

Nom :

Prénom :

Groupe :

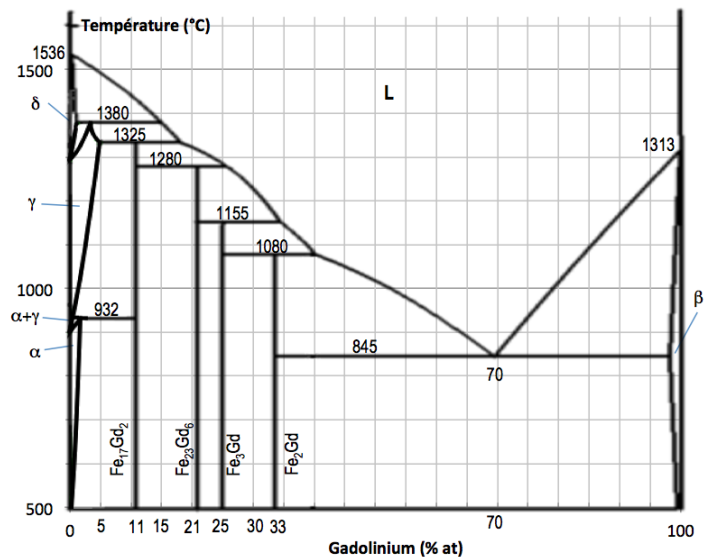
Exercice 1 : Questions de cours (5 pts)

1. Le zinc, de température de fusion 420°C, est-il susceptible de fluer à la température ambiante (justifiez) ?
2. Un matériau ductile peut-il présenter une rupture fragile ? Pourquoi ?
3. Qu'est-ce qui peut expliquer qu'une couche d'oxyde se fissure lors de sa formation ?
4. En présence d'air, quelle est la forme la plus stable : Si ou SiO₂ (justifiez) ?
5. Qu'est-ce qu'une fusion congruente ?

Exercice 2 : Diagramme de phase Fe-Gd (5 pts)

1. Tracez le liquidus en bleu et le solidus en rouge. (0,5 pt)
2. Soit un alliage contenant 30%at de gadolinium (Gd). Quelles sont les phases qui apparaissent/disparaissent lors du refroidissement lent de cet alliage de 1600°C jusqu'à la température ambiante ? (0,5 pt)
3. Pour chaque phase, cochez la bonne réponse (réponse juste +0,25, faux- 0,25 pt)

α :	☐ composé défini	☐ solution solide
$\text{Fe}_{23}\text{Gd}_5$:	☐ composé défini	☐ solution solide
δ :	☐ composé défini	☐ solution solide



4. On chauffe un mélange contenant 20 moles de Gd et 30 moles de Fe à 1500°C puis on le refroidit lentement jusqu'à 1000°C.
 - a. Quelle est la fraction atomique de Gd du mélange ? (0,5 pt)
 - b. Quelles phases sont présentes à 1000°C ? (0,5 pt)
 - c. Donnez la composition et la proportion de chacune des phases (en fraction atomique). Justifiez vos résultats. (1,5 pt)

Composition :

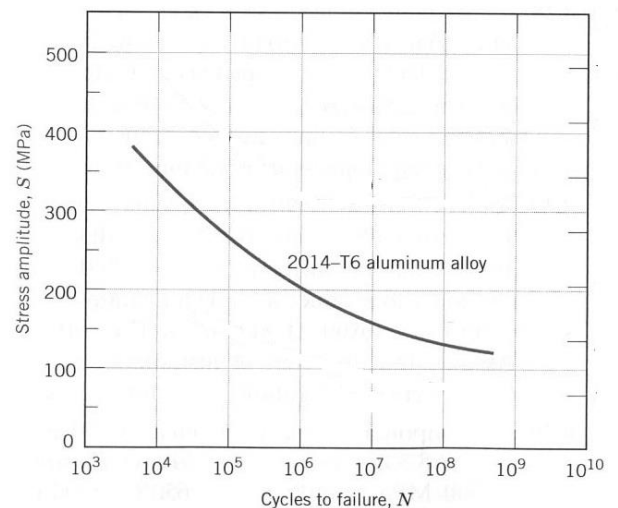
Proportion :
 - d. Quel est le nombre de mole de Fe dans chacune de ces phases ? (1 pt)

Exercice 3 : Rupture et fatigue (5 pts)

On réalise des contrôles non destructifs sur trois échantillons cylindriques (nommés A, B et C) d'alliage d'aluminium 2014-T6 situés sur des ailes d'avion. L'alliage d'aluminium 2014-T6 a une limite d'élasticité $R_e = 414$ MPa et une ténacité $K_{Ic} = 21$ MPa m^{1/2}. Les pièces doivent résister à une force de traction F égale à 320 kN sans se déformer plastiquement. Le tableau ci-dessous résume les longueurs L et diamètres d ainsi que les défauts détectés lors du contrôle de ces trois échantillons :

Echantillon	Dimensions (mm)	Résultats du contrôle	Facteur géométrique Y
A	$L = 100, d = 40$	Fissure aigue en surface de profondeur 1,8 mm	1,2
B	$L = 50, d = 30$	Pas de fissures > 100 μ m	-----
C	$L = 200, d = 40$	Longueur fissure interne 2 mm	1,2

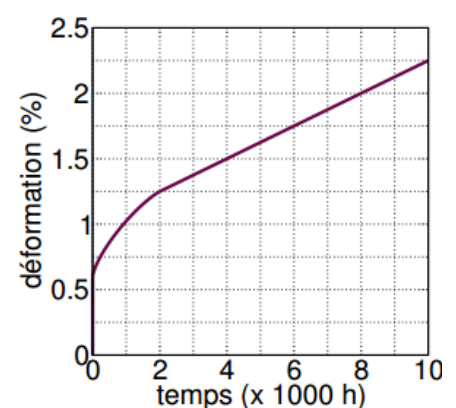
- Pour chaque échantillon, déterminez s'il y a un risque de rupture ductile et/ou fragile. Quel(s) échantillon(s) pourra(ont) être utilisé(s)? Détaillez vos calculs et expliquez brièvement votre conclusion. (3 pts)



- La pièce B, dont la figure ci-contre représente la courbe de Wöhler, a été utilisée sous une contrainte alternée d'amplitude 265 MPa pendant $N = 8 \cdot 10^4$ cycles, puis sous une contrainte alternée d'amplitude 160 MPa pendant $N = 10^6$ cycles. On souhaite réutiliser la pièce pendant $2 \cdot 10^4$ cycles. Déterminez l'amplitude maximale admissible de la contrainte avant d'arriver à la rupture (2 pts)

Exercice 4 : Fluage (5 pts)

L'adamantium est un alliage métallique très résistant ($R_e = 1560$ MPa) inventé par le Dr Myron MacLain en 1969. Vous trouverez ci-contre sa courbe de fluage à 80% de sa température de fusion, pour une contrainte $\sigma = 0,8 R_e$.



- Délimitez sur la courbe les différents régimes de fluage. (1 pt)
- Déterminez le module d'Young de cet alliage à 80% de sa température de fusion ; commentez votre résultat. (1 pt)
- Déterminez la vitesse de fluage secondaire. (1 pt)
- Déduisez-en l'allongement d'une éprouvette de longueur initiale $l_0 = 220$ mm après 25000 h. (2 pts)