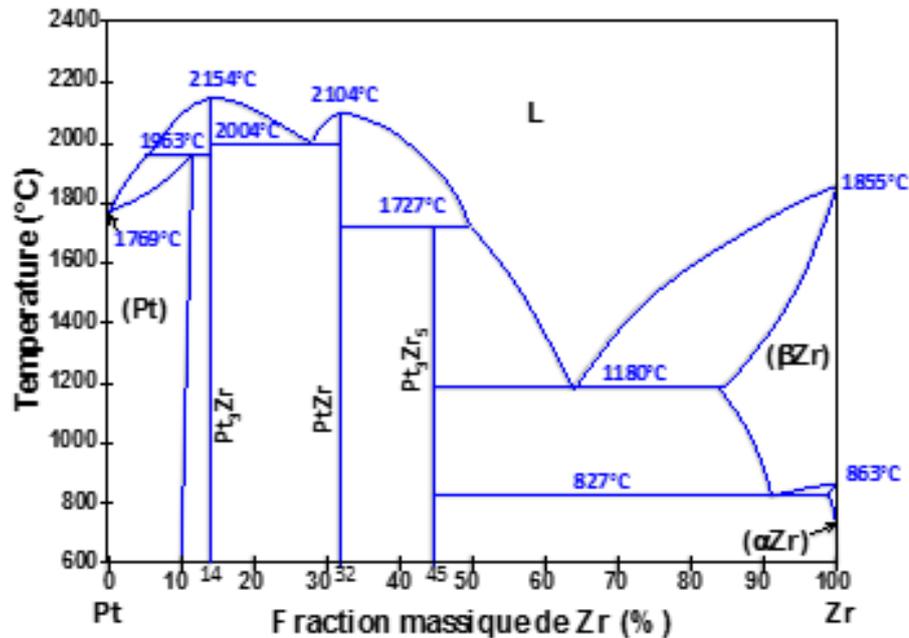


NOM et prénom :

Groupe :

Aucun document autorisé. Calculatrices non programmables. Répondre sur la feuille exclusivement.

## 1 Diagrammes de phase (4 pts)



On prépare un alliage Pt-Zr en mélangeant 20 g de platine (Pt) à 30 g de zirconium (Zr).

1. Quelle est la concentration massique  $c$  de Pt dans l'alliage obtenu ? (0,5 pt)
2. Quel est son domaine de solidification ? (1 pt)

Dans les 3 questions suivantes, on considère un alliage Pt-Zr contenant 20% en masse de Zr, et porté à une température de 650°C.

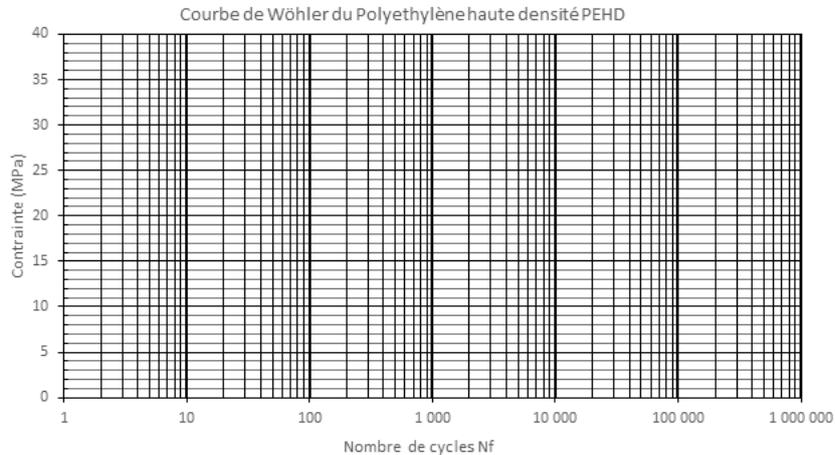
3. Quelle est la nature des phases en présence ? (0,5 pt)
4. Quelles sont leurs compositions ? (1 pt)
5. Quelles sont leurs proportions ? (1 pt)

## 2 Défaillances en service (5 pts)

On réalise un essai de fatigue à 2 Hz sur une plaque de polyéthylène haute densité (PEHD). Les résultats de l'essai sont dans le tableau ci-dessous :

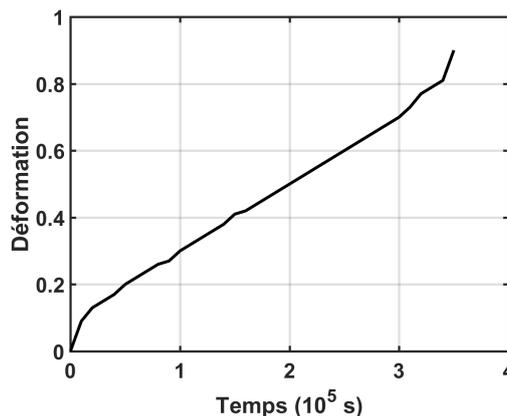
$N_f$ (cycles)	20	100	700	5 000	20 000	100 000	300 000
$\sigma_0$ (MPa)	34	29	25	23	22,3	22	22

1. Tracer la courbe de Wöhler à l'aide de ces données. (1 pt)



2. Identifier sur la courbe les zones de fatigue mégacyclique et oligocyclique. (0,5 pt)
3. Ce matériau possède-t-il une limite d'endurance  $\sigma_D$ ? Si c'est le cas, donner sa valeur, sinon expliquer pourquoi il n'y a pas de limite d'endurance. (0,5 pt)
4. On rappelle que la loi de Basquin s'écrit :  $\Delta\sigma(N_f)^a = C_1$ . Dans quelles conditions s'applique cette loi? (0,5 pt)
5. On souhaite fabriquer à l'aide de ce PEHD un bouchon de bouteille de gel douche de 500 mL. Sachant qu'on utilise en moyenne 10 mL à chaque utilisation (=cycle), quelle est la contrainte maximale à laquelle on peut solliciter le bouchon pour qu'il casse 10 cycles après que le flacon soit vidé. Vous expliquerez votre raisonnement en précisant le nombre de cycles  $N_f$  que le bouchon doit pouvoir supporter et laisserez vos traits de mesure sur la courbe visibles. (1 pt)

Voici la courbe de fluage du PE sollicité à une contrainte constante de 12 MPa.



6. Identifier les différentes zones de fluage. (0,5 pt)
7. Calculer la vitesse de fluage secondaire. (1 pt)

### 3 Corrosion (2 pts)

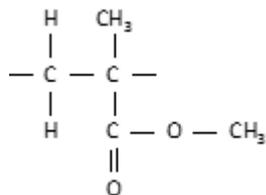
1. Quelles sont les trois conditions que doit remplir un élément d'alliage pour rendre un acier inoxydable? (1 pt)
2. Si on immerge un pièce métallique contenant des parties en nickel ( $E = -0,25\text{ V}$ ) et en cuivre ( $E = +0,34\text{ V}$ ) dans l'eau, lequel des deux métaux va-t-il s'oxyder? Justifier. (1 pt)

### 4 Céramiques (2 pts)

Un bloc cylindrique de diamètre  $d = 2\text{ cm}$  et hauteur  $h = 7\text{ cm}$  de céramique résulte de la cuisson d'un mélange de 40 g de particules d'alumine et 10 g de particules de silice. Le matériau résultant est poreux. Calculer la fraction volumique de porosité du bloc. On donne les masses volumiques de la silice  $\rho_{\text{silice}} = 2,2\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  et de l'alumine  $\rho_{\text{alumine}} = 3,9\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ .

### 5 Polymères (3 pts)

Le PMMA est un polymère thermoplastique transparent obtenu par polyaddition du monomère dont la formule chimique est :



Données :  $M_{\text{H}} = 1\text{ g/mol}$ ,  $M_{\text{C}} = 12\text{ g/mol}$ ,  $M_{\text{O}} = 16\text{ g/mol}$ .

1. Écrire la réaction de polymérisation. (1 pt)

2. Quelle est la masse molaire  $M_m$  du monomère? (1 pt)

3. Quel est le degré de polymérisation d'un PMMA de masse molaire  $M_p = 120 \text{ kg/mol}$ ? (1 pt)

## 6 Composites (4 pts)

On souhaite réaliser un matériau composite polymère/fibre de verre. Plusieurs polymères sont à disposition. Vous trouverez les caractéristiques mécaniques des différents matériaux ci-dessous :

Matériau	polyéthylène	polyépoxyde	polyester	fibres de verre
$\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$	930	1300	1350	2500
$E \text{ (GPa)}$	0,2	2,5	5	80
$R_m \text{ (MPa)}$	-	-	-	2500

1. Si on insère dans la matrice une fraction volumique de 40% de fibres, lequel des 3 composites pouvant être formé aura le meilleur module de Young spécifique? (2 pts)

2. On choisit de partir sur un composite à matrice polyester. Si on considère que la matrice reste dans son domaine élastique jusqu'à rupture du composite, quelle sera la résistance  $R_{mc}$  du composite formé? (2 pts)