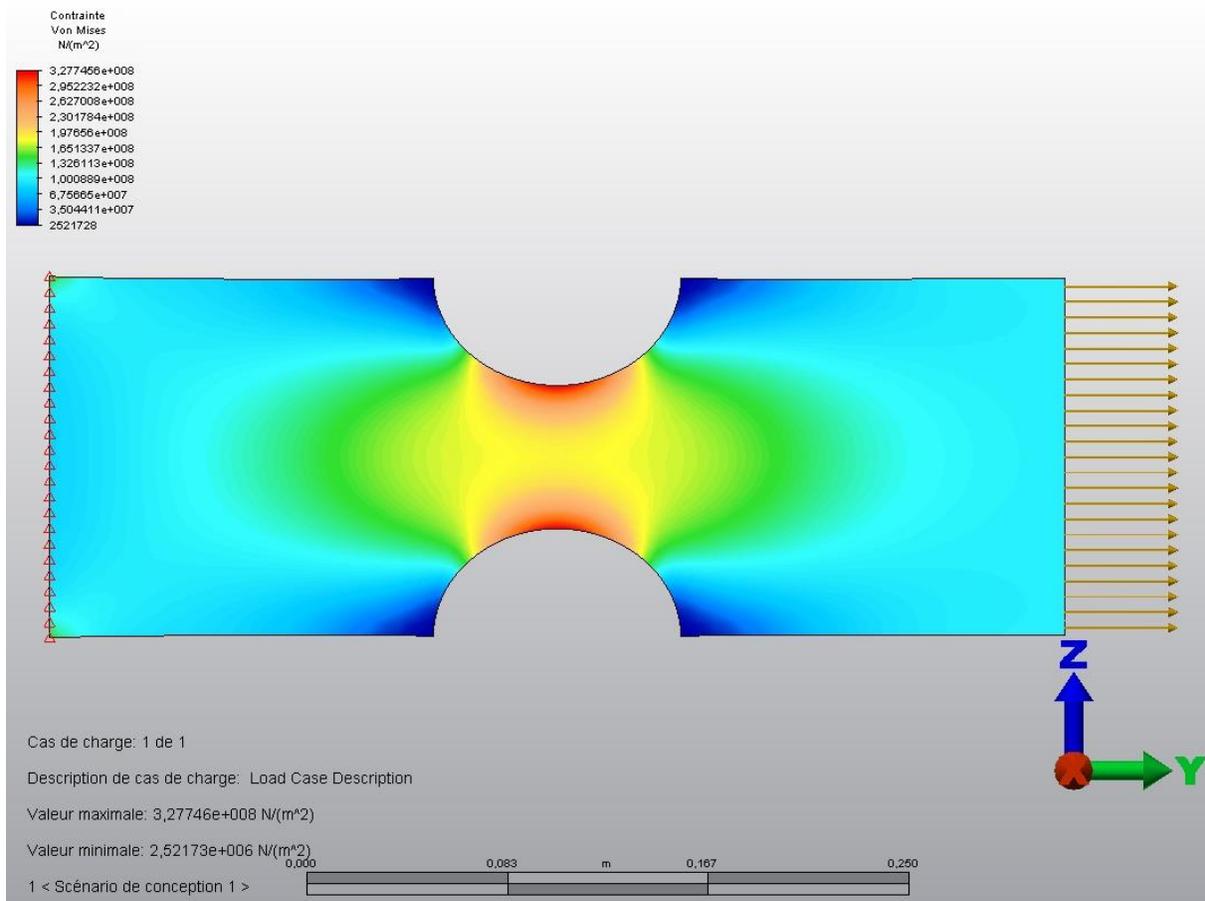


TRAVAUX PRATIQUES DE DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES

*Utilisation du logiciel de calculs
par éléments finis « Autodesk Simulation Mechanical »*

TP n° 3 : Concentration de contraintes



Concentration de contraintes

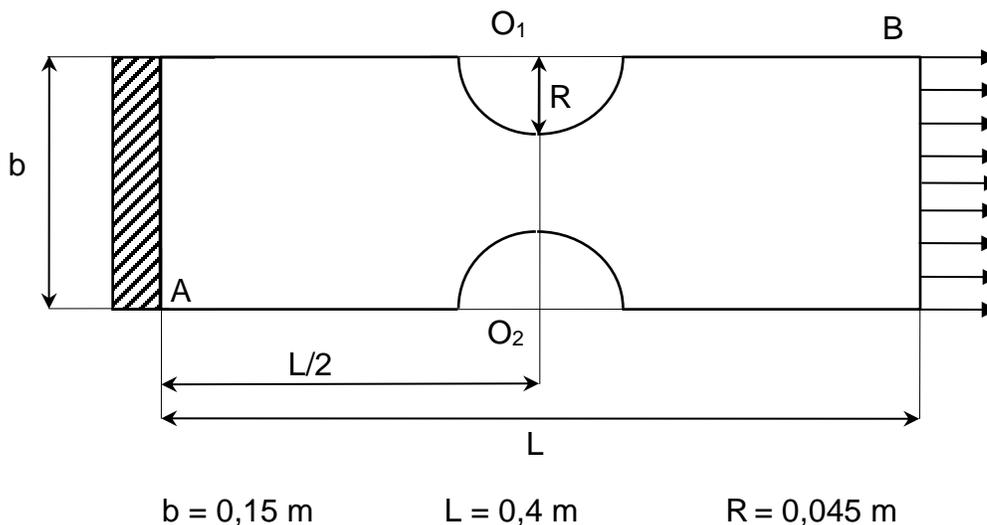
Dans ce 3^{ème} TP, l'étude portera sur des éprouvettes trouées.

L'objectif est :

- d'analyser l'influence du type de maillage et de la densité de maillage (maillage grossier, moyen et fin) sur les résultats
- de déterminer le coefficient de concentration de contraintes dû à la présence d'un trou dans un barreau en traction

Influence de la densité de maillage

Le but de cette 1^{ère} partie est de réaliser une analyse des contraintes sur un problème classique en utilisant différentes densités de maillage. Plusieurs cas seront étudiés, d'un maillage grossier à un maillage fin, avec 50, 200, 400, 800, 1600 et 3200 éléments.



La procédure est identique aux précédentes. Voici les étapes principales :

- Tracé du contour de l'éprouvette (**Détails page suivante**)
- Enregistrer le fichier sous « **Tp31** »
- Maillage de l'éprouvette (**Détails page suivante**)
- Encastrement sur le segment $y=0$ et pression sur le segment $y=L$ (**Détails page suivante**)
- Propriétés de l'éprouvette (Elément **2D**, épaisseur de **0,1 m**, Matériau « **Stainless AISI 302 Cold-Rolled** »)

Dessin des lignes de construction de l'éprouvette

"Plans" "Plane 2 < YZ (+X) >" "Esquisse"	Dans la fenêtre « Arborescence » à la rubrique « Plans », faire un click droit sur « Plane 2 < YZ (+X) » et sélectionner « Esquisse ».
"Dessiner: Rectangle" "Utiliser en tant que construction" activé	Construire le rectangle défini par les deux sommets de la diagonale A et B (« Utiliser en tant que construction » activé). A(0; 0; 0) et B(0; 0,4; 0,15)
"Dessiner/Cercle : Centre et Rayon" "Utiliser en tant que construction" activé	Créer un cercle de centre O_1 (0 ; 0,2 ; 0,15) passant par (0 ; 0,245 ; 0,15) Créer un cercle de centre O_2 (0 ; 0,2 ; 0) passant par (0 ; 0,245 ; 0)
"Afficher : Inclure"	

Construction finale de l'éprouvette

Les instructions suivantes permettent de retirer la matière contenue à la fois dans le rectangle et dans les deux cercles.

"Sélection/Sélectionner/ Objets de construction"	Cette sélection permet de sélectionner les lignes de construction.
"Dessiner" "Couper"	Dans « Dessiner », sélectionner « Couper ». Les opérations suivantes sont à réaliser sur le cercle de centre O_1 puis sur le cercle de centre O_2 : <ul style="list-style-type: none"> - sélectionner la ligne horizontale (devient jaune) - sélectionner le cercle puis cliquer sur la partie extérieure du cercle - sélectionner le demi-cercle - sélectionner la ligne horizontale puis cliquer sur la partie de la ligne qui est à l'intérieur du demi-cercle.

 "Fichier: Enregistrer"	Enregistrer sous « Tp31 ».
--	----------------------------

Maillage

"1 < YZ (+X) >" "Générer un maillage 2D" "50"	Sélectionner dans « Composant 1 » « 1 < YZ (+X) > ». Par un click droit, sélectionner « Générer un maillage 2D ». Taper 50 dans « Densité de la maille » puis « Appliquer ».
---	---

Définition des conditions aux limites

"Sélection/Sélectionner/ Surface"	Cette sélection permet de sélectionner une surface de la pièce.
"Ajouter : Pression/Traction de la surface " "Magnitude : -10E7"	Sélectionner la surface à droite à $y = 0,4$ Ajouter une pression de magnitude -10E7 .
"Ajouter/Contrainte générale/Fixe"	Sélectionner la surface à gauche à $y = 0$ Ajouter un encastrement.

Questions

- 1- Pour les six configurations du maillage avec des éléments quadrilatères (50, 200, 400, 800, 1600 et 3200 éléments) :
 - relever la contrainte maximale σ_{yy}^{\max}
 - comparer avec la valeur théorique de référence $\sigma_{yy}^{\max} = 355 \text{ MPa}$.
 - Commenter la répartition des contraintes
- 2- Même question en utilisant des éléments triangulaires
- 3- Conclure, à partir d'une synthèse de tous les résultats dans un seul et unique tableau.

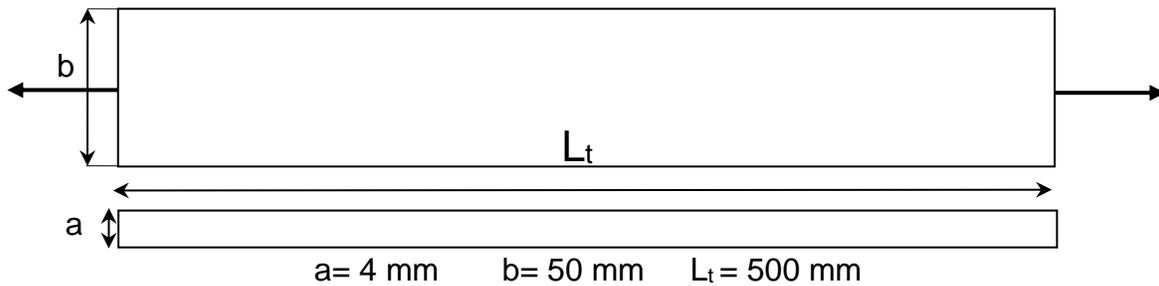
Aide :

Pour modifier la densité du maillage, il suffit :

- de retourner dans « Editeur MEF » en cliquant sur l'onglet correspondant
- de faire un click droit sur « Maillage 2D 1 » dans « Maillage »
- de sélectionner « Modifier » et de changer la valeur de la densité
- d'appliquer
- et de relancer l'analyse

Etude du barreau

On considère un barreau de section rectangulaire et soumis à une charge horizontale ponctuelle d'intensité $F=10000$ newtons appliquée en ses deux extrémités. L'éprouvette est en acier de module d'Young $E=210\,000\text{ N/mm}^2$ et de coefficient de Poisson $\nu=0.28$.



- Dessiner le contour du barreau (Rectangle défini par les points $(0 ; 0 ; 0)$ et $(0 ; 0,5 ; 0,05)$)
- Appliquer le maillage avec des éléments quadrilatères et une densité de maillage de 500
- Appliquer le chargement aux points $(0 ; 0 ; 0,025)$ et $(0 ; 0,5 ; 0,025)$
- Bloquer la translation T_z et la rotation R_x en ces 2 points
- Relever la contrainte au centre du barreau au point $(0 ; 0,25 ; 0,025)$
- Commenter la répartition des contraintes

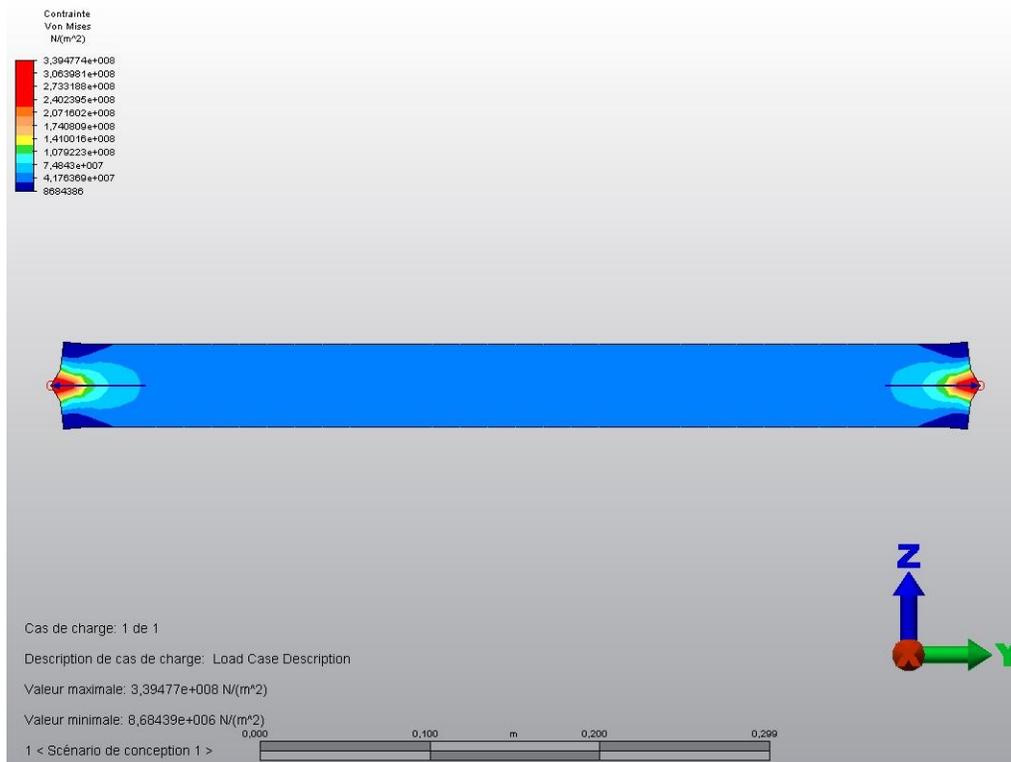
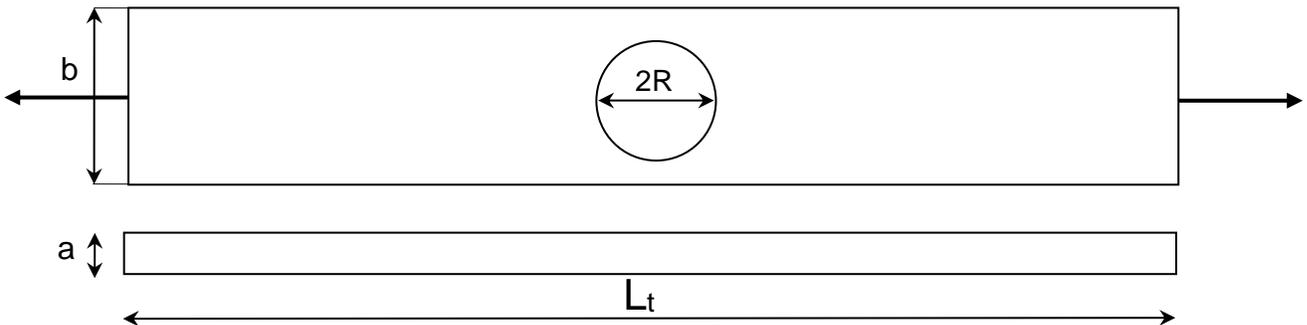


Figure 8 : Contraintes de Von-Mises dans le barreau

Etude du barreau troué

On considère le même barreau mais troué en son centre. Le cercle de rayon R est centré au point $(0 ; 0,25 ; 0,025)$. L'objectif est de déterminer le rapport K entre la contrainte réelle maximale σ_{\max} au bord du trou et la contrainte nominale σ_{nom} sans trou.

- La contrainte réelle σ_{\max} est la valeur maximale de la contrainte obtenue sur le barreau avec le défaut géométrique (au bord du trou)
- La contrainte nominale σ_{nom} est la contrainte calculée à partir d'une étude de RdM sur le barreau sans trou.



- Dessiner le contour du barreau (Rectangle défini par les points $(0 ; 0 ; 0)$ et $(0 ; 0,5 ; 0,05)$)
- Dessiner le cercle de centre $(0 ; 0,25 ; 0,025)$ et de rayon $R=15$ mm (**Attributs : Comp 1**)
- Appliquer le maillage : éléments quadrilatères, densité de maillage de 500, angle de 10°
- Appliquer le chargement aux points $(0 ; 0 ; 0,025)$ et $(0 ; 0,5 ; 0,025)$
- Bloquer la translation T_z et la rotation R_x en ces 2 points
- Pour l'affichage des résultats, **utiliser un nombre de couleur de 12**
- Relever la contrainte maximale σ_{\max} au bord du trou.

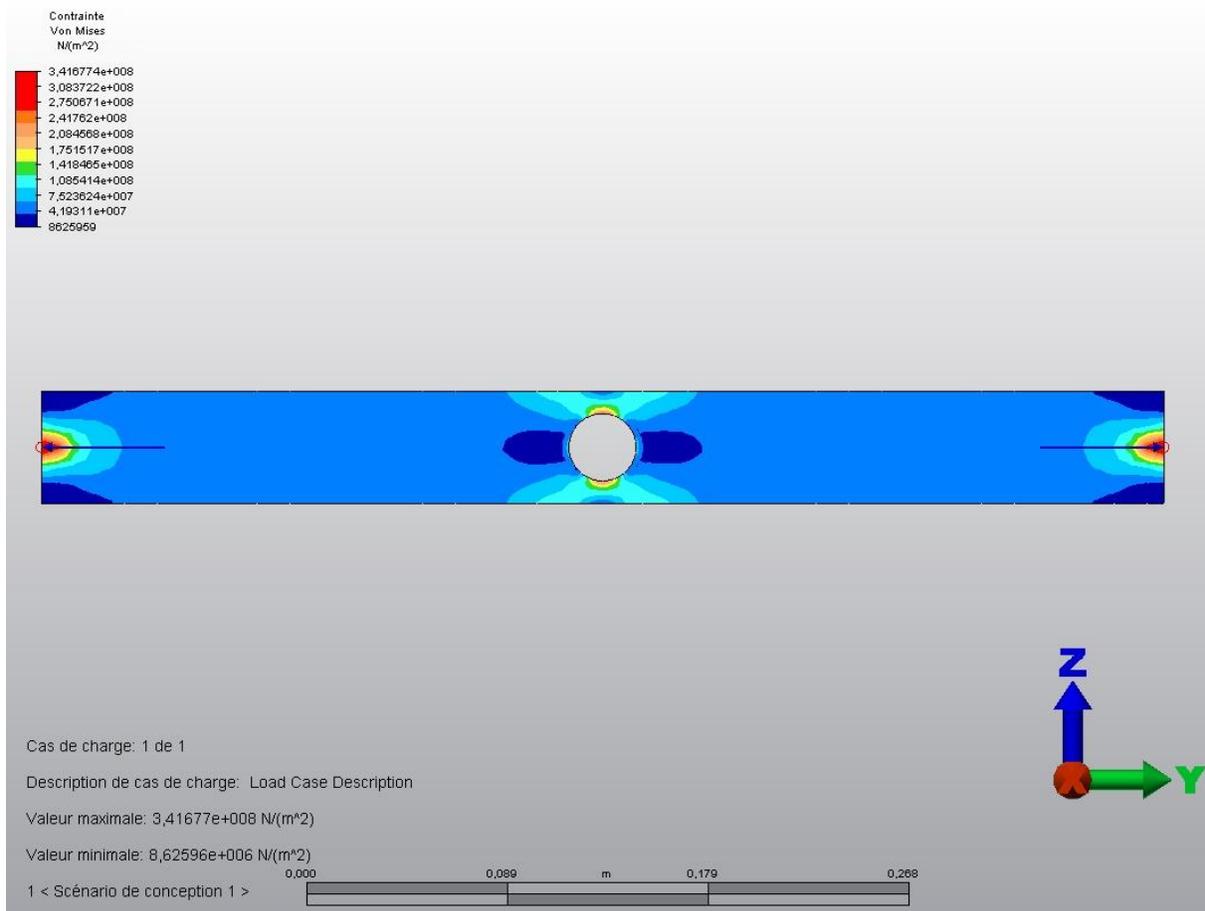


Figure 9 : Contraintes de Von-Mises dans le barreau troué

Questions

-
- 1- Montrer que le coefficient K ne dépend pas de la valeur de la charge appliquée (Prendre une autre valeur de la charge, 5000 N par exemple)

 - 2- Tracer la courbe $K = f(2R/b)$, le rapport $2R/b$ variant de 0,3 à 0,7