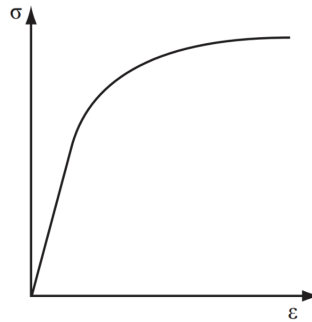


## a : Tenacité

1) On considère la courbe de traction ci-dessous obtenue. Indiquez graphiquement le module élastique, la limite élastique, la résistance à la rupture, le taux d'écrouissage, la déformation élastique, la déformation plastique à la rupture (ductilité), la densité d'énergie plastique juste avant la rupture, ainsi que la densité d'énergie élastique qui pourrait être récupérée à ce même moment.



2) Une règle en acier inoxydable avec une longueur de 250 mm a des fissures superficielles de 0.2 mm de profondeur. En connaissant la ténacité à la rupture  $K_{Ic} = 80 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ , calculer la contrainte nécessaire pour provoquer une rupture.

A. La rupture sera-t-elle instantanée ou survient-elle après une déformation plastique ?

B. Si la même règle était en polystyrène ( $K_{Ic} = 1 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ ), quelle serait la contrainte nécessaire pour provoquer une rupture ? Y aura-t-il une déformation plastique ?

◦  $\sigma_{Y(\text{acier})} = 600 \text{ MPa}$ ;  $\sigma_{Y(\text{polystyrene})} = 50 \text{ MPa}$

3) Une plaque d'échantillons en alliage d'aluminium 7074-T8 d'une largeur de 50 mm contient une fissure traversante centrale de longueur  $2a$ .

A. Sous une contrainte appliquée de 200 MPa, déterminer si la plaque va céder par rupture avec une demi-longueur de fissure  $a$  de : 1 mm; 5 mm; 10 mm

B. Déterminer la taille de la fissure critique (en-dessous de laquelle la plaque ne se fracturera pas sous la contrainte appliquée).

◦ Pour 7074-T8:  $K_{Ic} = 22.2 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ ,  $\sigma_Y = 520 \text{ MPa}$

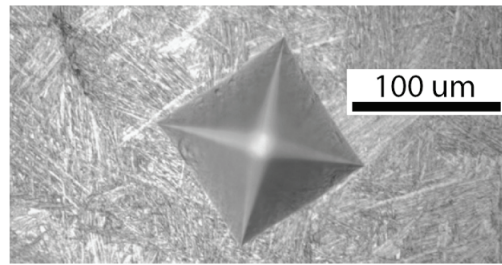
4) Calculer la contrainte jusqu'à rupture pour un panneau de verre qui contient une fissure de 25 mm, en connaissant le module de Young  $E = 70 \text{ GPa}$  et l'énergie de rupture  $G_c = 7 \text{ J/m}^2$

5) Une plaque de verre relativement grande est soumise à une contrainte de traction de 40 MPa. Si l'énergie de surface spécifique et le module de Young de ce verre sont respectivement de  $0.3 \text{ J/m}^2$  et de 69 GPa, déterminer la longueur maximale d'un défaut de surface sans qu'il n'y ait de rupture.

6) On suspend un camion d'un poids  $M = 10'000 \text{ kg}$  au bout d'un câble cylindrique en 316L acier inoxydable (module de Young  $E = 193 \text{ GPa}$ , limite élastique  $\sigma_Y = 170 \text{ MPa}$ ). Calculer le rayon minimum nécessaire du câble pour qu'il ne subisse pas de déformation plastique. Sachant que le câble est initialement long de 7,5 m, calculer sa longueur à la limite élastique.

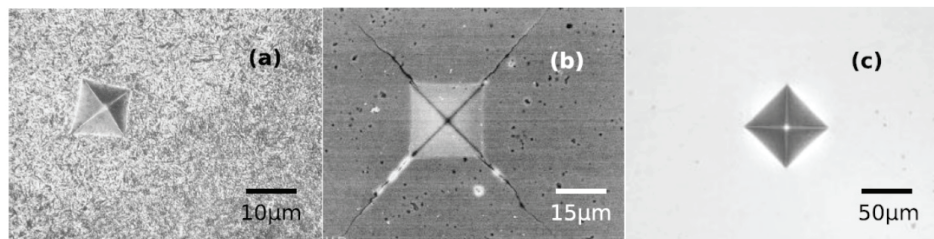
## b : Dureté

1) Un lot d'acier à faible teneur en carbone est testé avec une indentation Vickers avec une force de 100 N. En utilisant l'indentation montrée, calculer la dureté Vickers.



2) On reçoit un lot de saphir synthétique ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) avec module d'élasticité  $E = 345 \text{ GPa}$ , ténacité  $K_{\text{IC}} = 5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ . On connaît que la dureté Vickers =  $2000 \text{ kg} \cdot \text{mm}^{-2}$ .

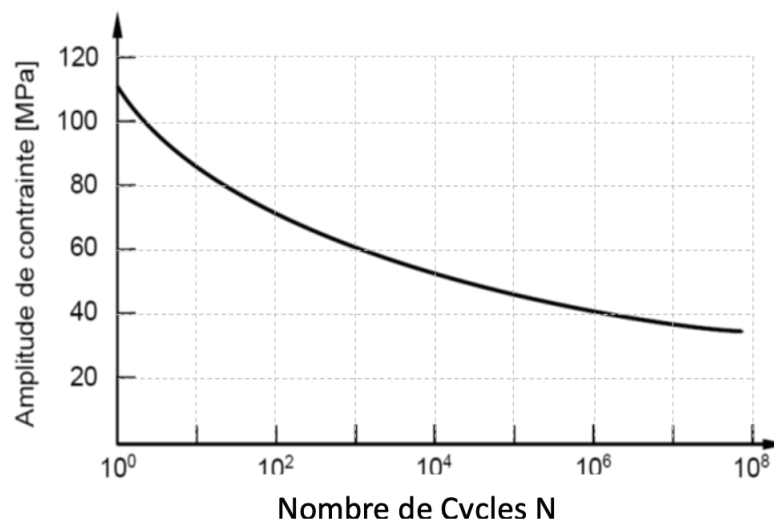
A. Nous confirmons cette valeur par un test d'indentation Vickers ( $F = 10 \text{ N}$ ) sur une pièce. Quelle est, parmi les trois ci-dessous, l'empreinte obtenue ?



B. Une pièce de cylindre en saphir a une fissure de 2mm de long sur sa surface externe. Quelle est la contrainte  $\sigma_c$  critique au-delà de laquelle la fissure se propage spontanément ?

## c : Fatigue

La courbe de fatigue d'un matériau est donnée ci-dessous. Pour chaque question, faites une construction sur la courbe jointe pour trouver les paramètres nécessaires, en expliquant votre raisonnement.



- A. Quelle est la résistance maximum du matériau ?
- B. Quelle est l'endurance de ce matériau à la fatigue ?
- C. Une pièce de ce matériau est sollicitée en fatigue par  $10^5$  cycles avec une amplitude de contrainte de 40 MPa, centrée sur une contrainte moyenne nulle. Quel endommagement la pièce subit-elle à 40 MPa, exprimé en pourcentage du nombre de cycles de fatigue subi dans ces conditions par rapport au nombre de cycles que l'on aurait pu faire jusqu'à la rupture ?
- D. Après ces cycles à 40 MPa d'amplitude, on augmente l'amplitude de la contrainte de charge à 60 MPa, toujours à contrainte moyenne nulle. En utilisant la règle de Miner, combien de cycles cette pièce tiendra-t-elle encore à cette amplitude de contrainte ?
- E. Si ce matériau est sollicité avec une contrainte moyenne de 20 MPa et une amplitude de 49 MPa, combien de cycle peut-il effectuer avant de se casser ?

The end.