

	Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable		
	INGÉNIERIE, INNOVATION ET DÉVELOPPEMENT DURABLE		
	Energie et Environnement – Champ commun	COURS	2I2D

RESISTANCE DES MATERIAUX

1. Introduction, but de la RDM

L'étude de la résistance des matériaux a UN SEUL OBJECTIF : Définir les caractéristiques du matériau d'un élément en vue de le choisir et de le commander chez un fournisseur.

Pour cela, l'étude s'appuie sur les trois objectifs suivants :

- La **connaissance des caractéristiques mécaniques** des matériaux. (Comportement sous l'effet d'une action mécanique),
- **L'étude de la résistance** des pièces mécaniques. (résistance ou rupture),
- **L'étude de la déformation** des pièces mécaniques.

Ces études permettent de **choisir le matériau** et les **dimensions** d'une pièce mécanique en fonction des conditions de déformation et de résistance requises. Cela va permettre, à l'aide d'un catalogue constructeur ou du site Web d'effectuer le choix.

2. Hypothèse de la RdM, champ d'application

2.1. Le matériau :

Il est homogène : Structure continue et identique dans toutes les directions.

Il est isotrope : Même propriétés mécaniques dans toutes les directions.

Ces hypothèses sont fausses pour tous les matériaux granuleux ou fibreux (béton, pierre, bois, composites,...)

2.2. Disposition de la matière

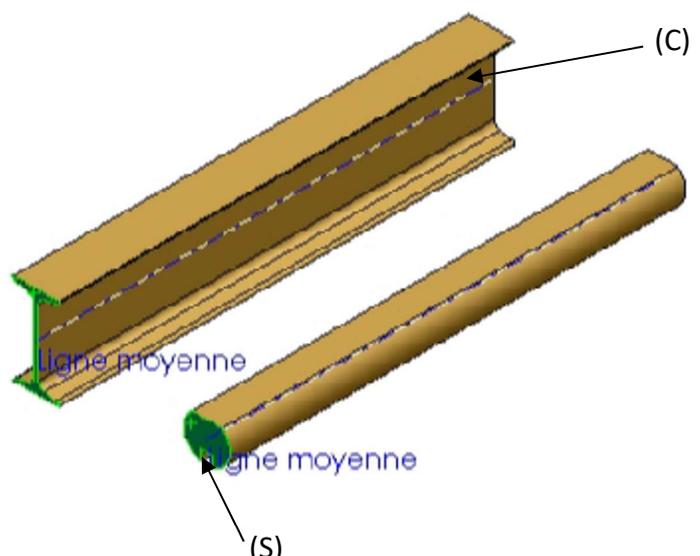
Définition d'une poutre :

La RDM étudie des pièces dont les formes sont relativement simples. Ces pièces sont désignées sous le terme de « poutres ».

Poutre : on appelle *poutre*, un solide engendré par une surface plane (S) dont le centre de surface G décrit une courbe plane (C) appelée *ligne moyenne*.

Les caractéristiques de la poutre sont :

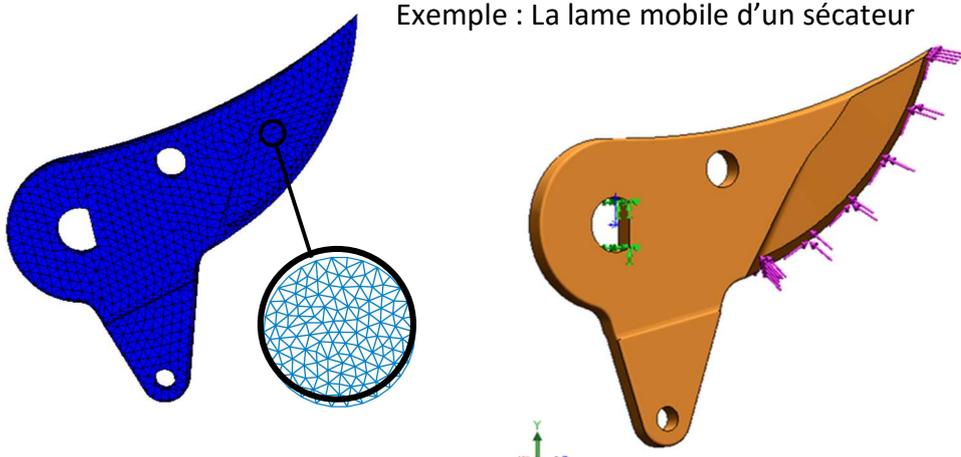
- Ligne moyenne droite ou à grand rayon de courbure (C),
- Section droite (S) constante ou variant progressivement,



2.3. Etude assistée par ordinateur de la RDM

Si la pièce n'est pas une poutre, alors il faut utiliser un logiciel effectuant les calculs par éléments finis. Le principe est le suivant :

Les surfaces de la pièce sont découpées en éléments (triangles en règle générale) qui vont servir aux calculs effectués par l'ordinateur. En considérant ces éléments répondant aux contraintes de la RDM, il est possible d'obtenir des simulations visuelles et numériques facilitant l'aide au choix des matériaux.

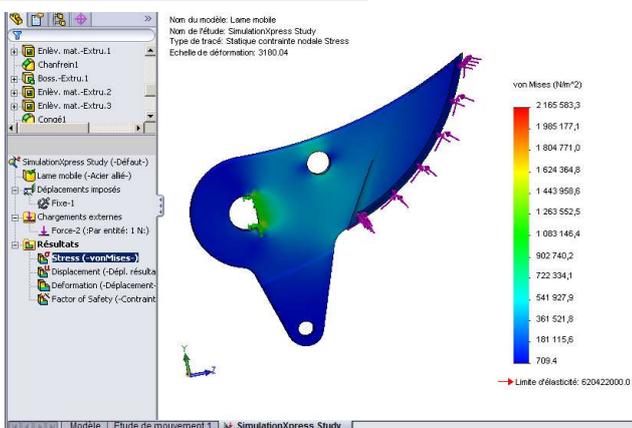


Exemple : La lame mobile d'un sécheur

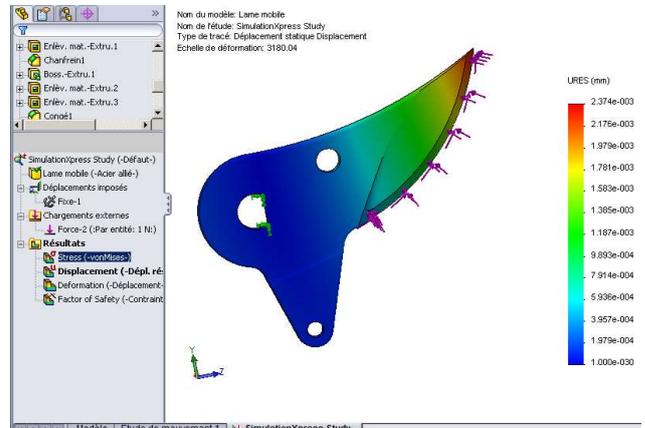
1- Maillage de la pièce et Définition des liaisons

2- Définition du chargement (Efforts appliqués)

Interprétation des résultats.



3- Contraintes dans le matériau (MPa)

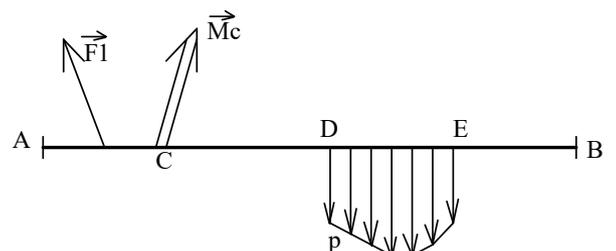


4- Déformations (mm)

2.4. Les forces extérieures

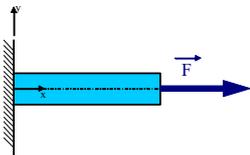
Deux types d'actions mécaniques extérieures peuvent s'exercer sur la poutre :

- Charges **concentrées** (\vec{F}_1 en N ou moment \vec{M}_c en Nm)
- Charges **réparties** « p » sur DE. (Exprimées en N/m).



3. Sollicitations simples

LA TRACTION – COMPRESSION :



$$\vec{F} = \text{effort normal} = \vec{N}$$

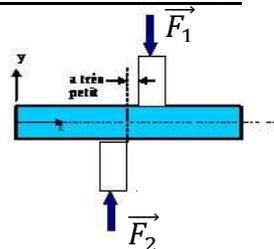
Si $N > 0$: Traction

Si $N < 0$: Compression

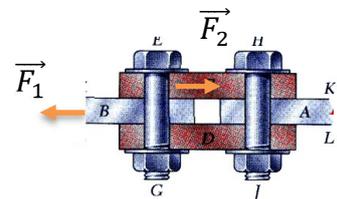
Les câbles du pont du Golden Gate à San Francisco travaillent en traction et les piliers en compression.



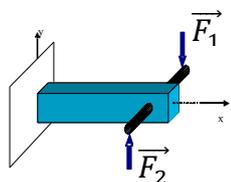
LE CISAILLEMENT :



$$\vec{F} = \text{effort tranchant} = \vec{T}$$

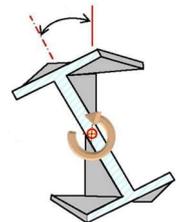


LA TORSION :

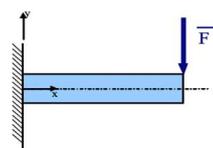


La sollicitation génère un moment appelé moment de torsion

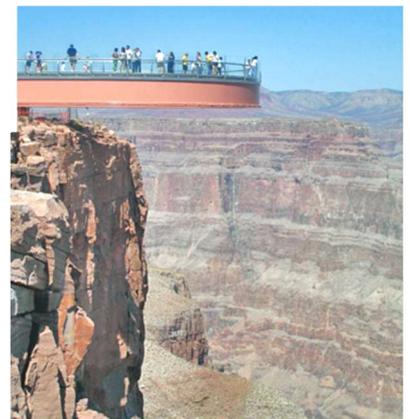
$$\vec{M}_t \text{ et } \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$$



LA FLEXION SIMPLE :



Grand Canyon Skywalk



\vec{F} génère un moment \vec{M}_t et un effort tranchant \vec{T}

En résumé :

Composantes		Sollicitation
N	> 0	Traction
	< 0	Compression
Ty		Cisaillement
Tz		
Mt		Torsion
Mfy		Flexion
Mfz		

Remarque : Nous avons des sollicitations composées chaque fois qu'il y a, pour une même poutre, addition de sollicitations simples.

4. Sollicitations de TRACTION – COMPRESSION

4.1. Définition de la contrainte

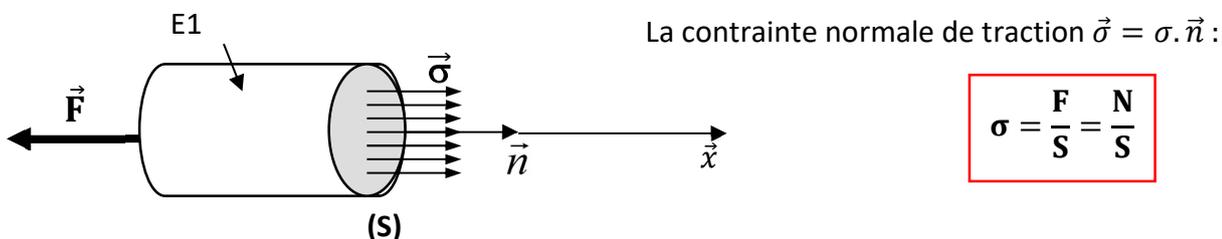
Pour connaître la résistance d'une pièce aux différentes sollicitations auxquelles elle va être soumise, il faut déterminer les contraintes internes.

Les contraintes peuvent être :

- normales à la section (σ)
- ou tangentielles (τ).

4.2. Détermination de la contrainte normale

Soit une pièce sollicitée à ses deux extrémités par deux efforts F parallèles à l'axe longitudinal de la pièce. Si on **isole le tronçon E1** de la poutre, la répartition des contraintes dans la section (S) est uniforme et normale à la surface :



$$\sigma > 0 :$$

Traction Les efforts extérieurs tendent à allonger la pièce : Allongement

$$\sigma < 0 :$$

Compression Les efforts extérieurs tendent à raccourcir la pièce : Raccourcissement

4.3. Condition de résistance :

Pour qu'une pièce résiste aux efforts de traction sans subir de déformation permanente il faut que la **contrainte interne σ ne dépasse pas la limite élastique R_e du matériau.**

$$\sigma \leq R_e$$

Pour des raisons de sécurité, la contrainte normale σ doit rester inférieure à une valeur limite appelée contrainte pratique à l'extension R_{pe} , qui tient compte d'un coefficient de sécurité cs .

$$\sigma \leq R_{pe} = \frac{R_e}{cs}$$

Avec **cs: coefficient de sécurité >1**

$cs = 1,5$ à 3 pour des structures courantes.

$cs = 8$ à 10 pour des structures présentant un danger pour l'homme et son environnement

Quelques valeurs de R_e :

Matériau	Fontes	Aciers	Cuivre	Aluminium	Tungstène
R_e(N/mm² ou MPa)	60000 à 160000	200000	120000	70000	400000

Plus E est grand plus le matériau est « raide ». Plus E est petit plus le matériau est « souple »

5. Exemple d'application

Le Vigipark est un système servant à condamner une place de parking pour la laisser à disposition des personnes handicapées. Pour cela, il est muni d'un arceau qui condamne la place en position relevé et qui s'escamote. Le système est mis en mouvement par un ensemble moteur + réducteur.

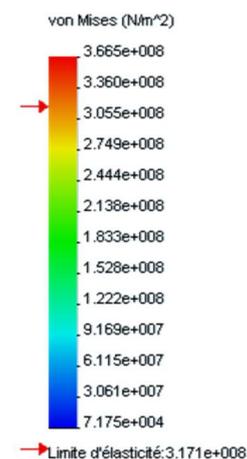
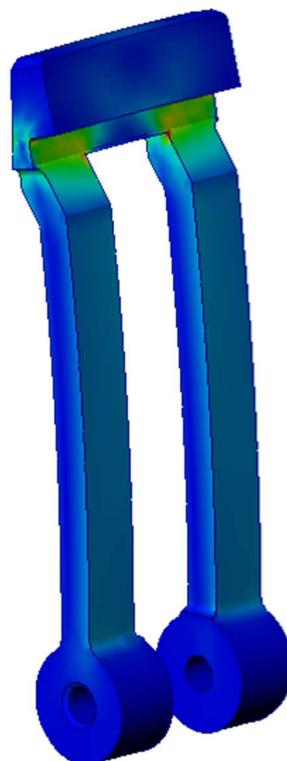


On a déterminé que l'effort maximal qu'on peut appliquer en bout d'arceau est de **20 daN avant qu'il bascule**.

L'objet de cette étude est de **vérifier le dimensionnement de la butée escamotable** en analysant les contraintes au sein de cette pièce.

La simulation donne comme résultat (les couleurs correspondant à des valeurs de contrainte sur une échelle affichée à droite du modèle).

Nom du modèle: VIG-8-01 Butee escamotable
 Nom de l'étude: COSMOSXpressStudy
 Type de tracé: Statique contrainte nodale Tracé1
 Echelle de déformation: 11.8888



1. Observez la répartition des contraintes. Entourez la zone la plus sollicitée.

.....

2. Relevez sur cette échelle la valeur maximale de contrainte.

.....

3. Relevez sur le résultat de la simulation la limite d'élasticité R_e donnée pour le matériau choisi.

.....

4. Le choix de ce matériau est-il adapté à cette utilisation ?

.....