

# RESISTANCE DES MATERIAUX

## I. INTRODUCTION

### 1. Objectifs

La résistance des matériaux pour objectifs principaux :



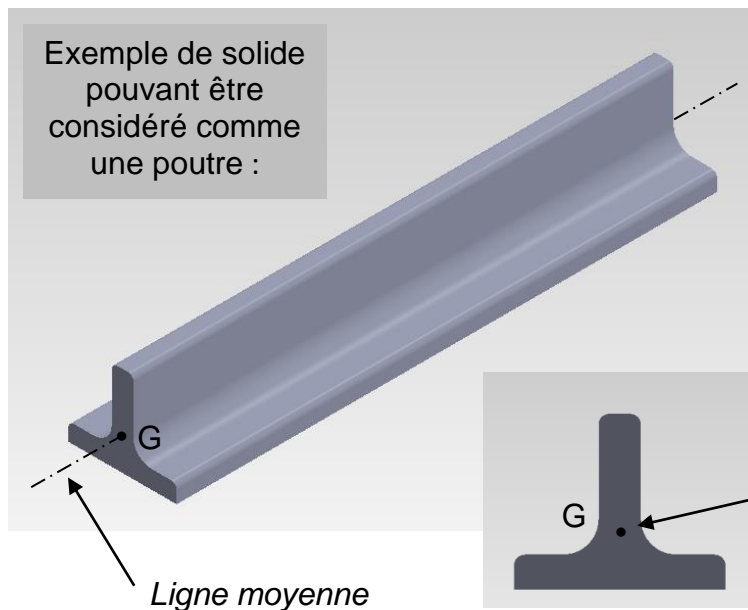
- ♦ l'étude de la résistance des pièces mécaniques en évaluant les **contraintes** générées par les actions mécaniques exercées sur celles-ci ;
- ♦ l'étude de la **déformation** de ces pièces en fonction du chargement.



Ces études permettent de choisir le matériau et les dimensions d'une pièce mécanique en fonction des conditions de déformation et de résistance requises.

### 2. Hypothèses

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



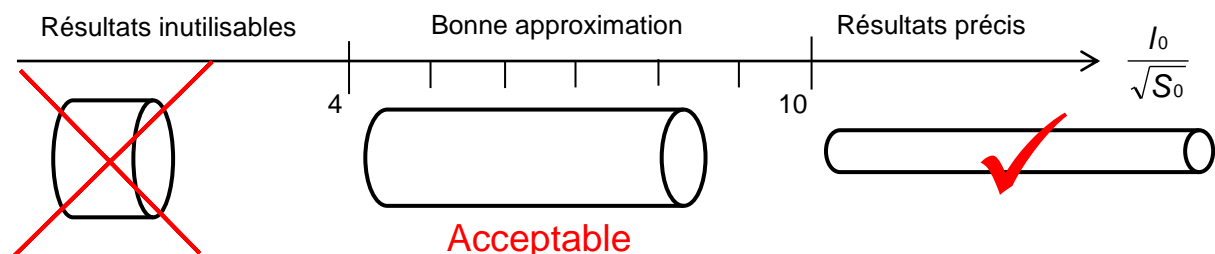
Exemple de solide pouvant être considéré comme une poutre :

#### Les caractéristiques d'une poutre sont :

- ligne moyenne droite ou à grand rayon de courbure.
- section droite (S) constante ou variant progressivement.
- grande longueur par rapport aux dimensions transversales.
- existence d'un plan de symétrie.

Centre de gravité de la section droite

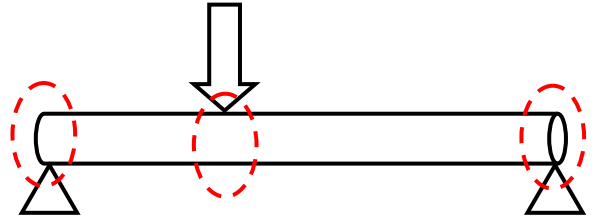
Les résultats issus de « la théorie des poutres » ne sont valables que si le solide étudié répond à la définition d'une poutre. Celle-ci précise que : « les dimensions de la section droite doivent être petites devant la longueur de la fibre moyenne »



### Hypothèse de Barré de Saint Venant

« Les résultats issus de la théorie des poutres ne s'appliquent valablement qu'à une certaine distance de la zone d'application du chargement. Cette limitation concerne la répartition des contraintes mais n'a que peu d'incidence sur les déformations globales de la poutre ».

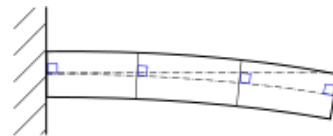
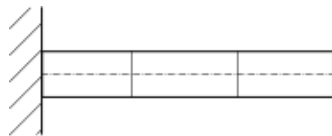
Les zones entourées sont affectées par la proximité du chargement (efforts) : les résultats de la RdM ne peuvent pas tenir compte de ces perturbations et ne sont donc valables qu'à l'extérieur de ces zones.



### Hypothèse de Navier- Bernoulli

« Les sections planes, normales aux fibres avant déformation, restent planes après déformation ».

Avant déformation



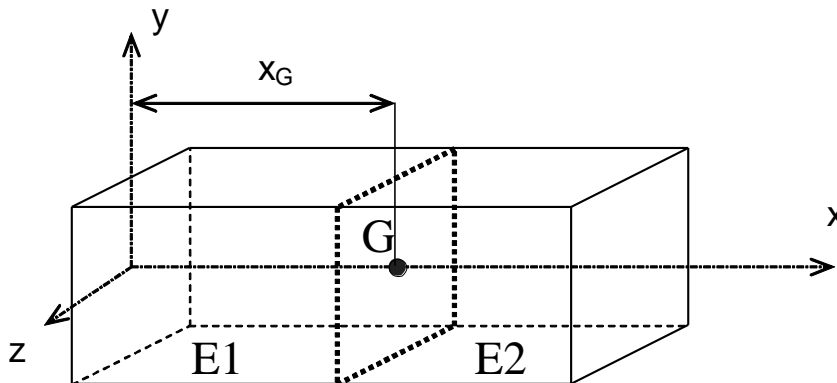
Après déformation

## II. TORSEUR DES EFFORTS DE COHESION

### 1. Définition

Soit une poutre (E) en équilibre sous l'action de n actions extérieures. On associe à cette poutre un repère R (x,y,z) dont l'axe x coïncide avec la ligne moyenne de la poutre.

Coupons la poutre (E) par un plan (P) orthogonal à sa ligne moyenne, situé à l'abscisse  $x_G$ . On définit ainsi deux portions de poutre (E1) et (E2) :



(E1) étant en équilibre, on peut écrire :  $\{\mathfrak{T}_{\bar{E} \rightarrow E1}\} + \{\mathfrak{T}_{E2 \rightarrow E1}\} = \{0\}$ .

$\{\mathfrak{T}_{E2 \rightarrow E1}\}$  est le torseur qui traduit l'action de contact de (E2) sur (E1).

Cette action est due aux efforts de **cohésion** qui permettent à la poutre de ne pas se briser sous l'effet d'actions extérieures.

La RdM vise en particulier à vérifier qu'en **aucun point de la poutre les efforts de cohésion à "transmettre" ne soient supérieurs aux capacités du matériau**. On note :

$$\{\mathfrak{T}_{Cohésion}\} + \{\mathfrak{T}_{\bar{E} \rightarrow E1}\} = \{0\}$$

## 2. Composantes du torseur de cohésion

Dans le torseur de cohésion, on peut faire apparaître la résultante et le moment qui dépendent de la position de la section (x).

$$\{\tau_{Cohésion}\}_G = \begin{Bmatrix} \vec{R} \\ \vec{M}_G \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \vec{N} + \vec{T} \\ \vec{M}_t + \vec{M}_f \end{Bmatrix} =$$

**effort normal**, projection de  $\vec{R}$  sur la normale extérieure (x).

- Ty et Tz : **efforts tranchants**, projections de  $\vec{R}$  sur le plan de section droite.

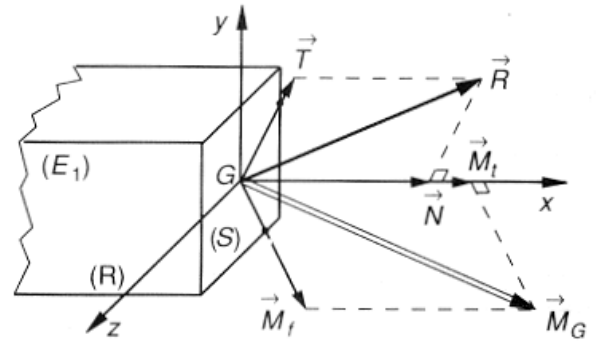
soit :  $\vec{R} \begin{vmatrix} N \\ T_y \\ T_z \end{vmatrix}$

De la même manière, on retrouve pour les moments, 3 composantes :

- $M_T$  : **moment de torsion**, projection de  $\vec{M}_G$  sur la normale extérieure.
- $M_{fy}$  et  $M_{fz}$  : **moments de flexion**, projections de  $\vec{M}_G$  sur le plan de section droite.

soit :  $\vec{M}_G \begin{vmatrix} M_t \\ M_{fy} \\ M_{fz} \end{vmatrix}$

Toutes ces composantes N, Ty, Tz,  $M_T$ ,  $M_{fy}$  et  $M_{fz}$  dépendent de la position de la section droite  $x_G$ .



Composantes non nulles		Sollicitation	
N	> 0	Extension (traction)	
	< 0	Compression	
Ty	Cisaillement		
Tz			
Mt	Flexion		
Mfy			
Mfz			

Lorsque l'on a une seule de ces sollicitations on parle de *sollicitation simple*, sinon on a un problème de *sollicitations composées*.