# Chapitre IV: INTRODUCTION A LA MECANIQUE LINEAIRE DE LA RUPTURE (MELR)

## Corrigé du TD N° 5

### Exercice I :

1. En utilisant le concept de la mécanique linéaire de la rupture :

$$K_{IC} = \sigma_{max}(\pi a)^{1/2} = K_{IC} = 200\left(\pi\left(\frac{0{,}025}{2}\right)\right)^{1/2}$$

$$K_{IC} = 39{,}6 MN.m^{-3/2}$$

2. Avec correction de la zone plastique :

$$K_{IC} = \sigma_{max}\left(\pi\left(a + r_p\right)\right)^{1/2}$$

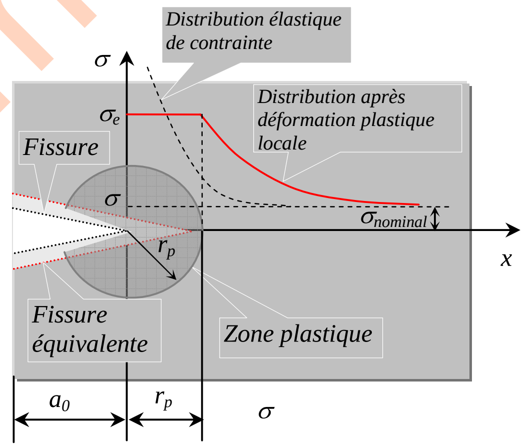
$$= \sigma_{max}\left(\pi a\left(1 + \frac{1}{2}\left(\frac{\sigma_{max}}{\sigma_y}\right)^2\right)\right)^{1/2}$$

$$= 200\left(\pi\left(\frac{0{,}025}{2}\right)\left(1 + \frac{1}{2}\left(\frac{200}{400}\right)^2\right)\right)^{1/2}$$

$$K_{IC} = 42 MN.m^{-3/2}$$

**A retenir :**

Pour assurer des résultats fiables de la correction de $K_{IC}$ en introduisant le rayon de la zone plastique, il est nécessaire d'augmenter les dimensions de l'éprouvette avec sa ductilité. La différence entre $K_{IC}$ calculé sans correction et en tenant compte de la zone plastique augmente avec le rapport $\frac{\sigma_{max}}{\sigma_y}$.




### Exercice 2 :

1. Pour une plaque de dimension infinie, nous avons la relation :

$$K_{IC} = \sigma(\pi a)^{1/2}$$

a. La longueur de la fissure critique pour l'acier maraging :

$$a_C = \frac{1}{\pi}\left(\frac{K_{IC}}{\sigma_d}\right)^2, \text{ où } \sigma_d = \frac{\sigma_y}{2}$$

$$a_C = \frac{1}{\pi}\left(\frac{82}{950}\right)^2 = 0{,}0024 \text{ m} = 2{,}4 \text{ mm, soit}$$

une longueur critique de 4,2mm.

**A retenir :**

Il existe deux notions de longueur critique de la fissure :

- Une longueur de fissure critique pour l'amorçage (pour les matériaux très fragiles);
- Une longueur de fissure critique pour la propagation (pour les matériaux quasiment fragiles ou semi-fragiles).

On note aussi, qu'il est possible d'améliorer la ténacité des aciers en faisant un traitement thermique, tel que la trempe qui est généralement suivi d'une série de recuits.

b. La longueur de la fissure critique pour l'acier à moyenne résistance :

$a_C = \frac{1}{\pi}\left(\frac{50}{500}\right)^2$ = 0,00318 = 3,18mm, soit une longueur critique de 6,36mm.

On constate que l'acier à moyenne résistance présente la meilleure tôlérance au défauts.

2. Comparaison des ténacités :
Si on suppose qu'on a fait des traitement pour l'acier maraging et amélioré sa ténacité de telle façon qu'il aura la même tôlérance aux défauts. On calcule de nouveau sa ténacité :

$K_{IC} = \sigma_d(\pi a)^{1/2} = 950(\pi.0{,}00318)^{1/2}$ = 95 MN.m$^{-3/2}$.

Indications sur la solution de l'exercice supplémantaire :

On suit la même procédure que celle de l'exercice 2, on trouve les résultats suivants :

1. Le rapport $\frac{a}{W}$ = 0,25 est pris d'une façon provisoire, car, on connait pas encore s'il s'agit d'une fissure critique ou hypercritique (non contôlée).

La relation du facteur d'intensité de contrainte critique en tenant compte du facteur de correction (de la géométrie) :

$$K_{IC} = f.\sigma_d(\pi a)^{1/2}$$

Alors $f$ = 1,5, $a_c$ = 0,007136 m = 7,136mm.

2. Le calcul de la ténacité doit se baser sur la longueur de la fissure critique calculée d'après le résulat précédent, car, avec une fissure de 20mm, on atteint le stade de la propagation non contrôlée.

On calcul de nouveau, le facteur de correction :

$\frac{a}{W}$ = 0,0892, $f$ = 1,17.

**a. Calcul en se basant sur le concept de la MLER :**

$K_{IC} = 105 MN.m^{-3/2}$

**b. En tenant de la correction de la zone plastique :**

Etant donné que la contrainte maximale n'est pas menstionnée, on suppose que :

$\frac{\sigma_y}{\sigma_{max}} = n$, tel que n, le coefficent de sécurité pris dans le calcul de la contrainte.

$K_{IC} = 94{,}34 MN.m^{-3/2}$