
	Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable		
	Séquence 1		
	Champs Commun	COURS	

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 suivant :

- 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 du constructeur d'en 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; Cette hypothèse est fausse pour tous les matériaux granuleux ou fibreux (béton, pierre, bois, composites,...)

Il est isotrope: Même propriétés mécaniques dans toutes les directions.
Cette hypothèse est fausse pour tous les matériaux granuleux ou fibreux.

2.2. Disposition de la matière

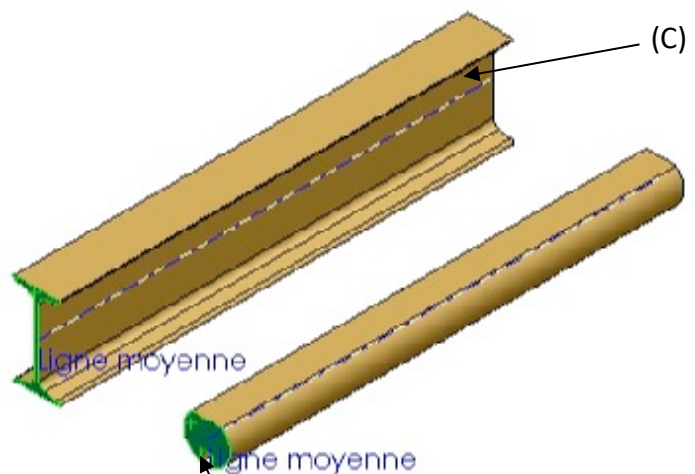
Définition d'une poutre :

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

Poutre : on appelle *poutre* (voir fig.) 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 :

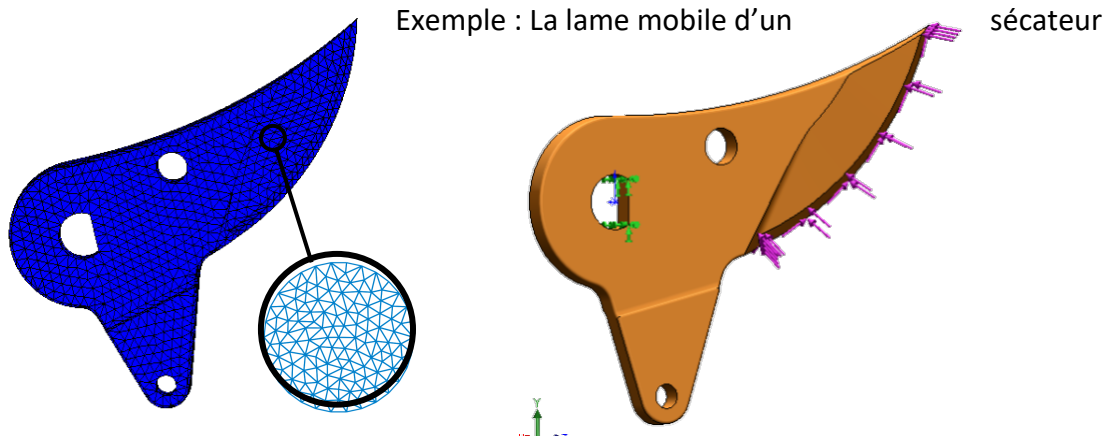
- Ligne moyenne droite ou à grand rayon de courbure (C),
- Section droite (S) constante ou variant progressivement,
- Grande longueur par rapport aux dimensions transversales, (S)
- Existence d'un plan de symétrie.



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 :

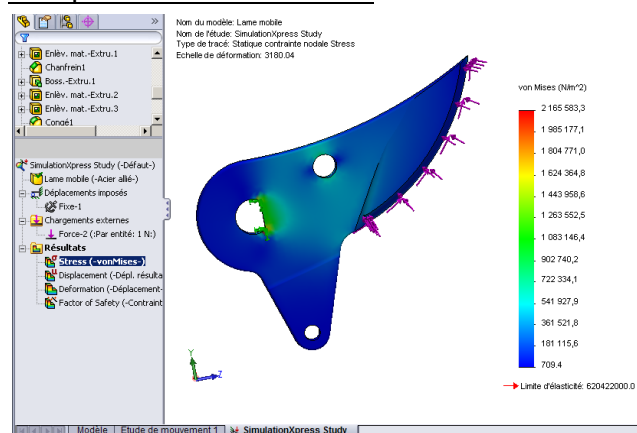
Les surfaces de la pièce sont découpées en éléments (triangles en règle générale) qui vont servir aux calculs effectués par l'ordinateur. En considérant ces éléments répondant aux contraintes de la RDM, il est possible d'obtenir des simulations visuelles et numériques facilitant l'aide au choix des matériaux.



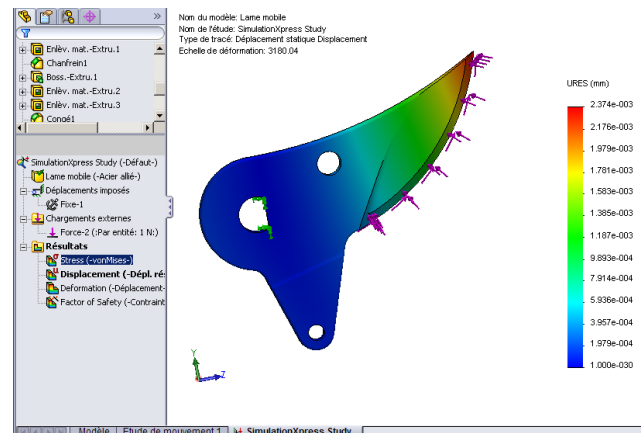
1- Maillage de la pièce et Définition des liaisons

2- Définition du chargement (Efforts appliqués)

Interprétation des résultats.



3- Contraintes dans le matériau (MPa)



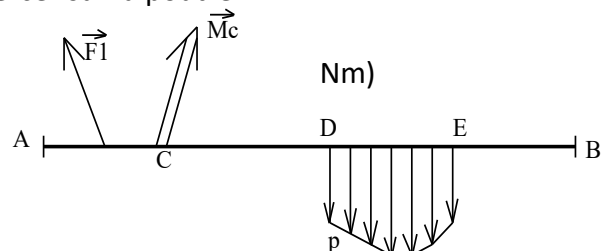
4- Déformations (mm)

Ce type d'étude vous sera donné réalisée dans l'épreuve écrite, il faudra savoir l'exploiter !

2.4. Les forces extérieures

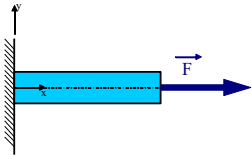
Deux types d'actions mécaniques extérieures peuvent s'exercer sur la poutre :

- 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 :



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

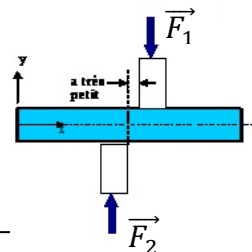
Si $N > 0$: Traction

Si $N < 0$: Compression

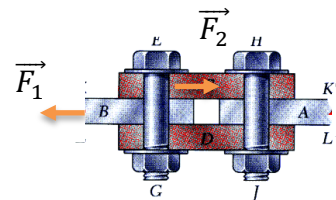
Les câbles du pont du Golden Gate à San Francisco travaillent en traction et les piliers en compression.



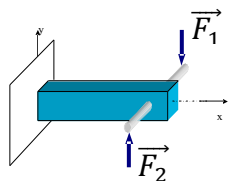
LE CISAILEMENT :



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

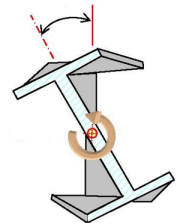


LA TORSION :

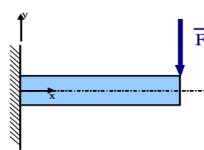


La sollicitation génère un moment appelé moment de torsion

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



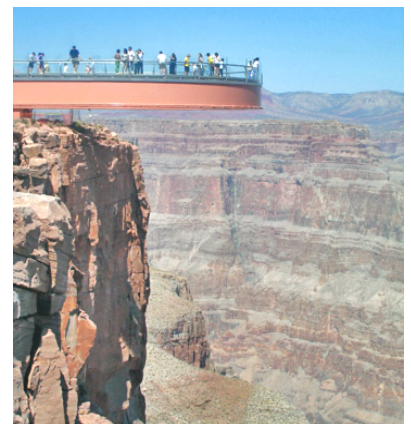
LA FLEXION SIMPLE :



Grand Canyon Skywalk

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

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



4. Contrainte et résistance

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.

Contrainte = « pression interne » qui s'exerce au sein de la matière.

Remarque : Les contraintes peuvent être normales à la section (σ) de la poutre ou tangentielles (τ).

4.2. Condition de résistance :

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

Pour des raisons de sécurité et compte tenu des hypothèses faites avec les modélisations, la contrainte normale σ doit rester inférieure à une valeur limite appelée contrainte pratique à l'extension R_{pe} . On considère que c'est la contrainte maximale admissible.

$$R_{pe} = \frac{R_e}{cs} \quad \text{Avec } cs: \text{coefficient de sécurité} > 1$$

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

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

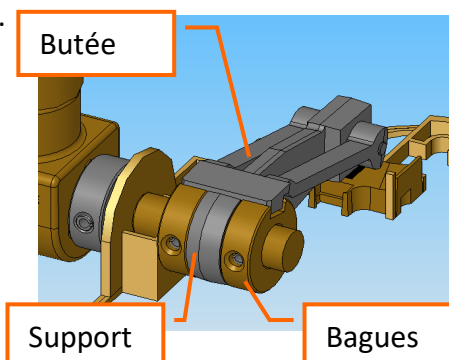
La condition de résistance s'écrit donc :

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

5. Exemple d'application concrète de la RDM



Le Vigipark est un système pluri technique 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 suite à une consigne donnée par la personne handicapée à l'aide d'une télécommande.



Le système est mis en mouvement par un ensemble moteur + réducteur. Cependant, ce moteur ne fournit pas assez de couple pour maintenir l'arceau relevé au cas où une personne voudrait forcer sur l'arceau pour prendre la place.

Le constructeur a donc implanté un système de verrouillage mécanique représenté ci-contre. L'arceau étant relevé, la griffe de la butée escamotable prend place dans les fentes usinées dans les bagues de butée, qui sont solidaires de l'axe de l'arceau. Quand un individu force sur l'arceau, les bagues ont tendance à tourner et à entraîner la butée escamotable. L'effort ainsi généré est transmis au support de butée qui est coincé dans le bâti : l'arceau ne peut pas tourner.

Cependant, quand le moteur se met en marche, les clous fixés sur l'arbre moteur (non représenté) soulèvent la butée escamotable : l'arceau ne peut donc tourner que lorsque le moteur est mis en marche.

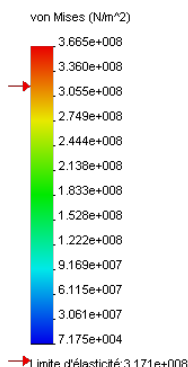
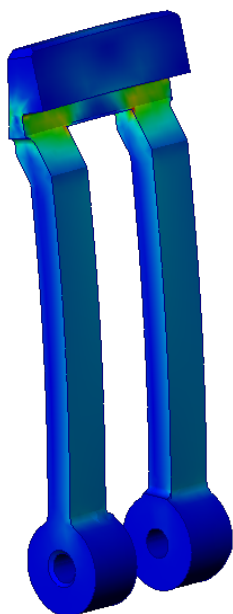
Il existe tout de même une sécurité intégrée au Vigipark. Si l'effort appliqué à l'arceau est trop élevé, celui-ci se désolidarise de son axe pour se rabattre afin de préserver les éléments de transmission.

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 déterminer, au moment de l'escamotage de l'arceau, les efforts dans le système de verrouillage et 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. Relevez sur le résultat de la simulation ci-contre la limite d'élasticité Re donnée pour le matériau choisi.

.....

.....

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

.....

.....

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

.....

.....

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

.....

.....