

MA 53– Spring 2019

Wednesday, 26th May, 10h30 – 12h00 am

Please answer on separated sheets of paper for each part

Merci de répondre sur feuilles séparées pour chacune des parties

Part I: H. LIAO (6 points)/ Documents non autorisés

1 Pour protéger une structure en acier, on peut mettre un revêtement métallique, si vous disposez les méthodes de déposer différents matériaux sur l'acier, quel matériau dans la liste choisissez-vous ? expliquer votre choix.

métaux	Potentiel électrochimique
Fe	-0,4
Cu	0,07
Ni	-0,02
Zn	-0,81
Al	-0,48

Potentiel électrochimique

(solution NaCl 3%) mesurée par rapport à l'hydrogène

2. Dans l'acier inoxydable 316L, L signifie « faible teneur en carbone ». Cet acier a une meilleure propriété d'anti corrosion intergranulaire. Expliquer la raison.

* composition des aciers inoxydables 316 et 316L

Acier	C	Ni	Cr	Mo	Mn
316	0,05	16 à 18	10 à 12,5	2 à 2,5	2
316 L	0,02	16 à 18	10,5 à 13	2 à 2,5	2

3 Dans le cas de protection cathodique, on impose souvent une tension sur la pièce à protéger quand elle est enterrée comme montré dans la figure de gauche. Indiquer la polarité du redresseur si la canalisation en fonte doit être protégée dans un sol un peu acide (PH=5) et estimer également la valeur minimale de tension imposée. Argumenter votre choix.

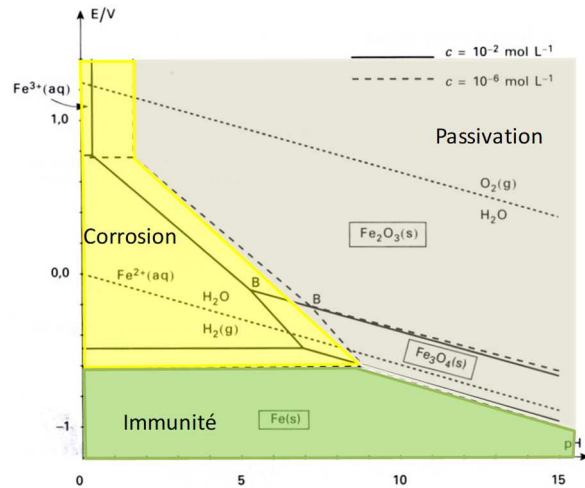
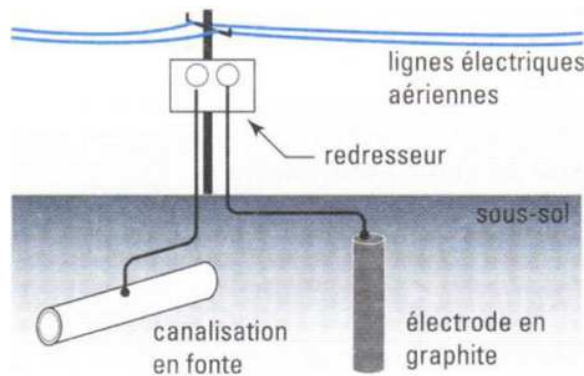


Diagramme potentiel-pH du fer (avec les oxydes)

Part II: C. LANGLADE (9 points)/ No lectures notes

Dans les moteurs d'hélicoptères, les engrenages sont des pièces de sécurité très sollicités. Ils sont généralement réalisés en acier faiblement alliés de type 35 NiCrMo16 avec des traitements de surface. Les dents sont assimilées à des cylindres frottant génératrices contre génératrices (cylindres parallèles). Les charges appliquées sont importantes et conduisent à un calcul de pression maximale de 1000 MPa (hypothèse de contact statique de Hertz) avec une largeur de contact estimée à 400 μm.

In helicopter engines, gears are highly stressed as safety parts. They are generally made of NiCrMo16 low alloy steel with surface treatments. The teeth are similar to cylinders rubbing along generatrices (parallel cylinders). The

applied loads are large and lead to a maximum pressure calculation of 1000 MPa (Hertz static contact hypothesis) with an estimated contact width of 400 μm .

Q1 : En service normal, les engrenages sont graissés conduisant à un coefficient de frottement standard inférieur à 0,1. Compte tenu de ces conditions de contact, que peut-on dire des contraintes qui se développent dans les pièces ? Quelle zone est la plus sollicitée ?

Q1: In normal operation, the gears are greased leading to a standard coefficient of friction less than 0.1. Given these conditions of contact, what can be said about the constraints developed in the parts? Which zone is the most stressed?

Q2 : Ces engrenages sont généralement cémentés (traitement de diffusion de carbone) afin d'améliorer leurs propriétés mécaniques. Quelle doit être la profondeur minimale de ce traitement et quelle(s) caractéristique(s) mécanique(s) doit on particulièrement rechercher ?

Q2: These gears are usually cemented (carbon diffusion treatment) in order to improve their mechanical properties. What should be the minimum depth of this treatment and which mechanical characteristic (s) should be particularly sought after?

Q3 : En cas de défaillance du système lubrifiant, l'hélicoptère doit pouvoir encore voler 30 minutes pour permettre au pilote de se poser. Les engrenages fonctionnent alors en mode très dégradé avec des contacts dits « secs » et un coefficient de frottement de 0,6. Qu'est-ce que cela modifie dans le champ de contrainte subi par les engrenages ? Quelles autres conséquences peut on imaginer ?

Q3: If the lubricating system fails, the helicopter must still be able to fly for 30 minutes to allow the pilot to land. The gears then operate in very degraded mode with so-called "dry" contacts and a coefficient of friction of 0.6. What does this change in the stress field undergone by the gears? What other consequences can you imagine?

Q4 (bonus): Un revêtement mince de type PVD (exemple TiN sur les outils de coupe, épaisseur typique de 2 microns) peut-il être utile en service normal ? En mode dégradé ? Si oui quelles propriétés doit il avoir ?

Q4 (bonus): Can a thin PVD coating (eg TiN on cutting tools, typical 2 micron thickness) be useful in normal service? In degraded mode? If so, what properties should it have?

Q5 : Un défaut d'étanchéité du carter amène l'entrée de grains de sable dans les engrenages. Quel type d'usure cela va-t-il induire ? Comment pourra t on la reconnaître lors de l'expertise des pièces endommagées ?

Q5: A crankcase leakage causes sand grains to enter inside the gears. What type of wear will it induce? How we can recognize this during the expertise of damaged parts?

Part III: O. HENCK (5 points)/ Documents non autorisés

- 1- Par quelles formules chimiques exprime-t-on les combustions (primaires et secondaires) en soudage oxyacétylénique ?
- 2- Le soudage TIG est-il un procédé à haut rendement ?
- 3- Le soudage à l'arc à Electrode enrobée s'effectue à l'aide d'un gaz de protection : Vrai ou faux. Justifier
- 4- Les caractéristiques externes statiques des générateurs en MIG MAG permettent d'obtenir une intensité constante : Vrai ou faux. Justifier
- 5- Le soudage sous flux en poudre est un procédé essentiellement mécanisé, où l'arc électrique est caché par le flux : Vrai ou faux. Justifier