



Matériaux et structures composites

TP2 — Simulation de la rupture d'une éprouvette trouée

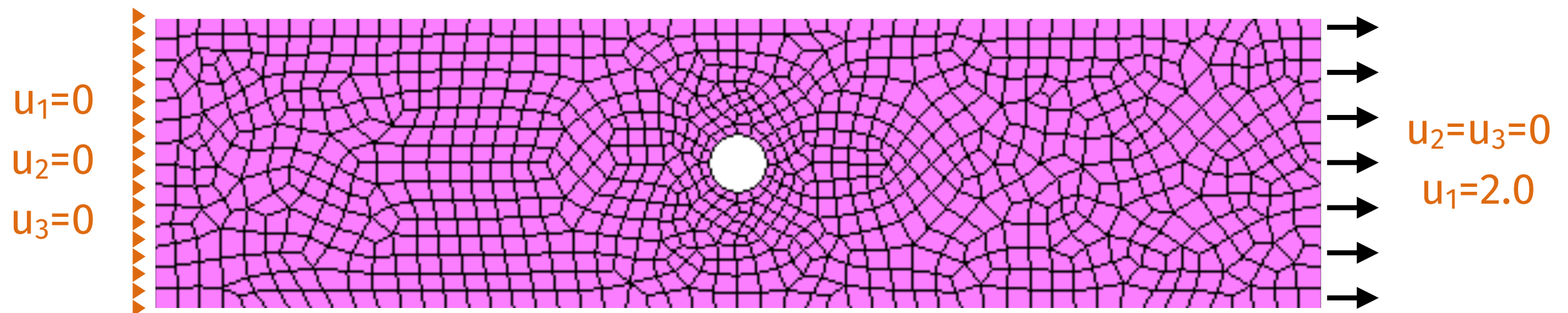
Guillaume Couégnat
couegnata@lcts.u-bordeaux.fr

Rupture d'une éprouvette trouée

Diamètre du trou: $D=12.7\text{mm}$

Longueur: $L=20D$

Largeur: $W=5D$



Pli (Fibre carbone T300/matrice epoxy M18)

$E_1 = 170\text{GPa}$, $E_2=9\text{GPa}$, $\nu_{12}=0.34$, $G_{12}=4.8\text{GPa}$, $G_{13}=G_{23}=4.5\text{GPa}$

$X_t=2050\text{MPa}$, $X_c=1200\text{MPa}$, $Y_t=62\text{MPa}$, $Y_c=190\text{MPa}$, $S_l=S_t=81\text{MPa}$

$G_c^{ft}=95\text{kJ/m}^2$, $G_c^{fc}=103\text{kJ/m}^2$, $G_c^{mt}=0.2\text{kJ/m}^2$, $G_c^{mc}=0.2\text{kJ/m}^2$

Empilement

$[45/90/-45/0]_s$

0.5mm par pli

I - Calcul préliminaire

1. Ouvrir le fichier `calcul-endo-1.inp` et examiner son contenu.
2. Faire un premier calcul élastique et examiner les contraintes dans chacun des plis (cf. tutoriel *Affichage des contraintes dans chaque pli*)
3. Par défaut, Abaqus affiche les contraintes dans le repère matériau lié au pli, faire un changement de repère pour afficher les contraintes dans le repère global (qui correspond au repère défini par `ORI-0`). Aidez-vous du tutoriel vidéo *Projection des contraintes locales dans le repère global*.

Attention, il faut avoir lancé le calcul en ligne de commande pour accéder à `ORI-0`, sinon choisir le repère lié aux plis 4 ou 5 (plis à 0°)

II - Critère d'amorçage

5. Sauver le fichier calcul-endo-1.inp sous le nom calcul-endo-2.inp

6. Modifier le fichier *.inp pour introduire le critère d'amorçage en contraintes

...

*material, name=T300M18

*elastic, type=lamina

170000.0, 9000.0, 0.34, 4800.0, 4800.0, 4500.0

***damage initiation, criterion=hashin**

2050.0, 1200.0, 62.0, 190.0, 81.0, 81.0

(à ajouter)

$X_T X_C Y_T Y_C S_L S_T$

...

*static

0.1, 1.0, 0.1, 0.1

(à modifier)

...

$\Delta t_0, t_{\text{final}}, \Delta t_{\text{min}}, \Delta t_{\text{max}}$

on force Abaqus à faire
10 itérations

.../...

...

*element output, elset=elset1, direction=yes

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16

E, S,

HSNFCCRT, HSNFTCRT, HSNMCCRT, HSNMTCRT,

*element output, elset=elset1, direction=yes

17,18,19,20,21,22,23,24,22,23,24

E, S,

HSNFCCRT, HSNFTCRT, HSNMCCRT, HSNMTCRT,

HSNFCCRT = **HaShiN** Fiber **Com**pression **CRi**Terion

HSNFTCRT = **HaShiN** Fiber **T**raction **CRi**Terion

HSNMCCRT = **HaShiN** **M**atrix **Com**pression **CRi**Terion

HSNMTCRT = **HaShiN** **M**atrix **T**raction **CRi**Terion

HSNxxCRT > 1 : critère activé

7. Relancer le calcul et identifier le premier mode d'endommagement actif (valeur de $HSN_{xxCRT} > 1$) dans chaque pli.
8. Quel(s) pli(s) s'endommagera(ont) en premier(s) ? Pour quel niveau de déformation, verra-t-on apparaître les premiers endommagement ?

III - Propagation de l'endommagement

10. Sauver le fichier calcul-endo-2.inp sous le nom calcul-endo-3.inp

11. Modifier le fichier *.inp pour introduire le critère de propagation

...

*damage initiation, criterion=hashin

2050.0, 1200.0, 62.0, 190.0, 81.0, 81.0

***damage evolution, type=energy, softening=linear**

95.0, 103.0, 0.2, 0.2 ← G_{FT} G_{FC} G_{MT} G_{MC}

***damage stabilization**

1e-3, 1e-3, 1e-3, 1e-3

...

*static

0.01, 1.0, , 0.1

***controls, parameters=time incrementation**

30, 30, 30, 30

...

*nécessaire pour
la convergence
du calcul*

...

*element output, elset=elset1, direction=yes

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16

E, S,

HSNFCRT, HSNFTCRT, HSNMCCRT, HSNMTCRT,

DAMAGEFC, DAMAGEFT, DAMAGEMC, DAMAGENT, DAMAGESHR

*element output, elset=elset1, direction=yes

17,18,19,20,21,22,23,24,22,23,24

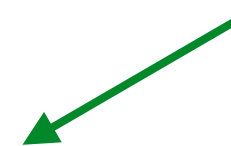
E, S,

HSNFCRT, HSNFTCRT, HSNMCCRT, HSNMTCRT,

DAMAGEFC, DAMAGEFT, DAMAGEMC, DAMAGENT, DAMAGESHR

...

d_{FC} d_{FT} d_{MC} d_{MS} d_S



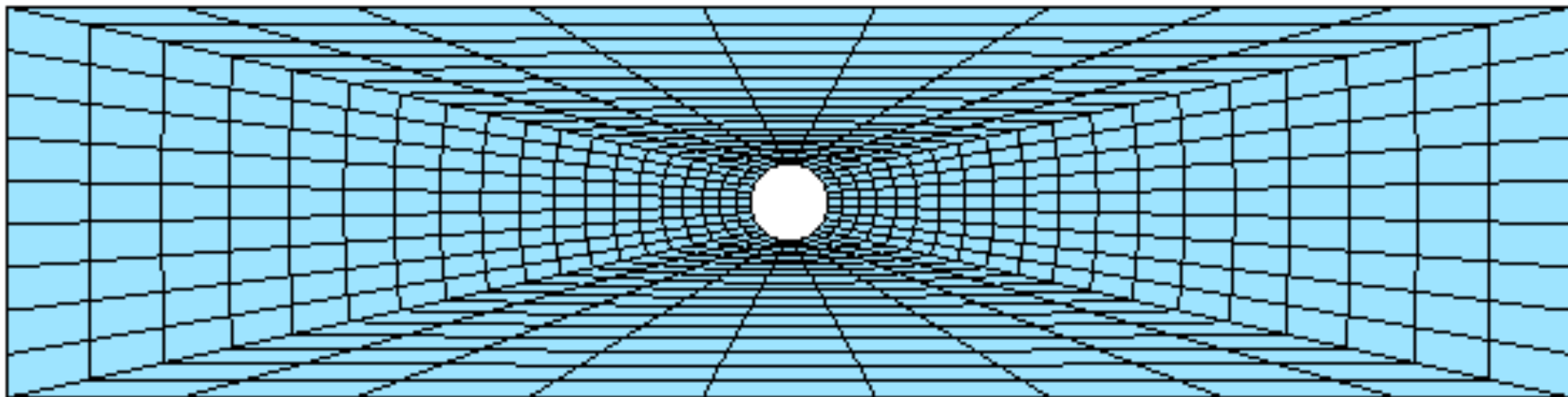
12. Observer l'évolution de l'endommagement dans chacun des plis

13. Tracer la force de réaction en fonction du temps (cf. tutoriel vidéo *Tracé de la réaction en fonction du temps*) et corrélérer les endommagements et leurs effets sur la courbe de comportement. Le premier endommagement est-il critique ?

14. Refaire le même calcul avec le maillage mesh2.inp. Augmenter le déplacement maximal à $u_1 = 3\text{mm}$.

*boundary

xmax, 1, 1, 3.0



15. Qu'observez-vous ? Par rapport à la propagation de l'endommagement ? Par rapport à la force maximale ? Y a-t-il vraiment indépendance du résultat par rapport au maillage ?

