SSNV109 - Évaluation du temps à fissuration (amorçage par corrosion sous contrainte) par le modèle BabY (Barbier-Bystricky)

Résumé :

L'objectif de ce test est de capitaliser la méthode de détermination du temps à fissuration par le modèle BabY (Barbier-Bystricky). Le temps à fissuration correspond au temps d'amorçage par corrosion sous contrainte. Le temps à fissuration obtenu par le modèle BaBy est comparé au temps à fissuration obtenu par le modèle des indices.

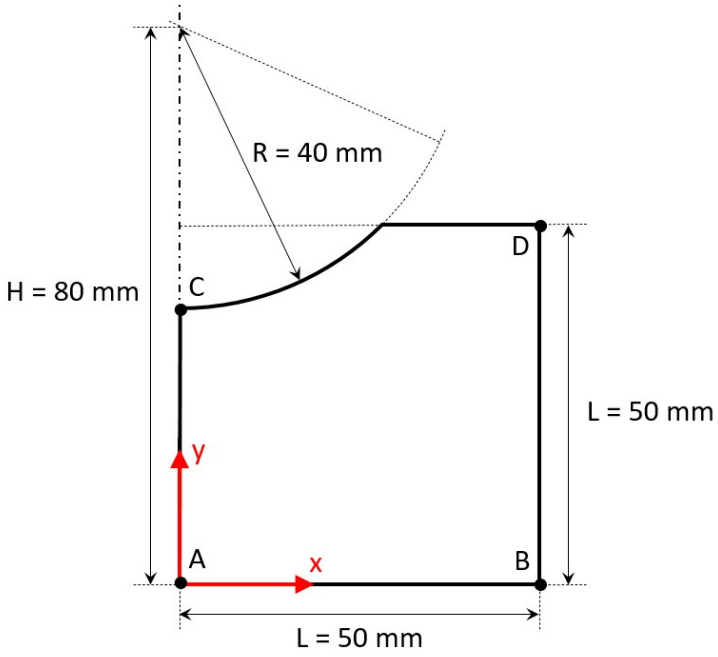
La modélisation A propose une détermination du temps à fissuration par un simple post-traitement d'un calcul statique non-linéaire (méthode découplée).

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

On considère une plaque carrée de 50 mm de coté, dont le haut est creusé par un disque de rayon 40 mm dont le centre est située à 80 mm du bas de la plaque. La géométrie est illustrée sur la figure ci-dessous. Le haut de la plaque (ligne CD) est en contact avec le milieu corrosif.



Le cas est traitée en axisymétrique, ce qui revient à considérer un cylindre dont la face supérieure est creusée par une sphère.

1.2 Propriétés du matériau

Le matériau est l'Alliage 600 à 350°C. Son comportement est considéré visco-élastique non linéaire, isotrope.
Les propriétés élastiques sont :

- $E=200\,000\,MPa$
- $\nu=0,3$

Le comportement visco-élastique est modélisé par une loi de Lemaitre, dont les paramètres sont :

- $n=3,77$
- $m=4,26$
- $K(T)=17,67.\exp\left(\frac{47\,500}{8,31(T+273,15)}\right)$ avec T en °C. Pour $T=350\,°C$, $K=170\,182$

Les paramètres à renseigner dans l'opérateur DEFI_MATERIAU sous le mot-clé facteur LEMAITRE [U4.43.01] sont n , $1/m$ et $1/K$.

1.3 Conditions aux limites et chargements

Le cas étant axisymétrique, le déplacement selon l'axe x du coté AC est bloqué. Afin de bloquer les modes rigides, le déplacement selon l'axe y du point A est bloqué.
Le chargement consiste à appliquer au coté BD un déplacement de $0,1\,mm$ selon l'axe x , de manière progressive jusqu'à $t=1\,h$, puis le chargement est maintenu constant jusqu'à $t=1000\,h$.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Solution de référence

2.1 Grandeurs testées

L es grandeurs d'intérêt sont l e s temps à fissuration obtenu s par la méthode des indices et par le modèle BaBy (Barbier-Bystricky) [1] .

Le temps à fissuration (en heures) du modèle des indices est donné par l'expression suivante :

$$t_f = \frac{10\,000}{i_T . i_M . i_\sigma}$$

où

- $i_T = 9{,}49.10^{15.} \exp\left(\frac{-22\,000}{T+273{,}15}\right)$ avec T en °C. Pour $T = 350\,°C$, $i_T = 4{,}41$
- $i_M = 1$
- $i_\sigma = 2{,}44.10^{-11}\sigma^4$, avec σ la plus grande contrainte principale (exprimée en MPa)

Le temps à fissuration du modèle BaBy est obtenu par la résolution d'un problème couplé de mécanique-corrosion. Une version simplifiée de la résolution du problème consiste à découpler les équations et à ne traiter les équations de la corrosion qu'en post-traitement d'un calcul de mécanique non-linéaire. C'est la stratégie adoptée dans la modélisation A.
A partir du champ de contrainte $\boldsymbol{\sigma}$, on détermine en post-traitement l'évolution de la déformation plastique cumulée p et de la concentration en agent corrosif c_h :

$$\dot{p} = \left(\frac{\|\boldsymbol{\sigma}\|_{VM}}{K(T)(1-c_h)}\right)^n . p^{-n/m}$$

$$\dot{c_h} = \frac{3}{2}\beta \dot{p} \frac{\langle 1/3\, tr\,\boldsymbol{\sigma}\rangle}{\|\boldsymbol{\sigma}\|_{VM}}$$

puis le temps à fissuration est le temps tel que $c_h(t_f) = 1$.
Le paramètre β est un paramètre matériau identifiée à partir d'une expérience de fluage seul.
Ici, $\beta = 889{,}5$.

2.2 Références bibliographiques

[1] G. Barbier, P. Bystricky, Application du modèle BaBy à la prévision des temps à diffusration par Corrosion sous Contrainte de l'Alliage 600 dans le milieu primaire, Note EDF R&D HT-2C/97/048/A, Mars 1998

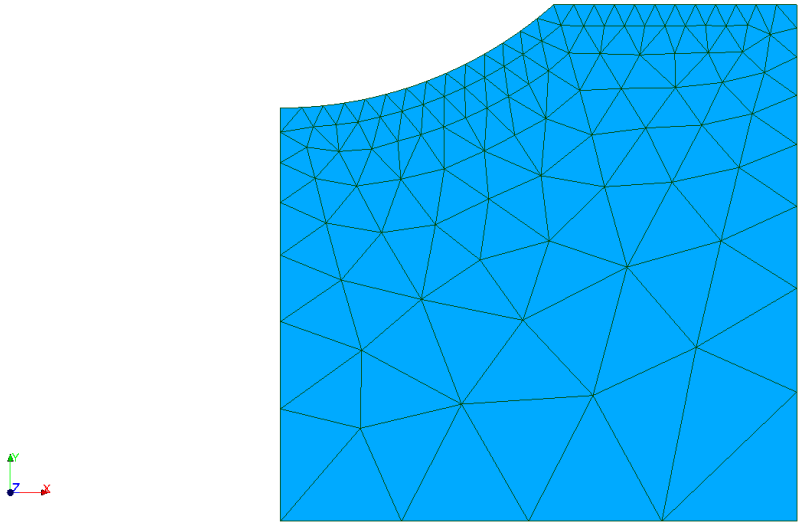
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation AXIS.

3.2 Caractéristiques du maillage

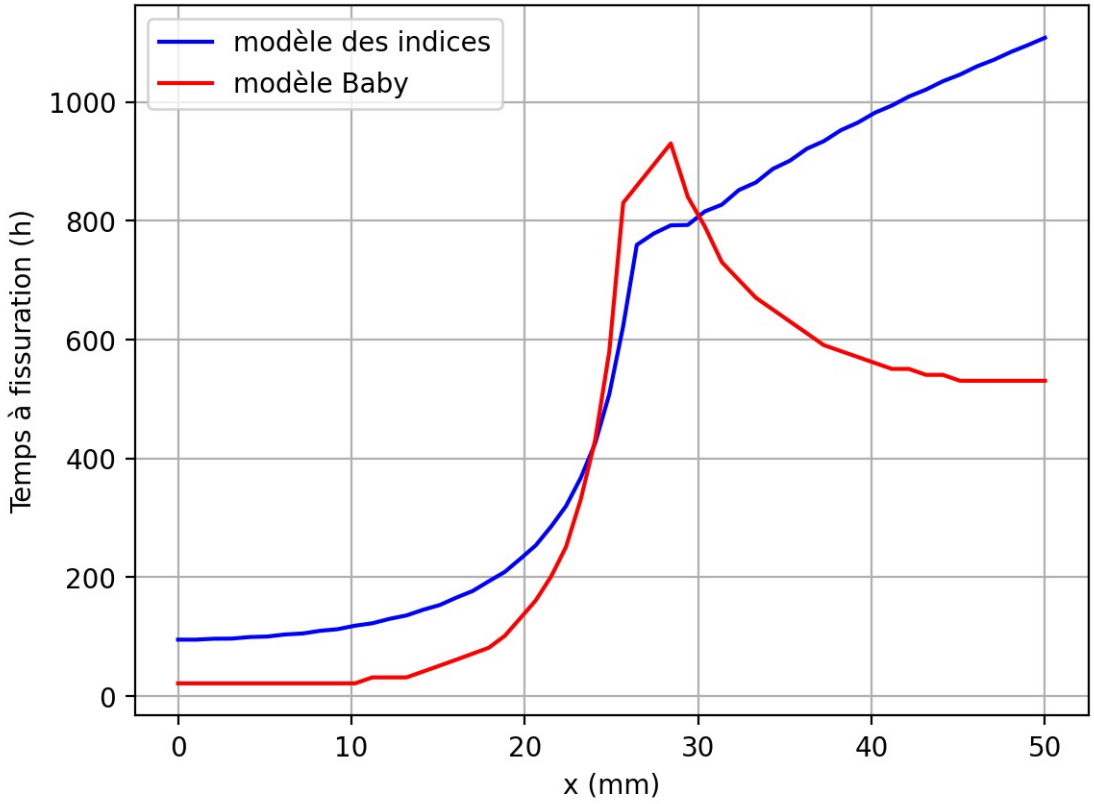


Le maillage est composé de mailles quadratiques et est présenté à la figure ci-dessous.

3.3 Grandeurs testées et résultats

Le temps à fissuration est déterminé en chaque nœud de la ligne en contact avec le milieu corrosif. Les temps à fissuration obtenus sont tracés en fonction de la coordonnée c sur la figure ci-dessous.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)



On teste le temps à fissuration t_f au point C obtenu par le modèles des indices et par le modèle BaBy.

Identification	Type de référence	Valeur de référence
t_f au point C - modèle des indices (en h)	'NON_REGRESSION'	94,5785
t_f au point C - modèle BaBy (en h)	'NON_REGRESSION'	20,98

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Synthèse des résultats

Ce test permet de capitaliser la méthode de détermination du temps à fissuration par le modèle BabY (Barbier-Bystricky). Le temps à fissuration correspond au temps d'amorçage par corrosion sous contrainte. Le temps à fissuration obtenu par le modèle BaBy est comparé au temps à fissuration obtenu par le modèle des indices.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)