



# RDM - MMC

## Critère de ruine, de Von Mises, de Tresca

### 1 – SOURCES D'INCERTITUDE

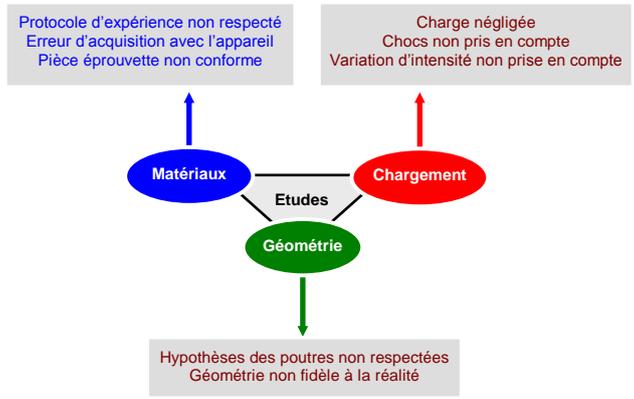
Il existe des incertitudes sur les trois aspects intervenants dans les études de **M.M.C.** ou de **R.D.M.**

- Les efforts peuvent avoir été mal évalués (sous-évaluée, surévaluée, avec des phénomènes aux conséquences importantes mais négligés comme les chocs ou l'alternance de sens par exemples).
- La géométrie du solide étudié respecte plus ou moins bien les hypothèses faites au départ (solide poutre ou « presque » par exemple !).
- Les caractéristiques mécaniques du ou des matériaux employés, issus d'essai peuvent être erronés ou mal acquis.

Pour considérer ces incertitudes lors du dimensionnement, on introduit dans le critère de résistance un coefficient appelé coefficient de sécurité ; il est noté « *s* » et on a :

$$R_{pe} = \frac{R_e}{s} \quad R_{pg} = \frac{R_g}{s}$$

Avec : ***R<sub>pe</sub>*** Résistance pratique à l'extension (MPa)      ***R<sub>e</sub>*** Limite élastique à l'extension du matériau (MPa)  
***R<sub>pg</sub>*** Résistance pratique au glissement (MPa)      ***R<sub>g</sub>*** Limite élastique au glissement du matériau (MPa)



*On admet que  $R_g$  est proportionnelle à  $R_e$  avec un coefficient compris entre 0,5 et 0,8 selon la nature des matériaux.*

Exemple de valeurs de coefficient de sécurité

<i>s</i>	Conditions générales d'études (sauf réglementation particulière)	Domaines d'application possible
1,5 à 2	Cas exceptionnel de grande légèreté nécessaire Hypothèse de chargement surévalué	Aérospatiale
2 à 3	Construction avec recherche de légèreté Hypothèse de chargement le plus défavorable (charpente avec vent ou neige, engrenages avec une seule denture en prise...)	Avionique
3 à 4	Bonne construction, calculs soignées	Mécanique générale
4 à 5	Construction courante Légers effets dynamiques non pris en compte	Mécanique générale
5 à 8	Calculs sommaires Efforts difficiles à évaluer (chocs, efforts alternatifs...)	Appareils de levage, de manutention
8 à 10	Matériaux non homogènes Chocs avérés	Elingue de levage
10 à 15	Chocs très importants, très mal connus	Presse, ascenseurs

### 2 – CRITERE DE RUINE ; CONDITION DE RESISTANCE

=> Validation de l'Etat Limite Ultime

Dans la Validation de l'Etat Limite Ultime, cette condition vise à vérifier que la contrainte calculée ou simulée reste toujours telle que l'on reste dans le domaine élastique. Elle est partielle car elle s'appuie sur l'analyse d'une seule sollicitation à la fois alors que plusieurs peuvent être à l'œuvre en même temps et donc engendrer des cumuls.

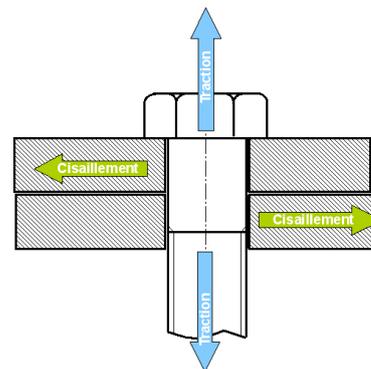
$$\sigma \leq R_{pe}$$

$$\tau \leq R_{pg}$$

**$\sigma$**  : Contrainte normale calculée ou simulée (MPa)  
 **$\tau$**  : Contrainte tangentielle calculée ou simulée (MPa)

On sait d'une part que la déformation plastique se fait plus facilement par cisaillement (voir §1 dans la fiche – Déformation) et qu'il est bien plus aisé de faire glisser des atomes les uns sur les autres. D'autre part, bien souvent, une pièce est soumise à plusieurs sollicitations en même temps ; on parle de sollicitations composées (traction + cisaillement par exemple, comme la vis sur la figure ci-contre).

Les contraintes normale  $\sigma$  et tangentielle  $\tau$  sont alors présentes à la fois. On ne peut pas comparer respectivement avec  $R_e$  et avec  $R_g$ .



Les résultats expérimentaux montrent que les contraintes mesurées se situent en général en les valeurs obtenues par TRESCA et VON MISES.

CRITERE DE TRESCA

$$\sigma_e \leq R_{pe}$$

$$\sigma_e = \sqrt{(\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2)}$$

- $\sigma_e$  : Contrainte équivalente de TRESCA (MPa)
- $\sigma$  : Contrainte normale calculée ou simulée (MPa)
- $\tau$  : Contrainte tangentielle calculée ou simulée (MPa)

CRITERE DE VON MISES

$$\sigma_e \leq R_{pe}$$

$$\sigma_e = \sqrt{(\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2)}$$

- $\sigma_e$  : Contrainte équivalente de VON MISES (MPa)
- $\sigma$  : Contrainte normale calculée ou simulée (MPa)
- $\tau$  : Contrainte tangentielle calculée ou simulée (MPa)

Les programmes de calcul par éléments finis comme les modeleurs représentent en général le champ de contrainte équivalente par une carte de couleur (voir figure 2). Le bleu correspondant à une contrainte nulle et le rouge à la contrainte équivalente maximale. On peut ainsi détecter le ou les points critiques de la pièce.

Exemples de résultat obtenu par modeleur pour l'état de contrainte de Von Mises

