

Assemblages boulonnés IV

Sollicitations cycliques, Optimisation de l'assemblage boulonné

Dr. S. Soubielle

S. Soubielle

1

Assemblages boulonnés IV

ME-202 – Systèmes Mécaniques



Dans ce cours, nous allons...

... **Considérer un cas de sollicitation extérieure cyclique sur l'assemblage boulonné**

... Et décrire les limites d'utilisation spécifiques à ce cas de charge

... En prenant en compte les outils prédictifs propres à la fatigue

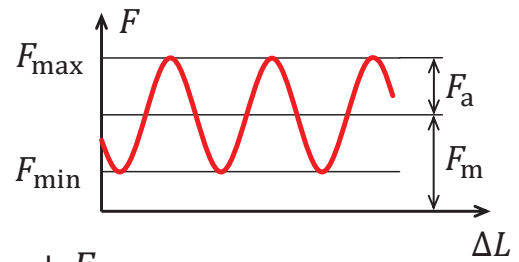
... **Voir comment optimiser la conception d'un assemblage boulonné**

... Synthèse des résultats du cours sur les assemblages boulonnés (AB I à AB IV)

Sollicitations extérieures cycliques (1/5)

• Définition

Force extérieure qui varie périodiquement entre F_{\min} et F_{\max}



• Paramètres de caractérisation

– Force moyenne

$$\Rightarrow F_m = \frac{F_{\min} + F_{\max}}{2}$$

– Demi-amplitude

$$\Rightarrow F_a = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{2}$$

– Facteur d'ondulation

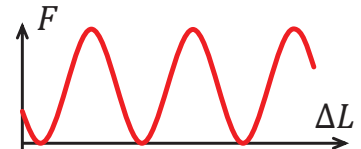
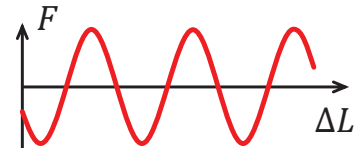
$$\Rightarrow R = \frac{F_{\min}}{F_{\max}}$$

• Cas particuliers

– $R = -1$ → Sollicitation alternée

– $R = 0$ → Sollicitation répétée

– $R = 1$ → Sollicitation statique

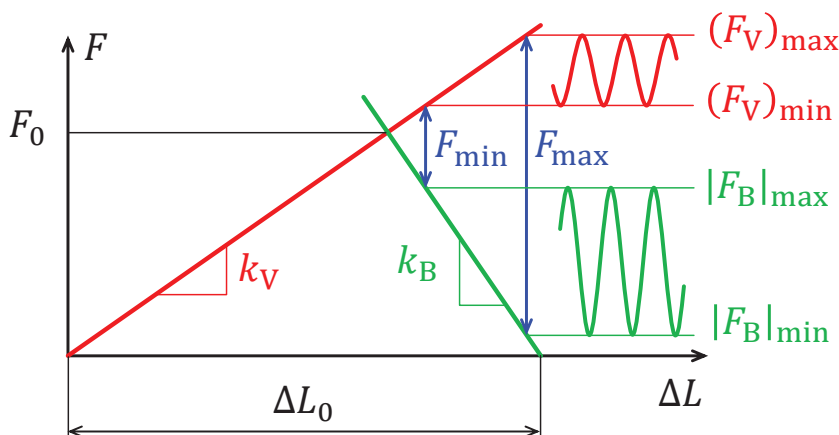


Sollicitations extérieures cycliques (2/5)

• Diagramme de précontrainte si $F_{\min} \leq F_{\text{ext}} \leq F_{\max}$

$$\rightarrow (F_V)_{\min} \leq F_V \leq (F_V)_{\max}$$

$$\rightarrow (F_B)_{\min} \leq F_B \leq (F_B)_{\max}$$



Sollicitations extérieures cycliques (3/5)

• Particularité de la rupture par fatigue

Se produit pour $\sigma < R_m$ voire parfois pour $\sigma < R_e$

• Diagramme de Wöhler

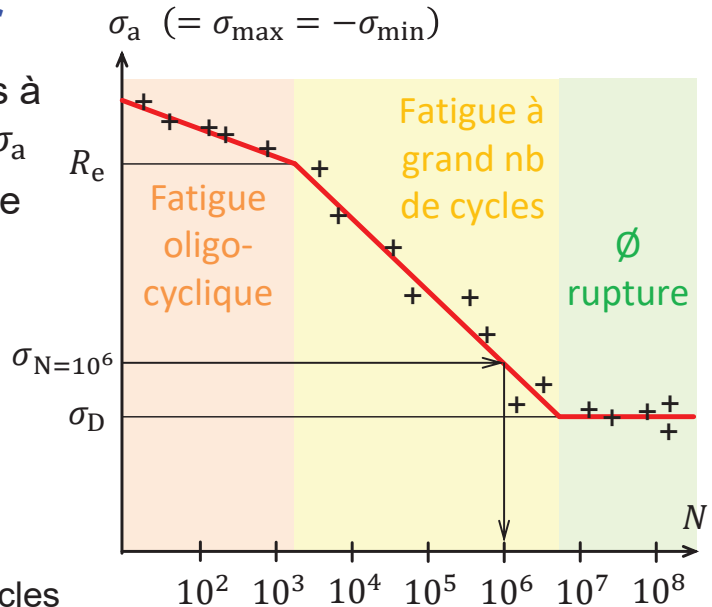
- Prédit le nombre de cycles à rupture N , en fonction de σ_a
- Modèle phénoménologique
- $R = -1$ (en général)

→ Limite d'endurance σ_N

Il faut $\sigma < \sigma_N$ pour ne pas avoir de rupture à N cycles

→ Limite de fatigue σ_D

Il faut $\sigma < \sigma_D$ pour ne pas avoir de rupture à $N = \infty$ cycles



Sollicitations cycliques (4/5)

• Diagramme de Haigh

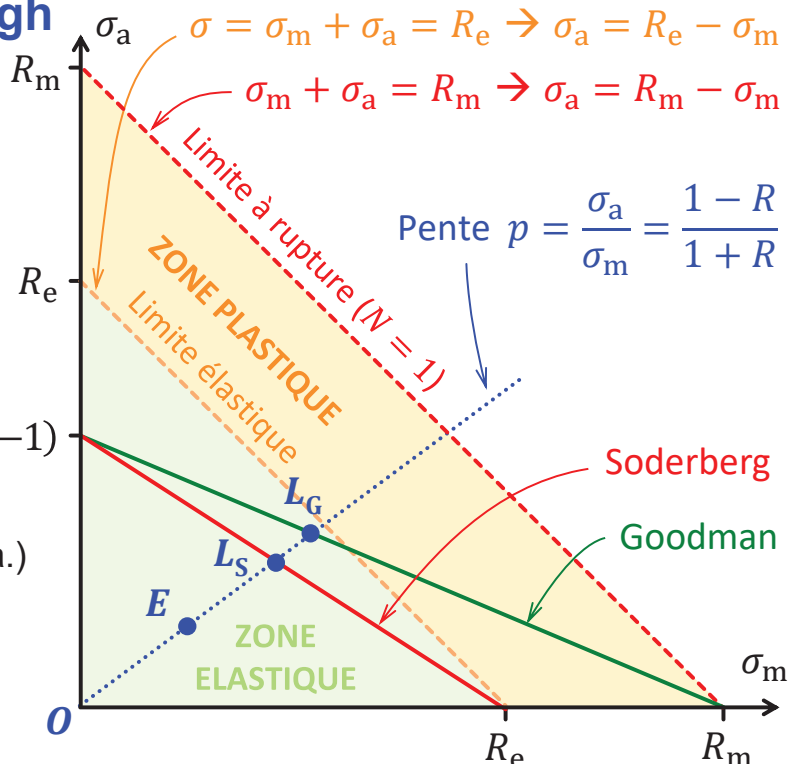
- Permet de prédire la limite d'endurance pour R quelconque

– Modèles utilisés

- Goodman si mat. ductile (sans R_e apparente)
- Soderberg si on veut $\sigma < R_e$ (cas habituel en méca.)

– Coef. de sécurité « structurale »

$$S = \overline{OL} / \overline{OE}$$



Sollicitations cycliques (5/5)

Exercice d'application

Des vis de qualité 8.8 avec $\sigma_D = 512$ MPa sont utilisées pour le boulonnage d'un bloc moteur de véhicule thermique automobile. En fonctionnement, elles subissent des cycles à $\sigma_{\min} = 419$ MPa et $\sigma_{\max} = 512$ MPa. Le dimensionnement est-il ok ?

S. Soubielle

7

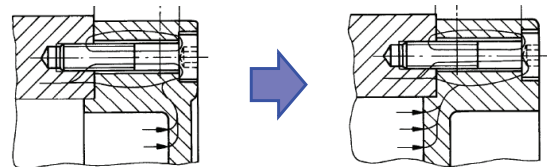
Bonnes pratique pour la conception (1/2)

• Efforts extérieurs repris par la vis (synthèse)

- Charge externe statique $\rightarrow \Delta F_V = n \cdot \phi \cdot F$
- Charges dynamiques $\rightarrow (F_V)_a = n \cdot \phi \cdot \Delta F / 2$
- Effet thermique $\rightarrow F_{0T} = k_B \cdot \phi \cdot \Delta l_T$

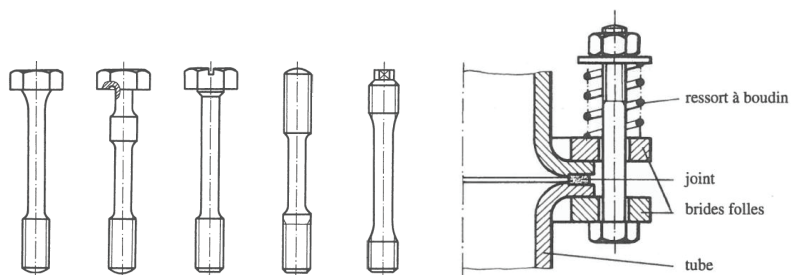
→ Minimiser n

Travail sur les lignes de charges



→ Minimiser ϕ

- Réduire la section et/ou augmenter la longueur des vis
- Insérer un élément à faible rigidité



© Conception des Machines, tome 1 (G. Spinnler), Figures 7.93 et 7.97

S. Soubielle

8

Bonnes pratique pour la conception (2/2)

• Autres

– Joint boulonné étanche

Cône de pression

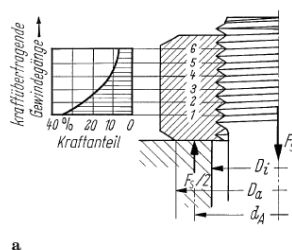
→ Il faut $B < d_w + 2 \cdot \min(l_1; l_2)$

→ Optimal si $l_1 = l_2$

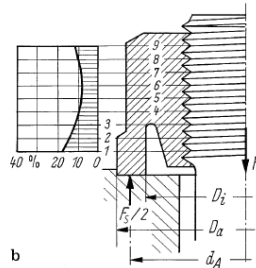
– Serrage au couple sans torsion sur la vis

– Écrou à distribution de charge améliorée

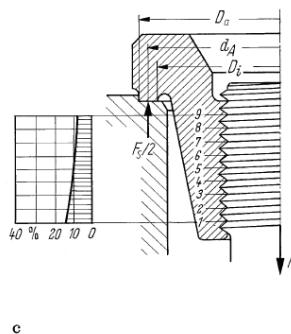
→ $\tau_{\text{Max}} \searrow$



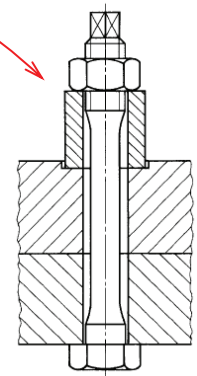
a S. Soubielle



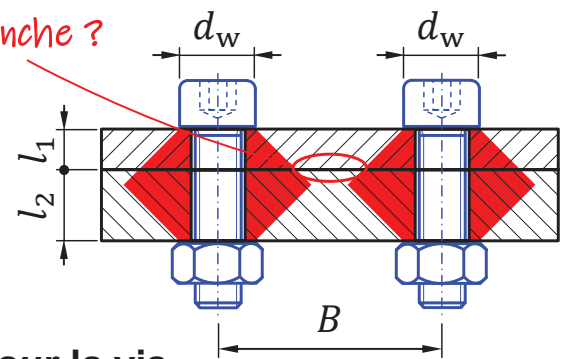
b



c



9



Des questions ?

