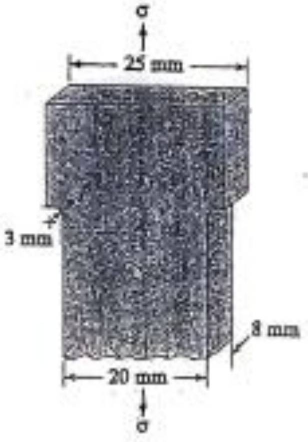
SdM R2.03
TD Défaillance

1. Quelle est la valeur maximale de la contrainte située à l'extrémité d'une fissure interne de longueur $2.5\ 10^{-2} mm$ et de rayon de courbure $2.5\ 10^{-4} mm$ lorsqu'on applique une contrainte de traction de 170MPa ?

2. On s'intéresse à une éprouvette de traction de la forme ci-dessous :



   — Déterminer l'ampleur de la contrainte au point P si la contrainte appliquée est de 120MPa.
   — De combien doit on augmenter le rayon de courbure au point P si on veut réduire cette contrainte de 15% ?

3. On s'intéresse à une plaque d'acier de largeur 100mm, de longueur 400mm et d'épaisseur 15mm dans laquelle un trou cylindrique de 25mm de diamètre a été percé.

   — Déterminer la contrainte au bord de ce trou si on applique une contrainte de 50MPa dans le sens de la longueur.
   — Déterminer la contrainte au bord de ce trou si on applique cette même contrainte dans le sens de la largeur.

4. Calculer la longueur maximale admissible d'une fissure interne dans le cas d'une pièce en acier de ténacité K_{Ic} soumise à une contrainte σ. Le facteur géométrique Y associé est donné.

   On donne : $K_{Ic} = 25 MPa.m^{1/2}$; $\sigma = 100 MPa$; $Y = 1.1$.

5. Une pièce d'avion est fabriquée à partir d'un alliage d'aluminium dont la ténacité $K_{Ic} = 35 MPa.m^{1/2}$. On a déterminé que pour une contrainte de $\sigma = 250 MPa$, la longueur de fissure maximale admissible est de $2mm$. Pour une pièce identique, déterminer s'il y aura rupture sous une contrainte de $325 MPa$ avec une fissure de 1mm.

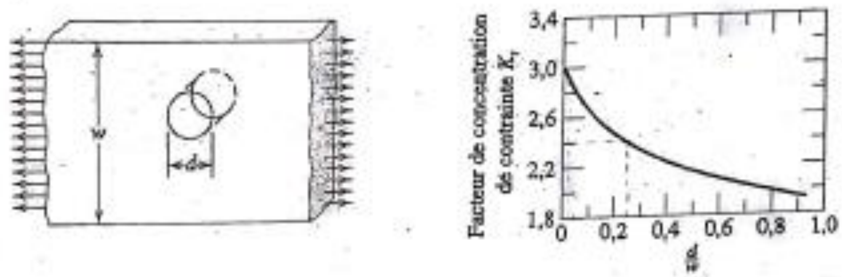
6. Nous nous intéressons à une pièce d'avion en alliage d'aluminium. La longueur critique de fissure interne admissible est de $l_{c1} = 2.5mm$ dans le cas d'une contrainte $\sigma_1 = 350 MPa$. Calculer la contrainte qui provoquera la rupture de cette pièce pour une longueur critique de fissure interne $l_{c2} = 3.5mm$.

7. Nous nous intéressons à un alliage d'aluminium de nuance 7075. La tenacité de cet alliage est $K_{Ic} = 24 MPa.m^{1/2}$ et sa limite élastique $\sigma_e = 505 MPa$. Nous souhaitons pouvoir solliciter la pièce sous un effort F=350kN sans que l'échantillon ne se déforme plastiquement. Trois échantillons cylindriques de cet alliage sont testés (CND) afin de détecter la présence d'éventuelles fissures. Les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous :

	dim échantillon (mm)	défaut détecté	facteur géométrique Y
Ech 1	L=150, d=40	fissure de surface 1,8mm	1.2
Ech 2	L=100, d=25	pas de fissure	-
Ech 3	L=200, d=40	fissure interne 2mm	1.2

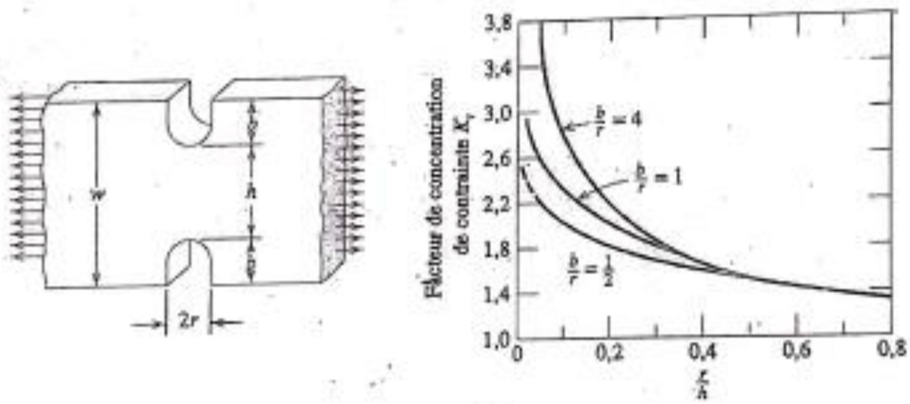
Pour chacun de ces échantillons, indiquer s'il y aura rupture fragile. Le(s)quel(s) peut on utiliser ?

a)



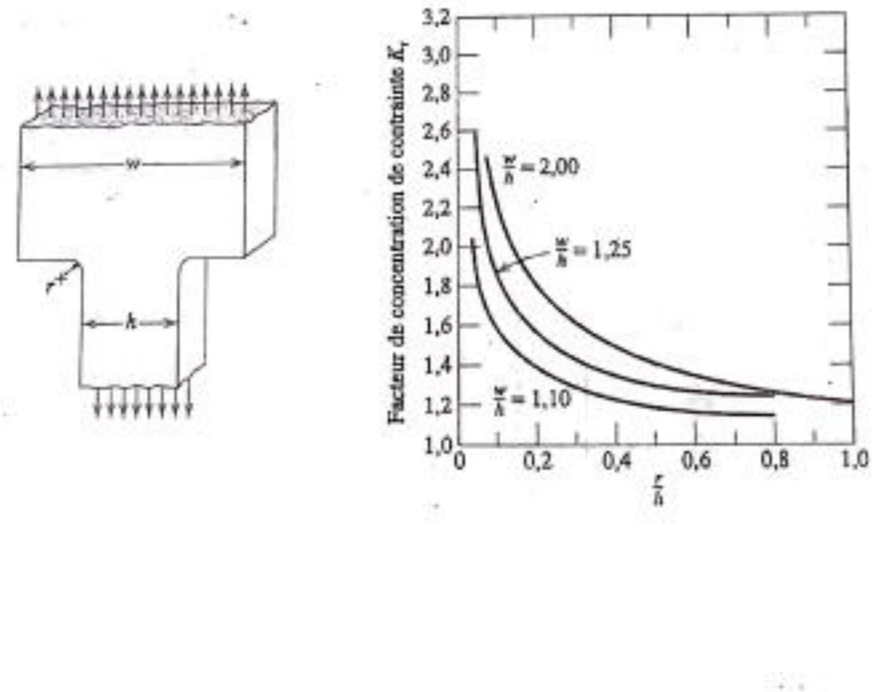
w
d
Facteur de concentration de contrainte K_t
3,4
3,0
2,6
2,2
1,8
0
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0
$\frac{d}{w}$

b)



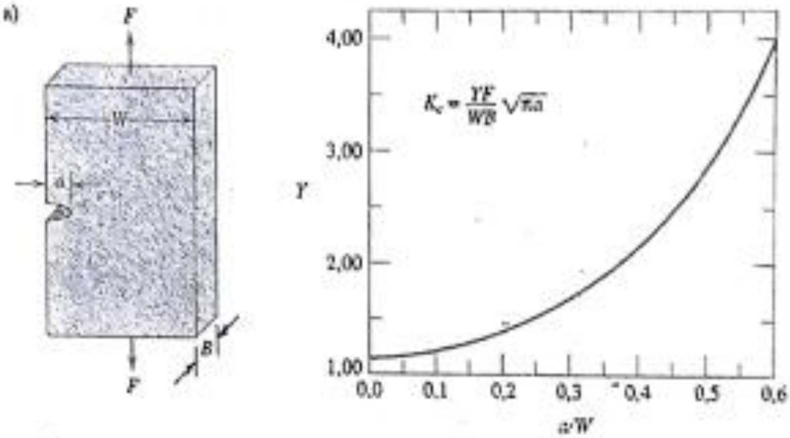
w
b
h
b
2r
Facteur de concentration de contrainte K_t
3,8
3,4
3,0
2,6
2,2
1,8
1,4
1,0
$\frac{b}{r} = 4$
$\frac{b}{r} = 1$
$\frac{b}{r} = \frac{1}{2}$
0
0,2
0,4
0,6
0,8
$\frac{r}{h}$

c)



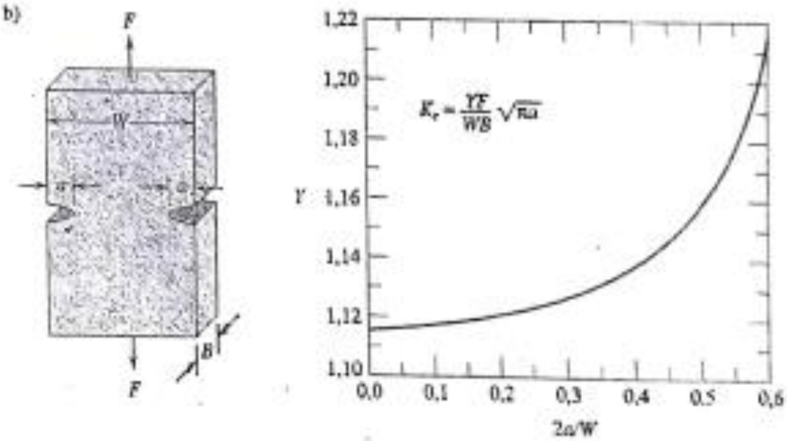
w
r
h
Facteur de concentration de contrainte K_t
3,2
3,0
2,8
2,6
2,4
2,2
2,0
1,8
1,6
1,4
1,2
1,0
$\frac{w}{h} = 2,00$
$\frac{w}{h} = 1,25$
$\frac{w}{h} = 1,10$
0
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0
$\frac{r}{h}$

a)



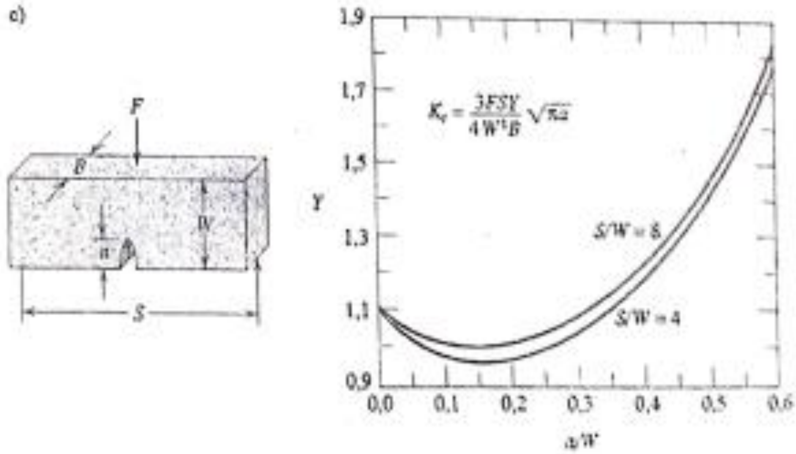
F
W
a
B
F
$K_c = \frac{YF}{WB}\sqrt{\pi a}$
Y
4,00
3,00
2,00
1,00
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
a/W

b)



F
W
a
a
B
F
$K_c = \frac{YF}{WB}\sqrt{\pi a}$
Y
1,22
1,20
1,18
1,16
1,14
1,12
1,10
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
2a/W

c)



F
B
W
a
S
$K_c = \frac{3FSY}{4W^2B}\sqrt{\pi a}$
Y
1,9
1,7
1,5
1,3
1,1
0,9
S/W = 8
S/W = 4
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
a/W

SDM

Défaillance en Service

1. $\sigma_{max} = \sigma_0 (1 + 2(a/R)^{1/2})$

$= 190(1 + 2(2 \times 2,5.10^{-2} / 2,5.10^{-4})^{1/2})$

$= 2594,16$ MPa

2. $\frac{R}{h} \Big\{ \frac{w}{h}$ $\quad \frac{R}{h} = \frac{3}{20} = 0,15 \quad \frac{w}{h} = \frac{25}{20} = 1,25$

* $K_t = 1,7 = \sigma_{max} / \sigma_0 \quad \sigma_{max} = 1,7 \times \sigma_0 = 1,7 \times 120 = 204$ MPa

* $\sigma_{max} \times 0,85 = 204 \times 0,85 = 173,4 / 120 = 1,445 = w/h$

$\rightarrow 0,325 \times 20 = 6,5$ mm

3. * $\frac{d}{w} = \frac{25}{100} = 0,25 \rightarrow K_T = 2,4$

- $K_T = \sigma_{max} / \sigma_0 \rightarrow \sigma_{max} = K_T \times \sigma_0 = 2,4 \times 50 = 120$ MPa

* $\frac{d}{w} = \frac{25}{400} = 0,0625 \rightarrow K_t = 2,8$

$K_T = \sigma_{max} / \sigma_0 \rightarrow \sigma_{max} = K_T \times \sigma_0 = 2,8 \times 50 = 140$ MPa

4. $K_c = Y\sigma\sqrt{\pi \times a} \rightarrow a = 1/\pi \, (K_c / Y \times \sigma_c)^2$

$a = \frac{1}{\pi} \times \left(\frac{25}{1,1 \times 100}\right)^2$

$a = 0,0164$

$a = 1,64.10^{-2}$ m

longueur max de fissure $l = 2a = 32,8$ mm