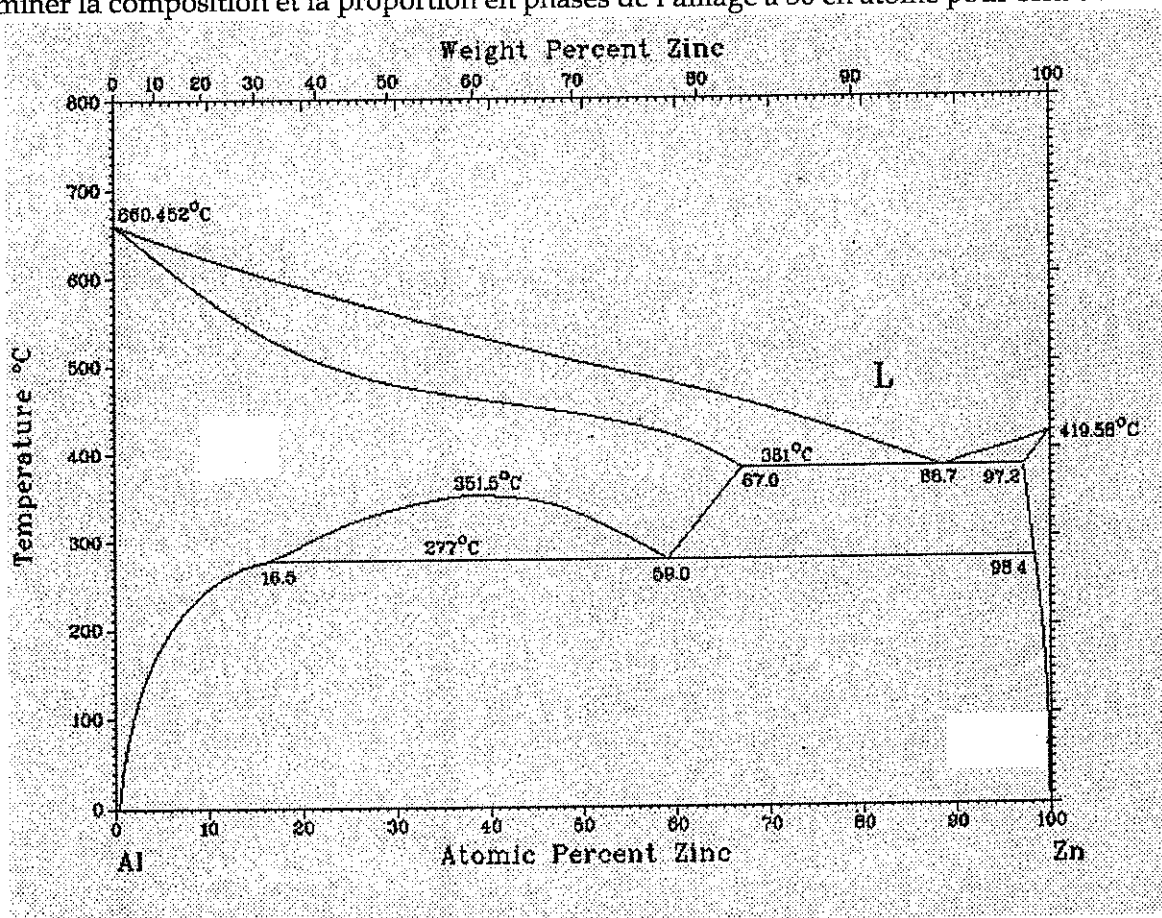


Figure 3 : Diagramme binaire Zn - Al

5. Le zinc cristallise selon une structure hexagonale compacte ($a=0,2665\text{nm}$; $c=0,4947\text{nm}$; $M=65,4\text{g/mol}$). Dessiner cette maille et donner le nombre d'atomes de Zn par maille. Sachant que l'aluminium cristallise dans une structure CFC ($a=0,4041\text{nm}$; $M=27\text{g/mol}$), calculer la masse volumique de la solution solide lorsque 25% des atomes d'Al sont remplacés par des atomes de Zn.
6. Plusieurs types de défauts structuraux peuvent être rencontrés dans les solides. Nommer et expliquer les défauts présentés sur la **Figure 4**.

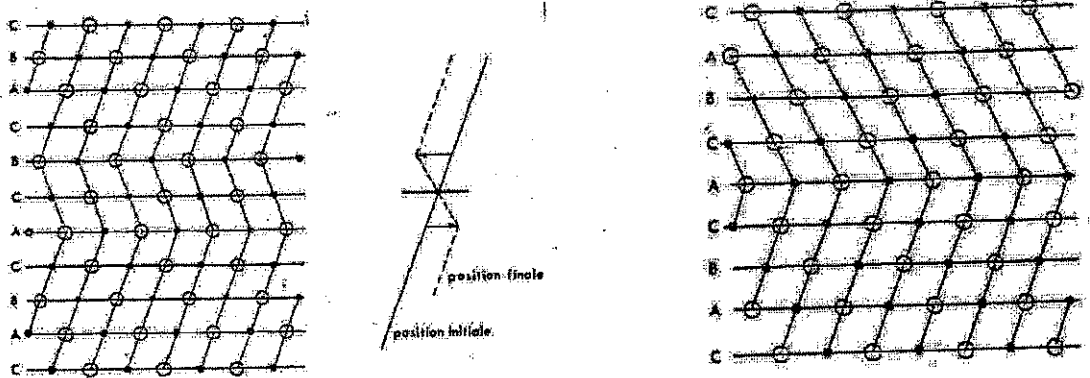


Figure 4 : Identifier les défauts présentés les parties droite et gauche de cette figure.

Questions diverses (3 points)

1. Etude du revenu de la martensite. Tout d'abord rappeler les définitions d'un revenu et de la martensite et dire comment elle est obtenue. Expliquer les différentes phases d'adoucissement de la martensite lorsque la température de revenu augmente.
2. Commenter ce qu'il se passe sur la **Figure 5**, lorsque des éléments d'additions tels que le vanadium, le molybdène et le chrome sont ajoutés à un acier non allié contenant 0,5% en masse de carbone. Expliquer les différences observées.

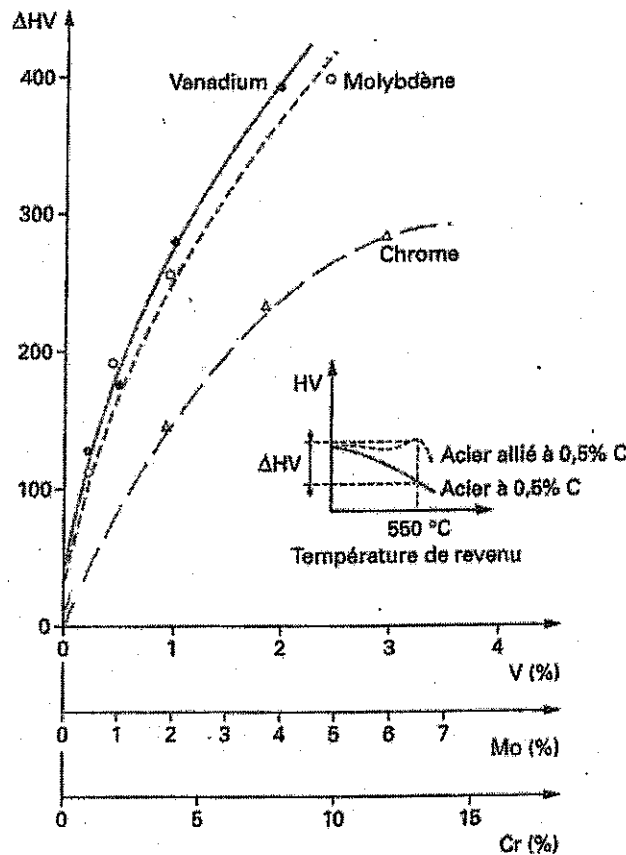


Figure 5: Influence des éléments d'additions (V, Mo et Cr) sur le durcissement secondaire à 550°C d'un acier à 0,5% de carbone.

Corrosion et protection des matériaux métalliques (6 points)

La masse d'une plate-forme pétrolière atteint 20 000 tonnes pour le plateau et ses modules auxquels il faut ajouter 15 000 tonnes pour les jambes et les fondations. On se propose d'estimer la perte de masse d'un tel édifice après une période de fonctionnement d'un quart de siècle dans l'hypothèse où le métal se consommerait de manière active et ce, sans protection anticorrosion.

Au préalable, diverses expériences réalisées au laboratoire ont permis de déterminer les densités de courant suivantes sur un échantillon de métal représentatif en milieu eau de mer artificielle :

-densités de courant de corrosion :

- En conditions simulant une mer calme : 6 mA/dm^2
- En conditions simulant une mer agitée : $12 \text{ } \mu\text{A/cm}^2$

1. Décrire le principe d'une méthode permettant d'obtenir une densité de courant de corrosion (j_{corr}). Quelle espèce chimique peut être à l'origine de la différence entre les deux valeurs obtenues ?
2. Etablir la formule permettant de calculer la perte de masse (m) d'une plate-forme offshore de surface S immergée en mer, réalisée en métal Me (de masse molaire M , se corrodant en ions Me^{z+}), après une période de fonctionnement T en fonction de M , T , j_{corr} , z et F .
3. Appliquer numériquement la formule établie précédemment dans le cas de l'acier (assimilé au Fer) à l'aide des différentes données de l'exercice.
4. Citer une solution de protection utilisée pour ce type de structure.

Données pouvant être utiles :

$S=500 \text{ m}^2$;

On supposera que 80% du temps la mer est calme ; considérer 1 an=365,25 jours ;

Fe : $M=56 \text{ g/mol}$; densité : 7,8 ; $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})=-0,68 \text{ V/ECS}$;

Constantes : $R=8,314 \text{ S.I.}$, température : 300 K, $F=96 500 \text{ C/mol}$.