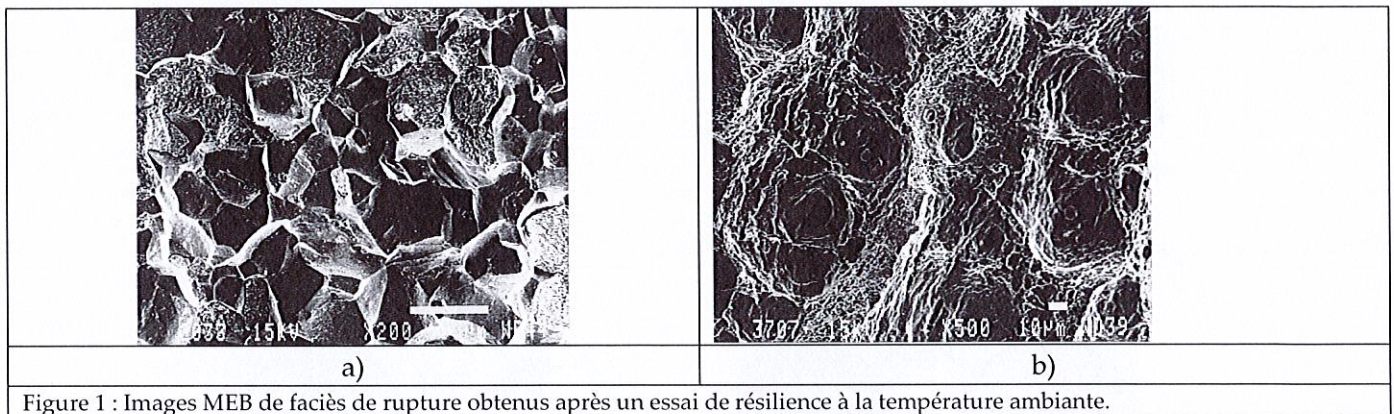


Exercice 1 : L'essai de résilience (3,5 points)

Une éprouvette parallélépipédique entaillée en son milieu en fonte est soumise à un essai de résilience.

1. Rappeler les différences entre une fonte blanche et une fonte grise.
2. Rappeler le principe d'un essai de résilience.
3. Indiquer les informations qualitatives et quantitatives que l'on peut extraire d'un tel essai.
4. Commenter les images de la figure 1.



Exercice 1 : La microstructure des aciers (3,5 points)

1. La figure 2 représente une partie du diagramme de phases Fe-Fe₃C. Complétez le diagramme en indiquant les phases présentes dans les différents domaines. Donnez les noms des différentes phases et constituants. Sur l'échelle des teneurs en carbone, situez approximativement les gammes de composition des aciers doux, des aciers mi-durs, des aciers durs et des fontes.
2. Déterminez la composition d'un acier à 0,6% de carbone à 20°C (point constitutif G sur le diagramme) ainsi que la proportion de chaque phase à cette température.
3. Attribuez à chacun des schémas micrographiques de la figure 3 le point constitutif correspondant sur le diagramme.

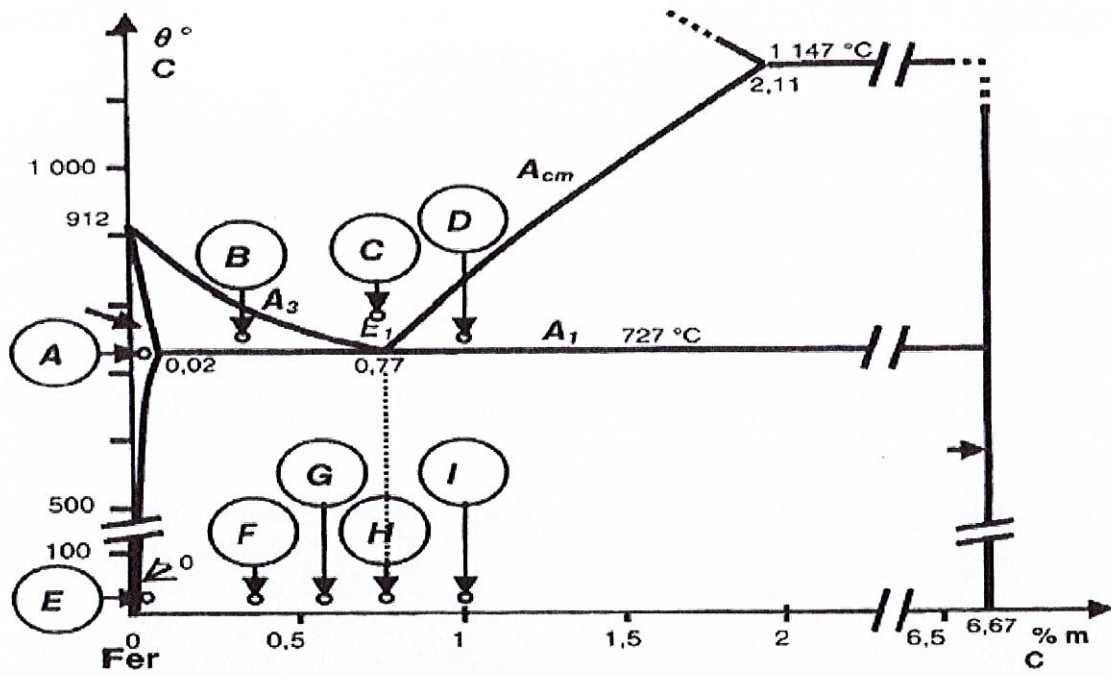


Figure 2 : Diagramme de phase Fe-Fe₃C

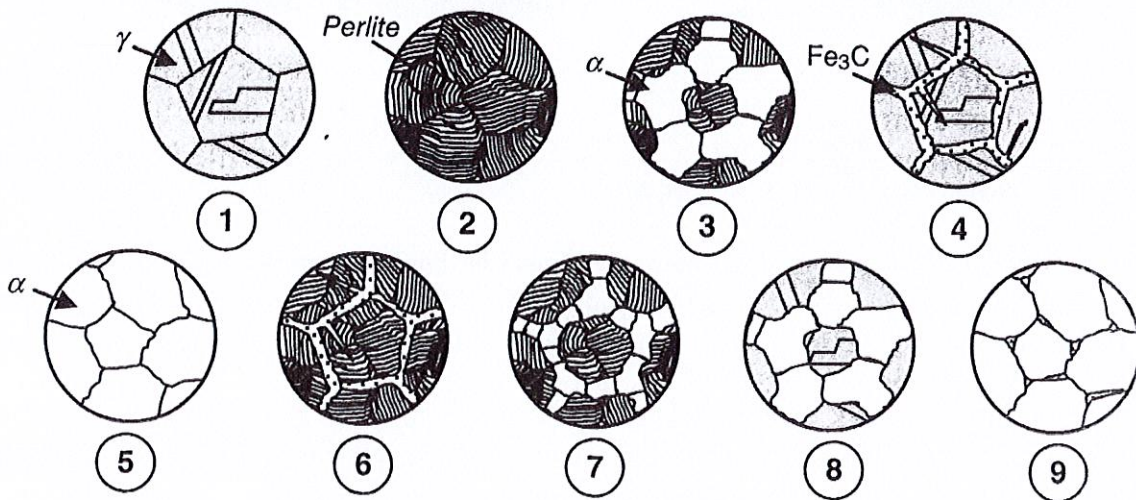
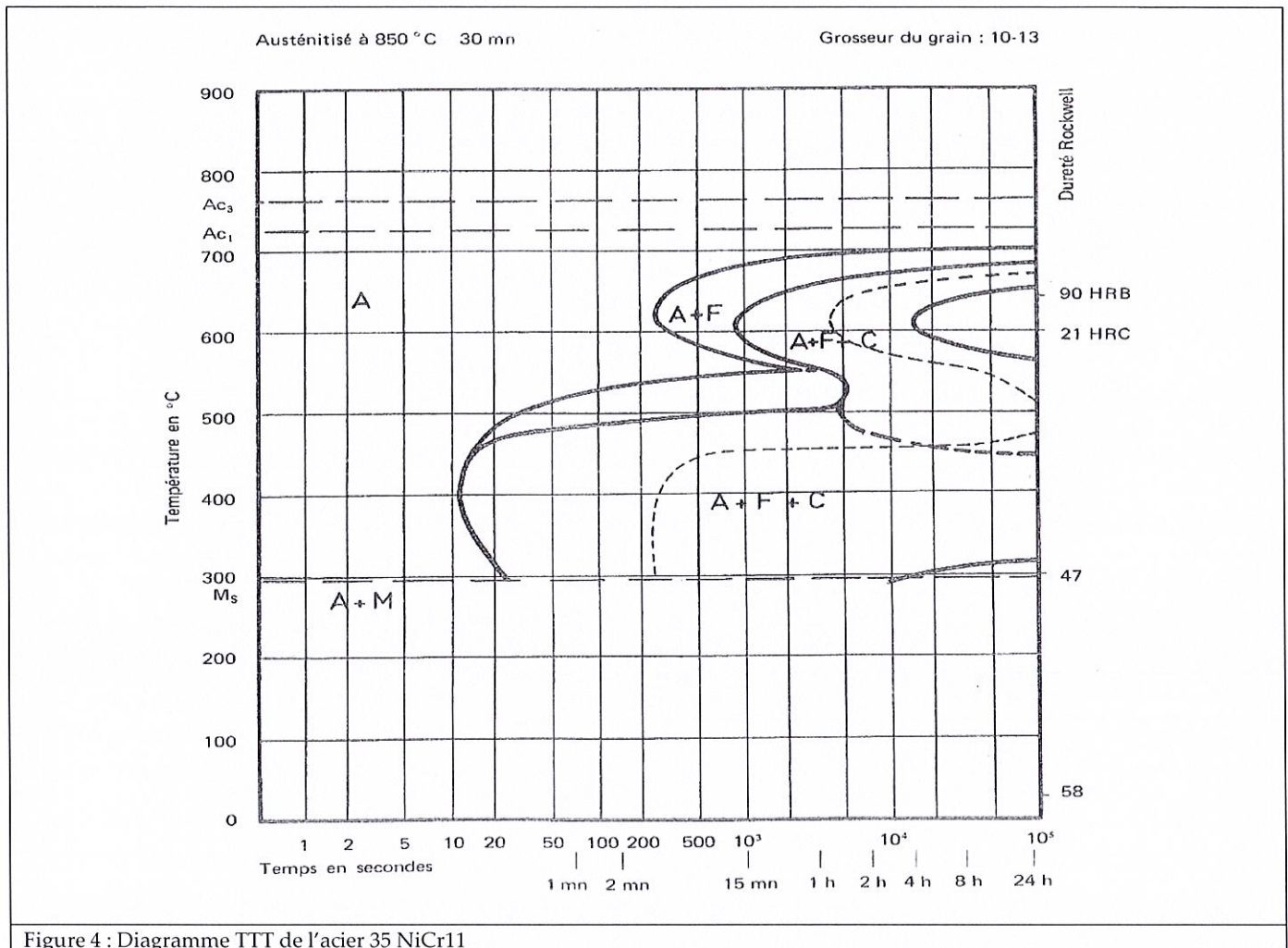


Figure 3 : Schémas micrographiques après une attaque au Nital.

Exercice 3: Les diagrammes TTT et TRC des aciers (8 points)

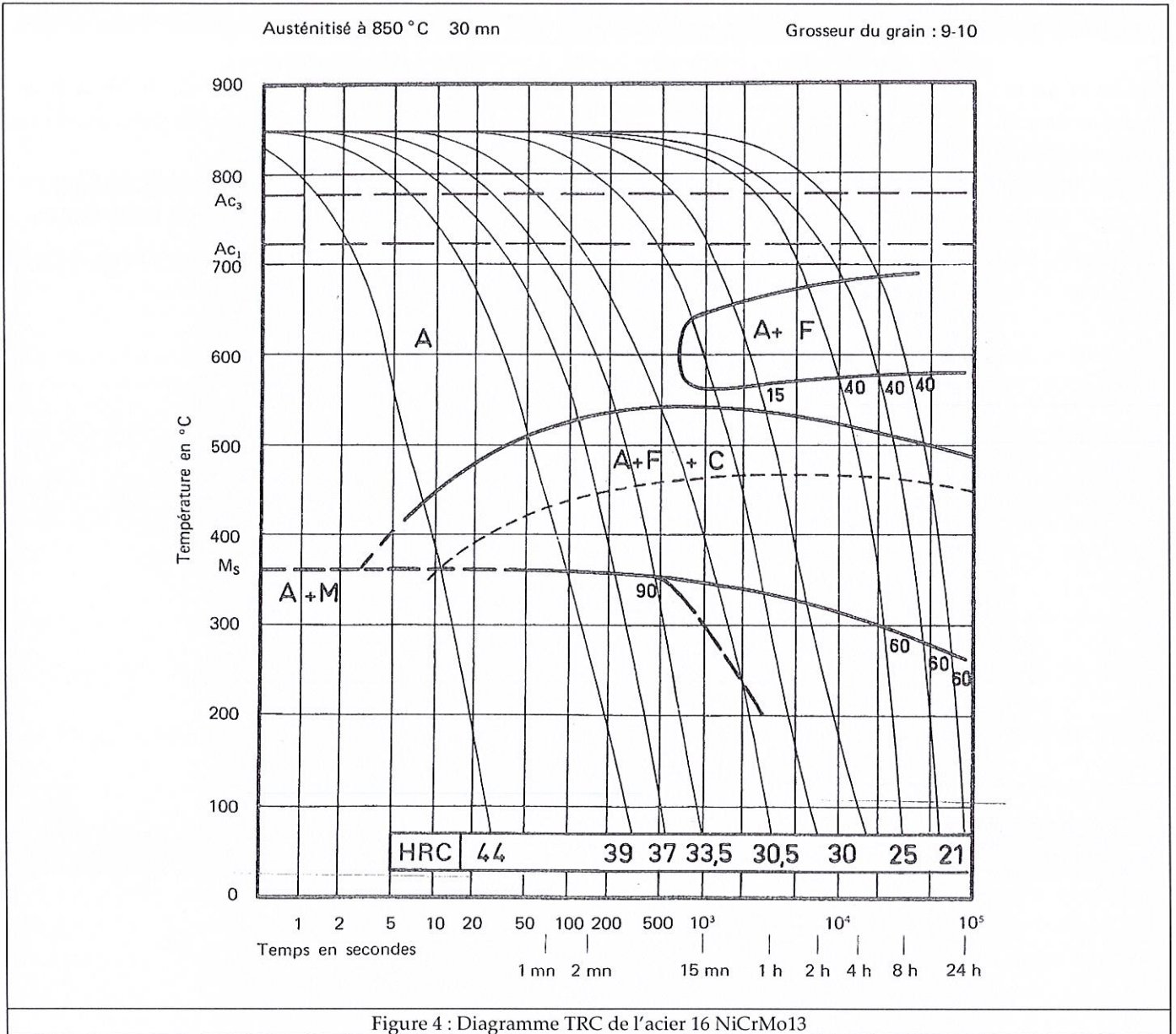
1. On se propose d'étudier le TTT de l'acier 35NiCr11. Expliquer le rôle des éléments d'addition. A partir de la figure 4, identifier les différents domaines présents sur cette courbe. Décrire ce qu'il se passe pour les deux conditions suivantes :

- Ech.a: Refroidissement de 900°C à 600°C en 1s et maintien pendant 8 heures à cette température.
- Ech.b: Refroidissement de 900°C à 450°C en 1s et maintien pendant 15 minutes à cette température.



2. On se propose d'étudier le TRC de l'acier 16 NiCrMo13. Comparer alors cet acier avec le précédent, que pouvez-vous en déduire ? A partir de la figure 5, identifier les différents domaines présents sur cette courbe. Décrire ce qu'il se passe pour les deux échantillons suivants :

- Ech.c: Austénitisation de 30 minutes à 900°C puis trempe permettant de revenir à la température ambiante en 400 secondes.
- Ech.d: Austénitisation de 30 minutes à 900°C puis trempe permettant de revenir à la température ambiante en 8 heures. Quelle est la micrographie attendue après une attaque au NITAL ?



3. Tracer pour l'acier 16NiCrMo13, en la commentant de manière précise la courbe dilatométrique conduisant à un acier trempé présentant une dureté de 33,5 HRC. Signification du terme HRC ? Décrire ensuite le principe de cet essai de dureté.
4. A partir de vos connaissances en métallurgie, décrire ce qu'est la martensite. Comment est-elle obtenue (type de transformation) ?
5. A partir de vos connaissances en métallurgie, décrire ce qu'est la bainite. Comment est-elle obtenue (type de transformation) ?
6. A partir de vos connaissances en métallurgie, décrire ce qu'est la sorbite. Comment est-elle obtenue (type de transformation) ?

Exercice 4: 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

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 ($Q=It=znF$) la perte de masse (m) de la partie métallique immergée, de surface S , d'un tel édifice après une période (t) 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 :

$Ox + ze^- \rightarrow Red$ $Red \rightarrow Ox$ $Ox \rightarrow Red + ze^-$ $Red - ze^- \rightarrow Ox$ $zOx \rightarrow Red + 2e^-$

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 agitée : $j_{corr,1} = 120 \text{ } \mu\text{A/cm}^2$
- En conditions simulant une mer calme : $j_{corr,2} = 6 \text{ mA/dm}^2$

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 25% du temps la mer soit agitée, la densité de courant moyenne j_{corr} à prendre en compte serait de :

$1,05 \text{ A/m}^2$ $10,5 \text{ mA/m}^2$ $7,5 \text{ A/m}^2$ $0,75 \text{ A/m}^2$ $75 \text{ } \mu\text{A/mm}^2$

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 fournit une perte m :

- égale à environ 800 g
- égale à environ 85 tonnes
- égale à environ 0,6 ‰ de la masse de l'ensemble des jambes et fondations
- comprise entre 5 et 9 tonnes

Données pouvant être utiles :

1 an = 365,25 jours ; $S = 500 \text{ m}^2$

Métal Me : masse molaire 56 g/mol ; densité ρ : 7,8 ; $z=2$

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