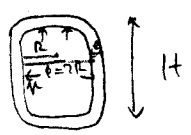


2. initiale de TNU: Dant l'expérience du barreau de Pascal, si on commence à pousser de glace. Cela pénétrerait-il seulement lorsque ça fond?! Qui s'écroule change? Christian Lercellent

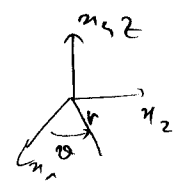


Pourquoi les tuyaux en acier éclatent lorsqu'ils contiennent de l'eau qui gèle?

Revenons au réservoir en acier



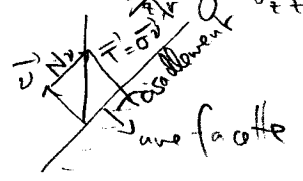
$H \gg R \gg e$
hauteur rayon épaisseur



Le tenseur des contraintes: $\sigma(M(r, \theta, z))$

$$\sigma = \begin{pmatrix} \sigma_{rr} & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{\theta\theta} & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{zz} \end{pmatrix} \quad (\text{Pb sans cisaillement})$$

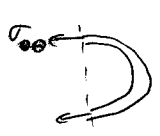
Cisaillement



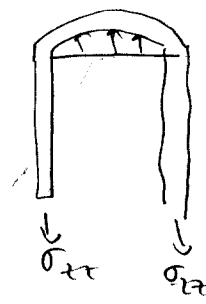
Cauchy dynamique: $\text{div } \sigma + \underline{f} - \rho \underline{\gamma} = 0$

compatibilité interne de σ , Beltrami-Mitchell

Le raouonnement du chaudionnier:



$p \times 2R = \sigma_{\theta\theta} \times 2e$
et donc $\sigma_{\theta\theta} = \frac{pR}{e}$



Pb d'équilibre:
 $2\pi R^2 = \sigma_{zz} \times 2\pi R e$
 $\sigma_{zz} = \frac{pR}{2e}$

$\sigma_{rr}, \sigma_{\theta\theta} \in [0, p]$ et négligeable.

Donc on peut approcher en

$$\sigma(r, \theta, z) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{\theta\theta} = \frac{pR}{e} & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{zz} = \frac{pR}{2e} \end{pmatrix}$$

"Je veux" une contrainte équivalente qui représente la résistance du matériau.

Contrainte de Huber-Mises

$I(\sigma) = f(\Theta_1, \Theta_2, \Theta_3)$ les trois invariants du tenseur des contraintes

$\Theta_1 = \text{tr } \sigma$

$\Theta_2 =$

$\Theta_3 = \det(\sigma)$

$\bar{\sigma} = \left(\frac{3}{2} \text{dev } \sigma : \text{dev } \sigma \right)^{1/2}$ avec

$\text{dev } \sigma = \sigma - \frac{1}{3} \text{tr } \sigma \mathbb{1}$
constante tel que $\text{tr dev } \sigma = 0$

$\text{dev } \sigma : \text{dev } \sigma = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sigma'_{ij} \sigma'_{ij}$ avec $\sigma'_{ij} = (\text{dev } \sigma)_{ij}$