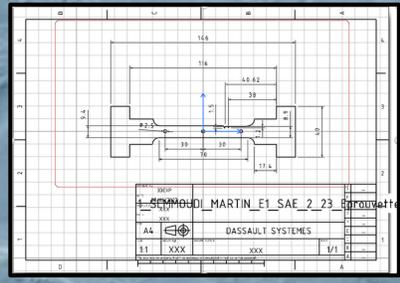


SAE 2.23 : Conception d'une pièce de sécurité en traction

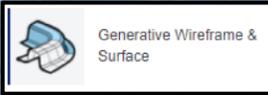
Conception et fabrication



CAO éprouvette avec défauts



Dessin de définition éprouvette avec défauts réaliser après avoir fait le contrôle dimensionnel au pied à coulisse



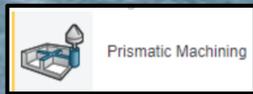
Pour réaliser notre éprouvette nous avons utiliser l'application Generative Wireframe & Surface dans 3D Experience



Pour réaliser le contour de notre éprouvette nous avons utilisé l'outil Limite

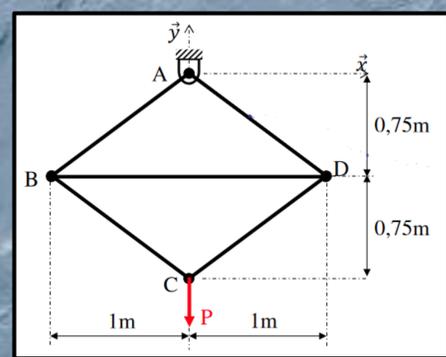


Pour réaliser les trous de notre éprouvette nous avons utilisé l'outil Séparer



Pour configurer le découpe de notre éprouvette au laser nous aurions du utiliser l'application Prismatic Machining. Mais lors du TP nous avons juste lancer le usinage des éprouvettes

Détermination des efforts internes



$\alpha = \tan^{-1} \frac{y_{AD}}{x_{AD}} \approx 106,26^\circ \Rightarrow \frac{\alpha}{2} = 53,13^\circ$

PFS en A :

$$\sum R_x = 0 = x_A$$

$$\sum R_y = 0 = y_A - P \Rightarrow P = y_A$$

$$\sum R_x = 0 = N_{AD} \cos \frac{\alpha}{2} - N_{AB} \cos \frac{\alpha}{2} \Rightarrow N_{AD} = N_{AB}$$

$$\sum R_y = 0 = -N_{AD} \sin \frac{\alpha}{2} - N_{AB} \sin \frac{\alpha}{2} + y_A$$

Calcul de NAD :

$$y_A = N_{AD} \sin \frac{\alpha}{2} + N_{AB} \sin \frac{\alpha}{2} \Rightarrow \frac{y_A}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} = N_{AD} + N_{AB} \Rightarrow \frac{y_A}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} = N_{AD} + N_{AD} = \frac{P}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}$$

Calcul de Pmax :

$$S_{AD} \geq \frac{N_{AD}}{R_e} \Rightarrow S_{AD} \geq \frac{\frac{P}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}}{R_e} \Rightarrow S_{AD} \geq \frac{P}{2 R_e \sin \frac{\alpha}{2}} \Rightarrow P \leq S_{AD} \cdot 2 R_e \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$S_{AD} = 20 \text{ mm}^2$$

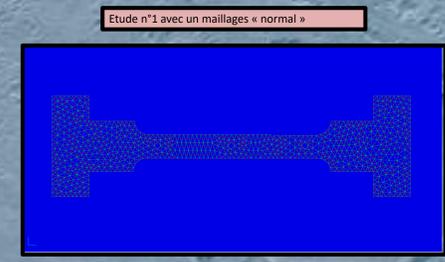
$$R_{eA} = \frac{R_e}{\text{coef sécurité}} \Rightarrow \frac{368}{1} = 368$$

$$P \leq 20 \cdot 1,6 \cdot 368 \Rightarrow P \leq 11776 \text{ N}$$

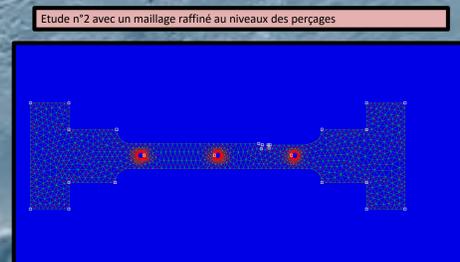
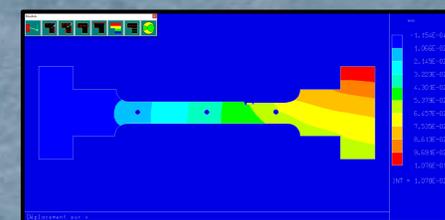
$N_{AD} = \frac{P}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} \Rightarrow N_{AD} = \frac{2600}{2 \sin 53,13} = 4161 \text{ N}$

$P_{max} = N_{AD} \cdot 2 \sin \frac{\alpha}{2} \Rightarrow 2600 \cdot 2 \sin 53,13 = 4161 \text{ N}$

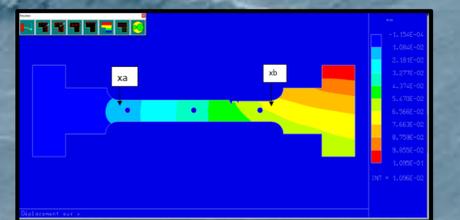
Rapport d'essai numérique de traction



Étude n°1 déplacement selon l'axe x



Étude n°2 déplacement selon l'axe x



Peu importe la finesse du maillage, le déplacement selon x est à peu près identique pour les deux études $1,071 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$ pour l'étude A et $1,095 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

$\Delta L_{(num)} = x_b - x_a \leftrightarrow 6,566 \cdot 10^{-2} - 1,632 \cdot 10^{-2} = 4,924 \cdot 10^{-2} \text{ mm}$

$\Delta L_{(anal)} = \epsilon \cdot L_0$

Or $\epsilon = \frac{\sigma}{E}$

Et $\sigma = \frac{F}{S}$ (limite élastique) $\leftrightarrow \frac{2600}{9,15 \cdot 2,05} = 138,6 \text{ MPa}$

Alors $\epsilon = \frac{\sigma_{moy}}{E_{acier}} \leftrightarrow \frac{138,6}{210 \cdot 10^3} = 6,6 \cdot 10^{-4}$

donc $\Delta L_{(anal)} = \epsilon \cdot L_0 \leftrightarrow 6,6 \cdot 10^{-4} \cdot 70 = 4,62 \cdot 10^{-2} \text{ mm}$

$\Delta L_{(num)} < \Delta L_{(anal)} \leftrightarrow 4,924 \cdot 10^{-2} < 4,62 \cdot 10^{-2}$

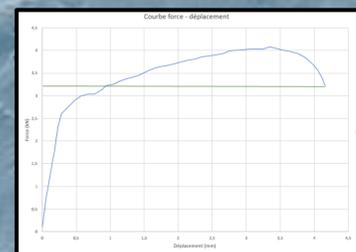
$\left| \frac{\Delta L_{(num)} - \Delta L_{(anal)}}{\Delta L_{(num)}} \right| \leftrightarrow \left| \frac{4,924 \cdot 10^{-2} - 4,62 \cdot 10^{-2}}{4,924 \cdot 10^{-2}} \right| = 0,06 \leftrightarrow 6\%$

Cet écart peut être du à deux éléments ; Le point d'application de la force n'est pas au même endroit entre la simulation et l'essai réaliser en classe. De plus, les conditions d'expérimentations n'étaient peut être pas respectées (20°C, manipulation parfaite...)

Rapport d'essai



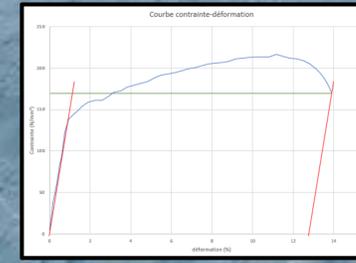
Courbe force déplacement de l'éprouvette sans défauts
Force à la rupture : 6 kN



Courbe force déplacement de l'éprouvette avec défauts
Force à la rupture : 3,2 kN



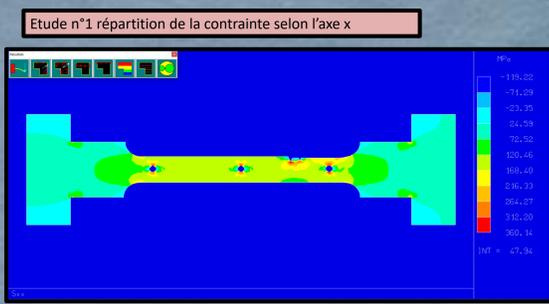
Courbe contrainte déformation de l'éprouvette sans défauts
Contrainte à la rupture : 300 N/mm²
Déformation à la rupture 25,1 %



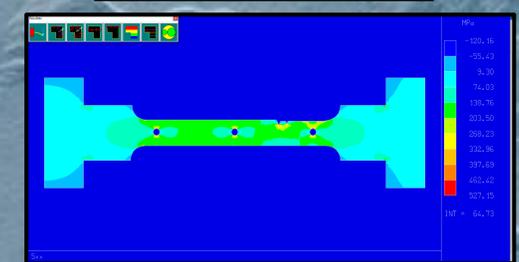
Courbe force déplacement de l'éprouvette avec défauts
Contrainte à la rupture : 170 N/mm²
Déformation à la rupture : 12,8 %



Cône de plastification (phénomène de striction)



Étude n°1 répartition de la contrainte selon l'axe x



Étude n°2 répartition de la contrainte selon l'axe x

- $S_{xxmax}(\text{maillage normal}) = 360,14 \text{ MPa}$
- $S_{xxmax}(\text{maillage raffiné}) = 527,15 \text{ MPa}$

L'écart entre les contraintes maximales des deux études est plus important que pour l'allongement mais il reste logique. Cependant, pour la suite de l'analyse, il est plus intéressant d'utiliser l'étude avec maillage raffiné au niveau des perçages pour gagner légèrement en précision.

- $\sigma_{(num)} = 145 \text{ MPa}$
- $\sigma_{(anal)} = 138,6 \text{ MPa}$ (calculé précédemment)

$\left| \frac{\sigma_{(num)} - \sigma_{(anal)}}{\sigma_{(num)}} \right| \leftrightarrow \left| \frac{145,0 - 138,6}{145,0} \right| = 0,04 \leftrightarrow 4\%$

L'écart entre les valeurs de contraintes moyenne dans la zone centrale de l'éprouvette en s'éloignant des perçage est relativement faible et se justifie de la même façon que le déplacement selon x.

- $K_t = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{nom}}$

Où $\sigma_{nom} = \frac{F_e}{S_{utile}} \leftrightarrow \frac{F_e}{(l_1 - d_1) \cdot e} = \frac{2600}{(8,9 - 2,5) \cdot 2,05} = \frac{2600 \text{ N}}{13,12 \text{ mm}^2} = 198,17 \text{ MPa}$

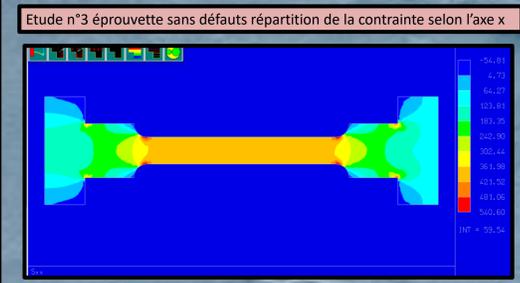
Et $\sigma_{max} = 527 \text{ MPa}$ (étude maillage raffiné)

$K_t = \frac{527,15}{198,17} = 2,66$

- Remarque : $R_{m(acier)} \approx 408 \text{ MPa}$

On observe qu'au niveau des perçages, la contrainte est supérieure à $R_{m(acier)}$, la plastification au niveau des perçage a déjà commencé tandis qu'ailleurs dans l'éprouvette, la contrainte est relativement faible. Le champ de contrainte met en évidence que la contrainte n'est pas répartie de manière homogène dans l'éprouvette. Pour le vérifier, nous avons réalisé la même étude avec une éprouvette sans perçage.

Cette étude montre bien, que dans zone centrale la contrainte est répartie de façon homogène. On peut en conclure que lorsque l'éprouvette a des défauts, la plastification va débuter plus tôt à ces endroits et entrainer une rupture à l'effort plus tôt.



Étude n°3 éprouvette sans défauts répartition de la contrainte selon l'axe x