

# Chapitre I: Généralités sur la résistance des matériaux

## I.1 Définition de la R D M et ses objectifs

De son nom R D M:    R —————> Résistance  
                              D —————> Des  
                              M —————> Matériaux

En mécanique rationnelle (classique), le corps solide étudié est un corps indéformable. Cependant, la résistance des matériaux est la mécanique des solides déformables.

Les objectifs de la R D M sont:

1. caractériser les matériaux
2. dimensionner une pièce à partir des efforts qu'elle supporte
3. déterminer la déformation d'une pièce à partir des efforts qu'elle supporte
4. déterminer les efforts maximum que peut supporter une pièce

En général, la R D M sert principalement et finalement à:

- dimensionner la pièce
- vérifier la résistance de la pièce aux charges extérieures.

## I.2 Notion de poutre

Une poutre est un solide engendré par une aire plane ou une section droite  $A$  dont le centre de gravité  $G$  décrit une courbe plane qu'on appelle **la fibre moyenne ou la ligne moyenne**. La longueur de la poutre est de 4 à 5 fois son diamètre ( $L \gg D$ ).

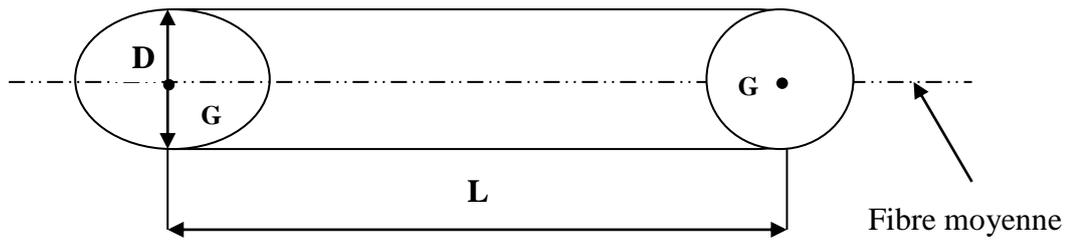


Figure (I.1): Représentation d'une poutre

Ils existent plusieurs différentes formes de sections de la poutre dont on montre quelqu'unes:

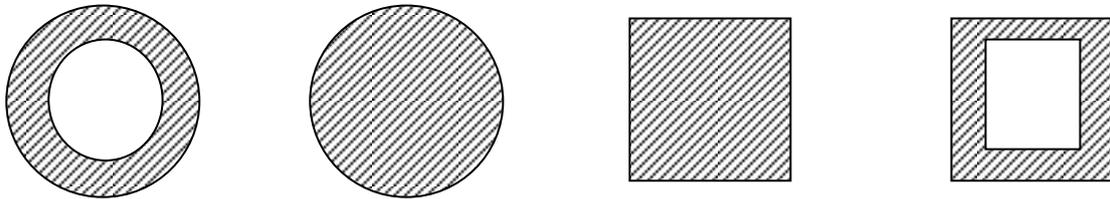


Figure (I.2): Différents types de sections de poutres

### I.3 Différents types de charges

En théorie des poutres, on distingue en général deux types de charges:

- Les charges concentrées qui s'appliquent en un point de la poutre (force  $\vec{F}$ ).
- Les charges réparties qui sont distribuées continûment le long d'un segment de la poutre (charge  $\vec{Q}$ ).

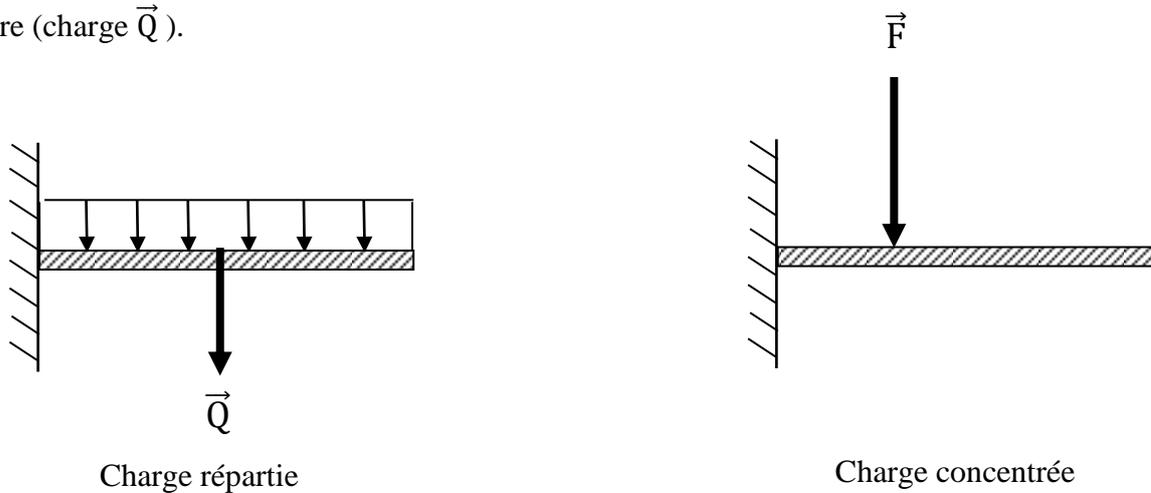


Figure (I.3): Différents types de charges

#### I.4 Différents types de sollicitations et efforts internes

Ils existent quatre types de sollicitations principales qui sont:

1. Traction et compression
2. Cisaillement simple
3. Torsion
4. Flexion simple

Sous l'effet des forces extérieures sur le corps solide, des forces intérieures ou efforts internes apparaissent dans le corps solide qui varient selon sa longueur. Pour déterminer ces efforts internes, on utilise **la méthode des sections**, dans l'objectif est de connaître les parties critiques de la poutre (déformation et effort interne maximal).

Types de sollicitations	Efforts internes			
	$\vec{N}$	$\vec{T}$	$\vec{M}_t$	$\vec{M}_f$
Traction/ compression	1	0	0	0
Cisaillement simple	0	1	0	0
Torsion	0	0	1	0
Flexion simple	0	1	0	1

**Tableau (I.1):** Différents types d'efforts internes

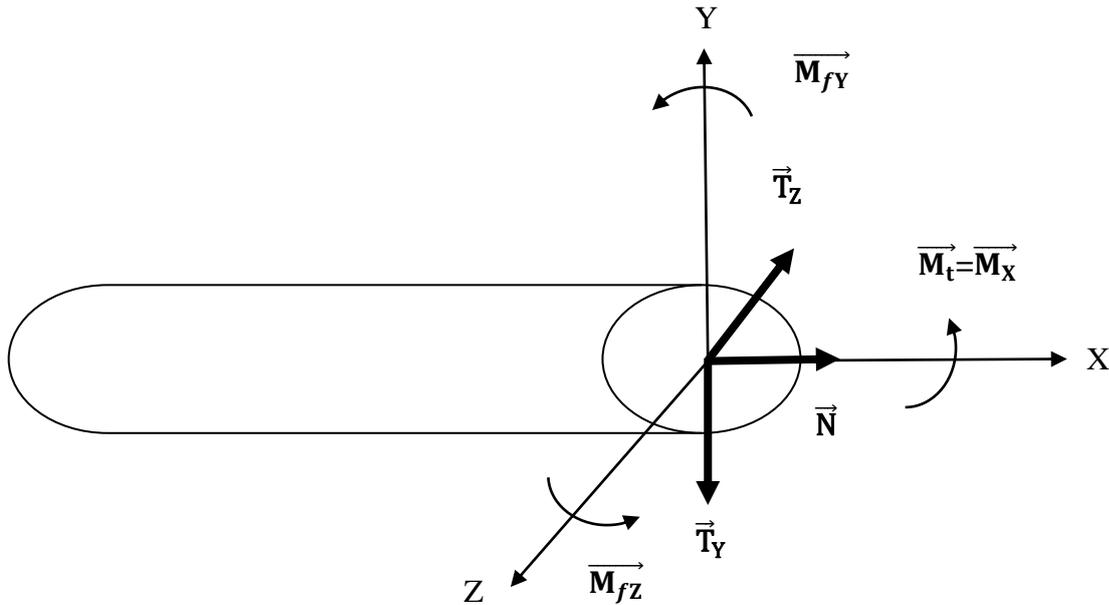


Figure (I.4): Schématisation des différents types d'efforts internes

### I.5 Hypothèses de la R D M

Pour simplifier le calcul des parties de la construction, la R D M nécessite quelques hypothèses qui concernent les caractéristiques des matériaux et le type de chargement (force extérieure).

- ❖ **Homogénéité:** Un corps homogène a les mêmes propriétés chimiques dans tous ces points.
- ❖ **Isotropie:** Un corps isotrope a les mêmes caractéristiques mécaniques dans toutes les directions (x, y, z) (vrai pour l'acier et faux pour le bois).
- ❖ **Elasticité:** Un corps est dit élastique quand il se déforme sous l'effet d'une force et reprend sa forme initiale lorsque celle-ci disparaît.
- ❖ **Continuité:** Un corps est dit continu lorsque les particules constituant sa matière adhèrent parfaitement l'une à l'autre (pas de fissure, pas de creux).

- ❖ **Hypothèse de Bernoulli:** Les sections droites restent planes et normales à la fibre moyenne au cours de la déformation.

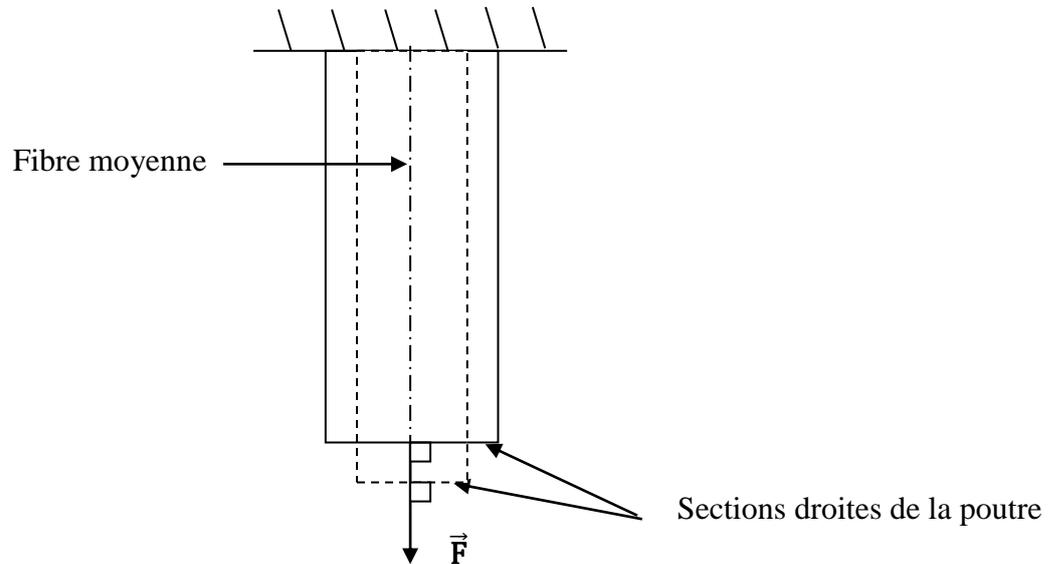


Figure (I.5): Hypothèse de Bernoulli

- ❖ **Principe de superposition:** Si un ensemble de forces sollicitant un corps quelconque, son influence sur ce corps est égale à la somme des influences prises chacune à part.

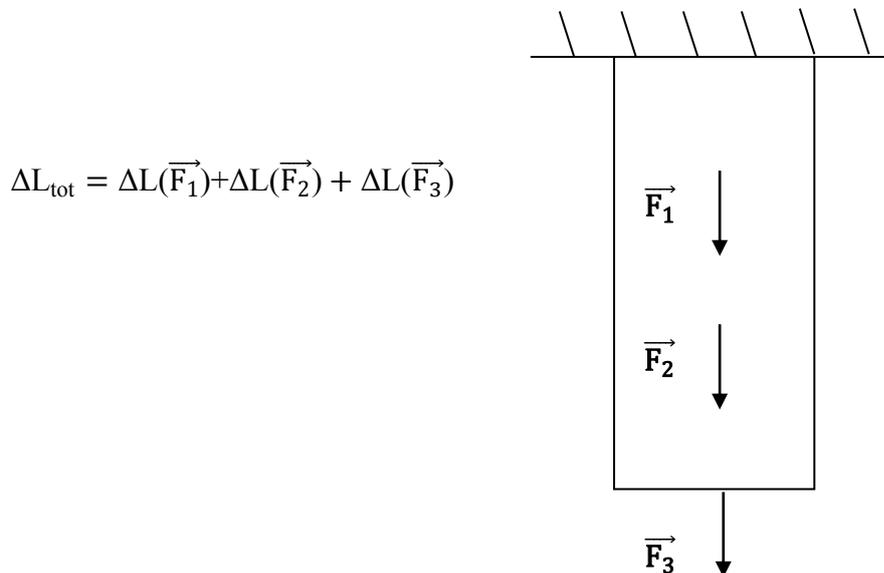


Figure (I.6): Principe de superposition

- ❖ **Déformations petites par rapport aux dimensions de la pièce.**

*Remarque:* Ces hypothèses conduisent la R D M à étudier des corps parfaits. Pour réduire cette différence et d'avoir des résultats fiables, la R D M introduit des coefficients de sécurité.

## I.6 Appuis

L'appui est un élément extérieur en contact avec la structure étudiée (corps solide) et la réaction d'appui dépend de la nature appui- structure. Les appuis sont utilisés pour supporter les structures ou à les lier entre elles. Ils existent plusieurs types d'appuis dont on cite quelques-uns:

*Appui simple:*

Ce type d'appui laisse à la structure toute la liberté de pivoter autour de A et de se déplacer horizontalement.

La réaction de cet appui est:  $\vec{R}_A \begin{pmatrix} 0 \\ R_{Ay} \end{pmatrix}$

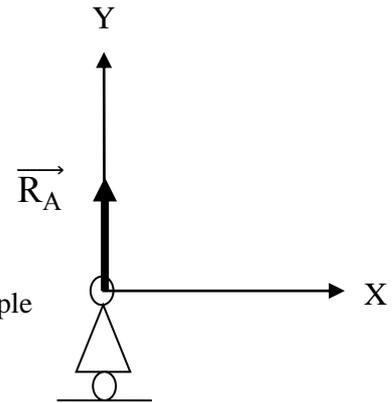


Figure (I.7): Appui simple

*Appui double (ou articulation):*

Ce type d'appui laisse la rotation de la structure. Ce type d'appui ne permet pas le mouvement de translation de la structure.

La réaction de cet appui est:  $\vec{R}_A \begin{pmatrix} R_{Ax} \\ R_{Ay} \end{pmatrix}$

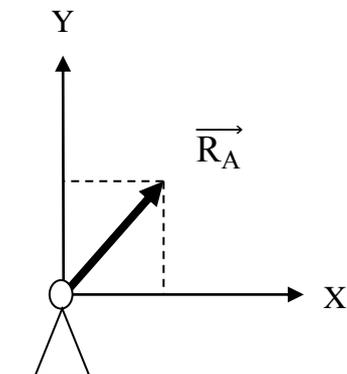


Figure (I.8): Appui double

*Encastrement:*

Ce type d'appui empêche la translation et la rotation de la structure.

La réaction de cet appui est:  $\vec{R}_A \begin{pmatrix} R_{Ax} \\ R_{Ay} \end{pmatrix}$  et un moment  $\vec{M}_{AZ}$

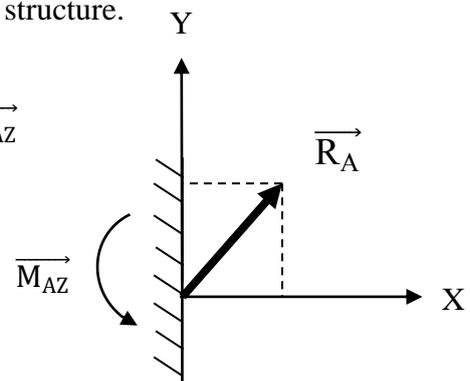


Figure (I.9): Encastrement

### I.7 Principe Général d'équilibre – Équations d'équilibres

Pour que le solide soit en équilibre statique il faut et il suffit que:

- La résultante de toutes les forces extérieures appliquées au solide, soit nulle
- Le moment résultant de toutes ces forces en un point O, soit nul.

$$\bullet \quad \vec{R} = \sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0} \quad \dots\dots\dots(I.1)$$

$$\bullet \quad \vec{M}/_O = \sum \vec{M}/_O \quad \dots\dots\dots(I.2)$$

Les équations (I.1) et (I.2) sont deux équations vectorielles qui donnent six équations scalaires en l'espace:

$$\vec{R} = \vec{0} \quad \Longrightarrow \quad \left\{ \begin{array}{l} R_X = \sum F_X = 0 \\ R_Y = \sum F_Y = 0 \\ R_Z = \sum F_Z = 0 \end{array} \right.$$

$$\vec{M}/_O = \vec{0} \quad \Longrightarrow \quad \left\{ \begin{array}{l} M_X = \sum M_X = 0 \\ M_Y = \sum M_Y = 0 \\ M_Z = \sum M_Z = 0 \end{array} \right.$$

Et trois équations scalaires en plan:

$$\vec{R} = \vec{0} \quad \Longrightarrow \quad \left\{ \begin{array}{l} R_X = \sum F_X = 0 \\ R_Y = \sum F_Y = 0 \end{array} \right.$$

$$\vec{M}/_O = \vec{0} \quad \Longrightarrow \quad \left\{ \begin{array}{l} M_Z = \sum M_Z = 0 \end{array} \right.$$

## I.8 Unités

Type	SI
Longueur (L)	m
Aire (A)	m <sup>2</sup>
Force ( $\vec{F}$ )	N
Moment ( $\vec{M}$ ) ou couple (C)	N.m
Moment d'inertie d'une section (I)	m <sup>4</sup>
Contrainte ( $\sigma$ )	MPa ou N/mm <sup>2</sup>
Masse (m)	kg

Tableau (I.2): Unités des différentes quantités physiques

Conversion:

$$1\text{MPa} = 10^6 \text{ Pa} = 1 \text{ N/mm}^2$$

$$1 \text{ GPa} = 10^9 \text{ Pa}$$

$$1\text{Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$