L3CHIMIE

UNIVERSITE DE BOURGOGNE **Année : 2021-2022**
L3C – UE66A **Date : 18 MAI 2022**

EPREUVE Physicochimie des Matériaux
Durée : 2 h 00 – (Documents non autorisés)

Les traitements thermiques dans la masse des aciers – TTT (4 points)

On se propose d'étudier le TTT de l'acier 28 CrMoV5-8.

- ❑ Décrire de manière précise la composition de cet acier en expliquant le rôle des éléments d'addition présents.
- ❑ Identifier les différents domaines sur le TTT représenté sur la Figure 1.
- ❑ Décrire de manière précise ce qu'il se passe après un refroidissement en 1 seconde de 900°C jusqu'à 700°C puis un maintien de 4h suivi d'une trempe à l'eau. Représenter la micrographie attendue après un poli miroir et une attaque chimique au Nital.
- ❑ Décrire de manière précise ce qu'il se passe après un refroidissement en 1 seconde de 900°C jusqu'à 420°C puis un maintien de 20s suivi d'une trempe à l'eau.
- ❑ Décrire le principe d'un essai de dureté Rockwell (HRC).

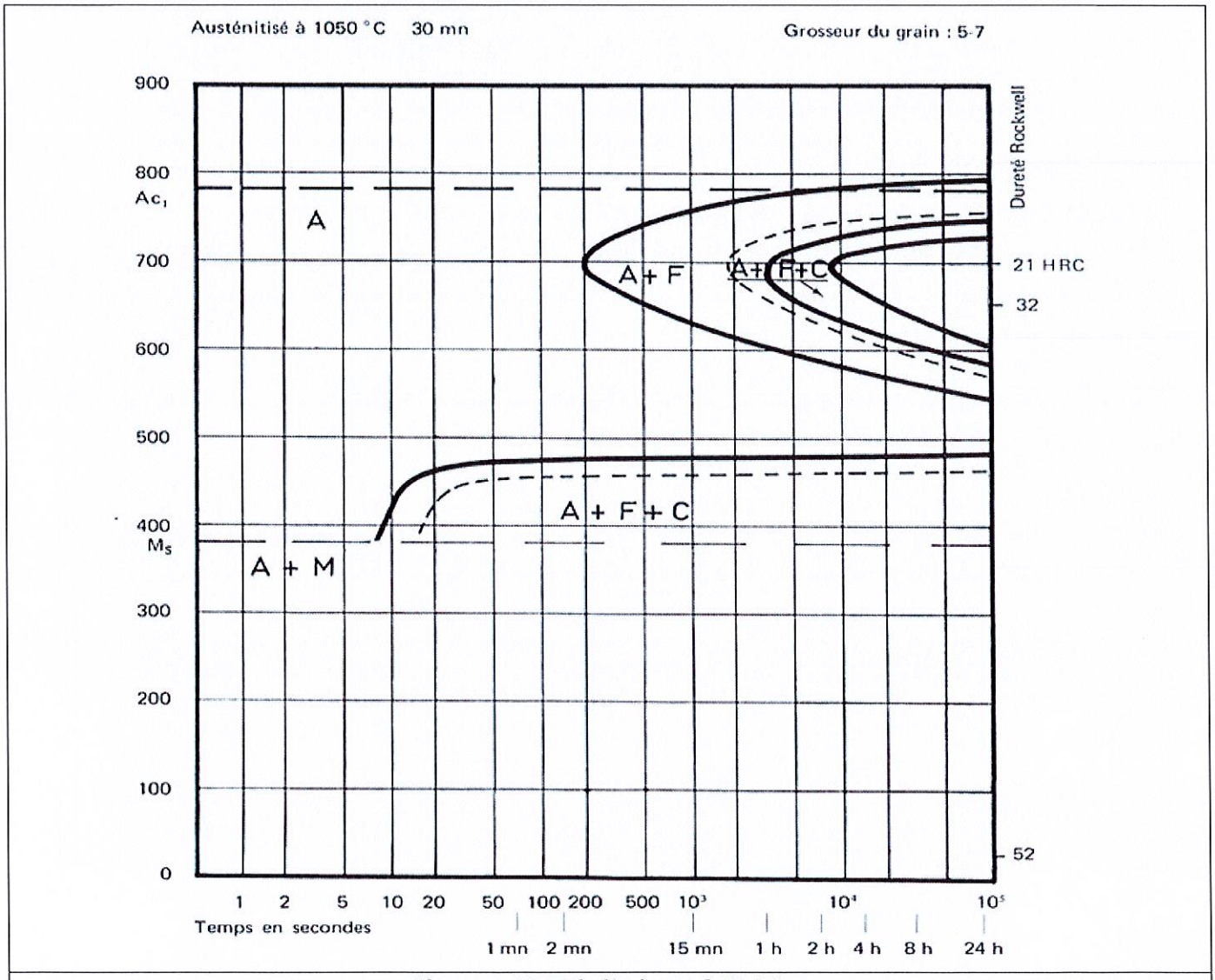
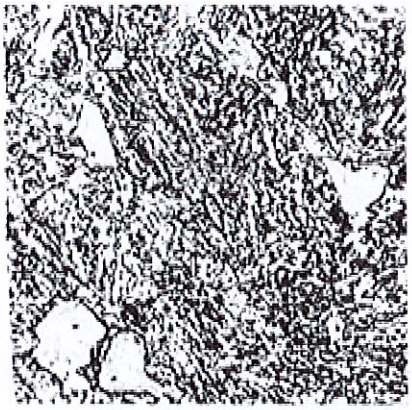


Figure 1 : TTT de l'acier 28CrMoV5-8

Les traitements thermiques dans la masse des aciers – TRC (5 points)

On se propose d'étudier le TRC de l'acier **28CrMoV5-8**.

- ❑ Identifier les différents domaines du TRC de la Figure 2.
- ❑ Décrire ce qu'il se passe pour un échantillon ayant subi une trempe permettant de revenir à la température ambiante en 200s.
- ❑ Décrire la micrographie ci-dessous obtenue après un polissage et une attaque au NITAL en utilisant la TRC de la figure 2.



36 HRC

- ❑ Expliquer les principales différences entre une transformation diffusive et une transformation displacive, donner un exemple en illustrant de chacune d'elles.
- ❑ Tracer, en la commentant de manière précise, la courbe dilatométrique attendue pour un refroidissement conduisant à un acier trempé présentant une dureté de 20HRC. Utiliser la feuille millimétrée ci-dessous.

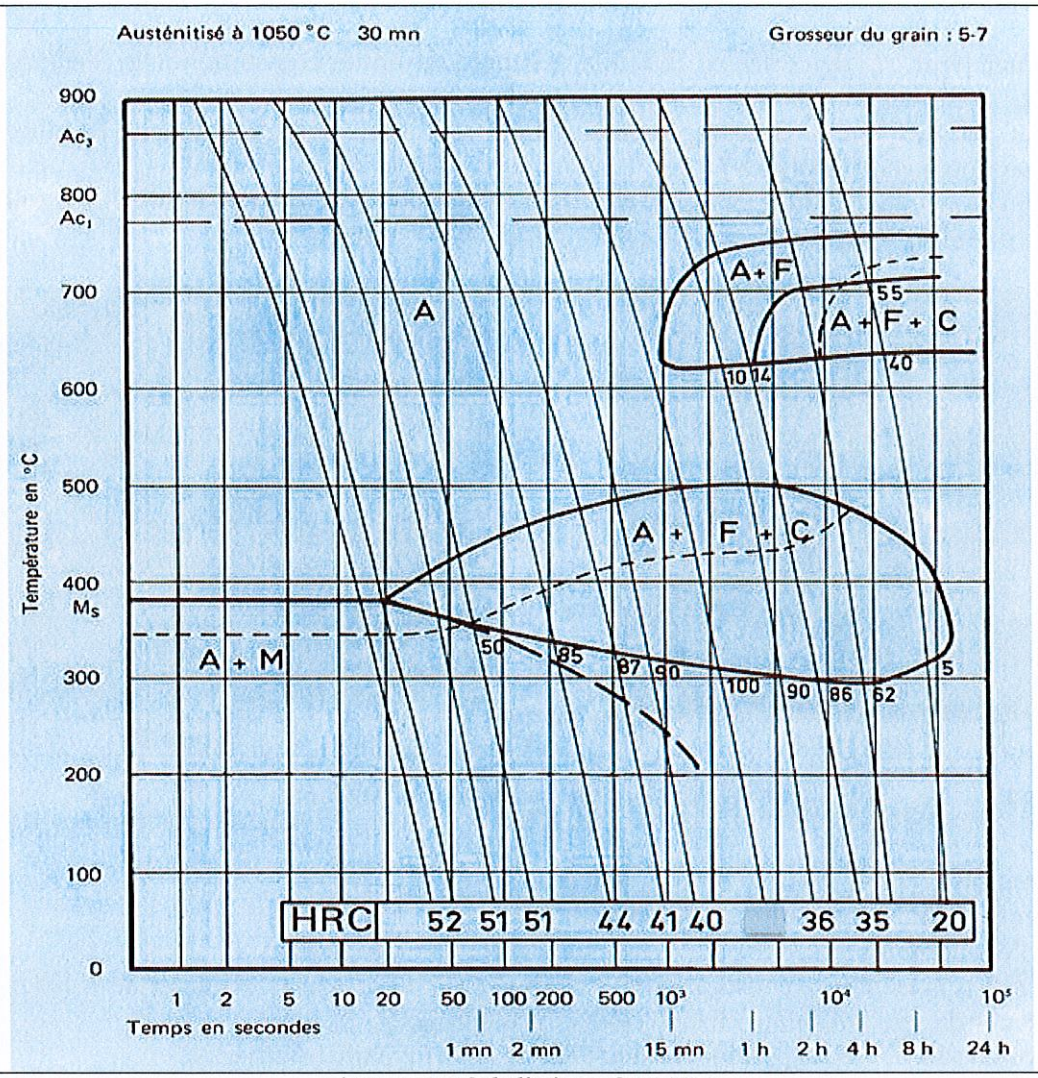


Figure 2 : TRC de l'acier 21CrMoV5-7

Propriétés mécaniques, l'essai de traction (3 points)

La figure 3 présente deux courbes de traction de deux aciers.

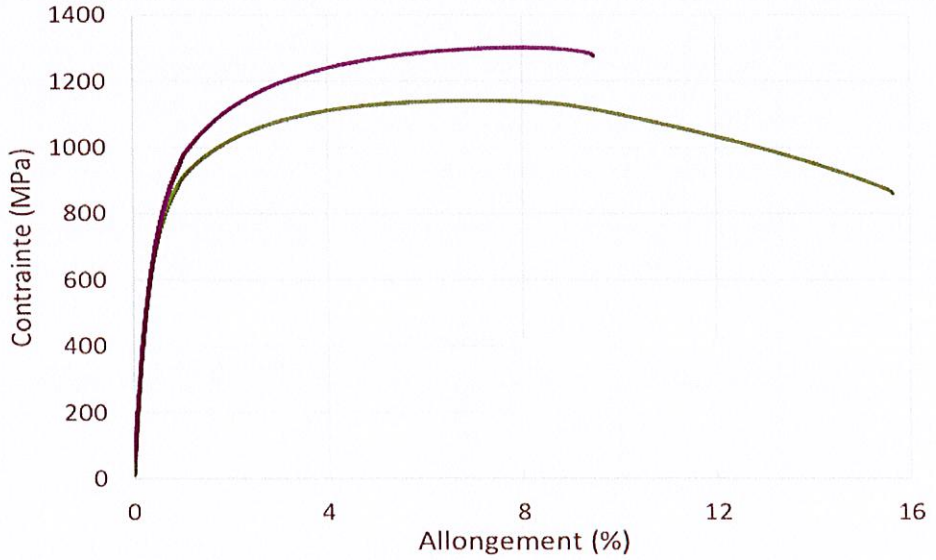


Figure 3 : Essais de traction réalisés sur deux aciers

- ❑ Déterminer pour ces deux aciers, la limite élastique, la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2%, la résistance maximale à la traction et l'allongement maximal. A partir de vos connaissances en métallurgie, expliquer ces différences de comportement. Rappeler quels sont les moyens de durcissement des matériaux que vous connaissez ?
- ❑ A votre avis, quelle la nature de la rupture qui est attendue ? Celle de la figure 4a ou celle de la figure 4b, vous prendrez le temps de décrire ces deux modes de rupture.

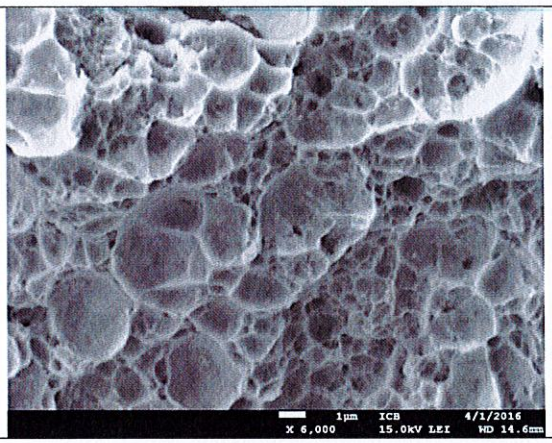


Figure 4a

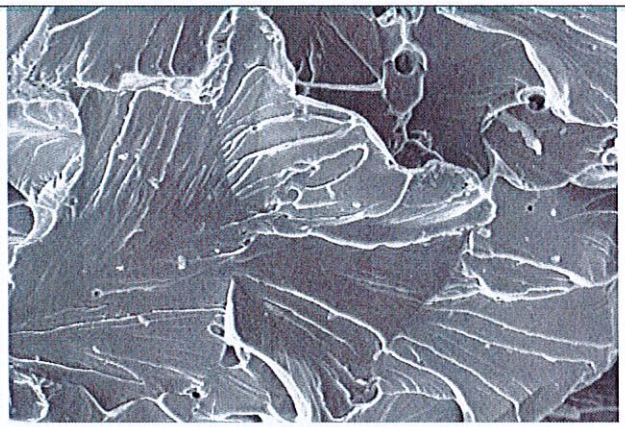


Figure 4b

La trempabilité des aciers, l'essai de Jominy (4 points)

On s'intéresse maintenant à la trempabilité des aciers.

- ❑ Rappeler la définition de la trempabilité d'un acier.
- ❑ Décrire l'essai Jominy
- ❑ La Figure 5 représente les courbes Jominy obtenues sur trois aciers 38Cr2, 38CrNiMo8 et C38. Décrire ces deux courbes en attribuant chaque courbe à chaque acier.
- ❑ Quels sont les facteurs qui permettent d'améliorer la trempabilité d'un acier.

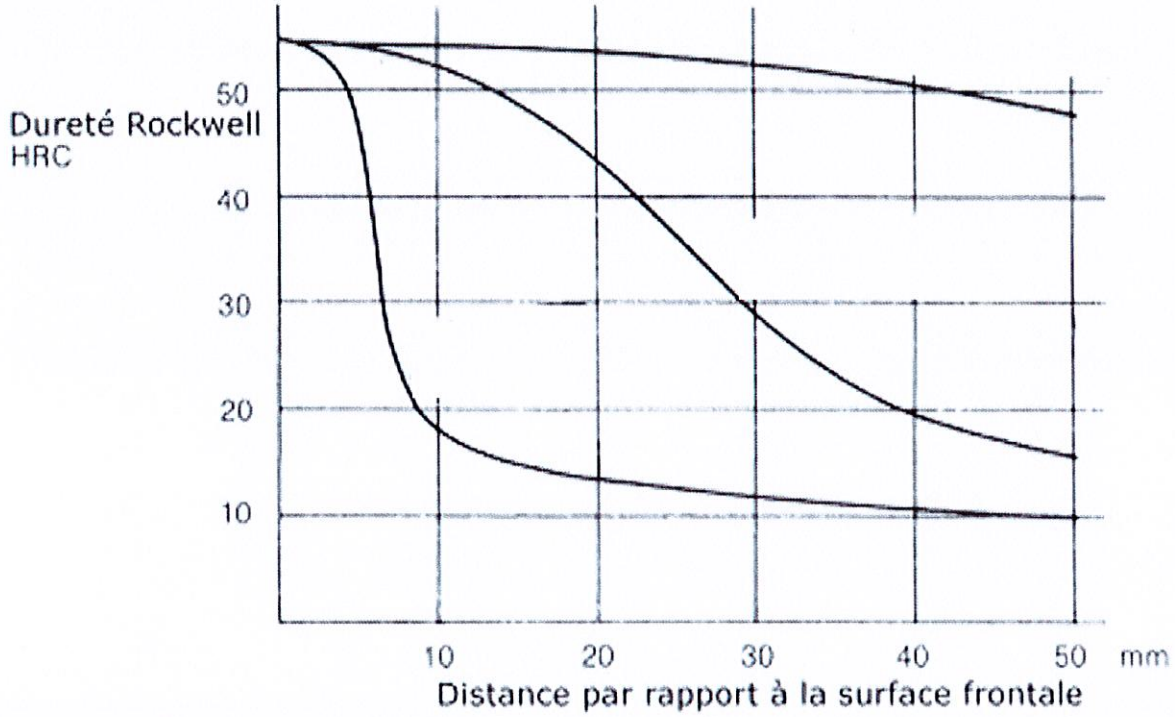


Figure 5 : Courbes Jominy tracées pour deux aciers

Corrosion et protection des matériaux métalliques (5 points)

Consigne QCM : cocher la bonne réponse par question		
Barème : bonne réponse : +1 point	*mauvaise réponse : -1 point*	*absence de réponse : 0 point*

Données pouvant être utiles :
1 an=365,25 jours ;
M=56 g/mol ; ρ : 7,8 ; z=2
Constantes : R=8,314 S.I., température : 300 K, F=96 500 C/mol

Une plate-forme off-shore pèse près de 35 kt : 15 kt pour l'ensemble « jambes et fondations » et 20 kt pour l'ensemble « plateau et modules ». On se propose d'estimer à l'aide de la loi de Faraday la perte de masse de la partie métallique immergée, de surface S, d'un tel édifice après une période d'un quart de siècle dans l'hypothèse où le métal (Me) se consommerait de manière active et sans protection anticorrosion particulière.

1. Pour écrire la réaction chimique de corrosion générale associée, en formalisant l'écriture du processus anodique par $Me \rightarrow Me^{z+} + ze^-$, l'écriture pour le processus cathodique impliquant un couple Ox/Red dans l'environnement est :
□ $Red \rightarrow Ox$ □ $Ox \rightarrow Red + ze^-$ □ $Ox + ze^- \rightarrow Red$ □ $Red - ze^- \rightarrow Ox$ □ $zOx \rightarrow Red + e^-$

Des expériences réalisées au laboratoire ont permis de déterminer les densités de courant suivantes sur un échantillon de métal (Me) en milieu eau de mer artificielle :
- En conditions simulant une mer calme : $j_{corr,1} = 6$ mA/dm²
- En conditions simulant une mer agitée : $j_{corr,2} = 120$ µA/cm²

2. Au vu des valeurs obtenues la relation suivante est vérifiée :
□ $20\, j_{corr,1} = j_{corr,2}$ □ $j_{corr,2} = 2\, j_{corr,1}$ □ $j_{corr,1} = j_{corr,2}$ □ $j_{corr,2} = j_{corr,1}/2$ □ $j_{corr,1} = 0{,}2\, j_{corr,2}$

3. En supposant que 75% du temps la mer soit calme, la densité de courant moyenne j_{corr} à prendre en compte serait de :
□1,05 A/m² □10,5 mA/m² □0,75 A/m² □7,5 A/m² □75 µA/mm²

4. La formule permettant de calculer la perte de masse (m) de la plate-forme, réalisée en métal Me (de masse molaire M, de masse volumique ρ), après une période de fonctionnement T est :
□$MFz/j_{corr}ST$ □$Mj_{corr}ST/(zF)$ □$Mj_{corr}S/(zTF)$ □$M\rho j_{corr}ST/zF$ □$j_{corr}T\rho/(SzF)$

5. L'application numérique de la formule précédente fournie une perte m :
□égale à environ 0,8 kg
□égale à environ 85 tonnes
□égale à environ 0,6 ‰ de la masse de l'ensemble des jambes et fondations
□comprise entre 3 et 4 tonnes
□de valeur autre que celles listées ci-dessus