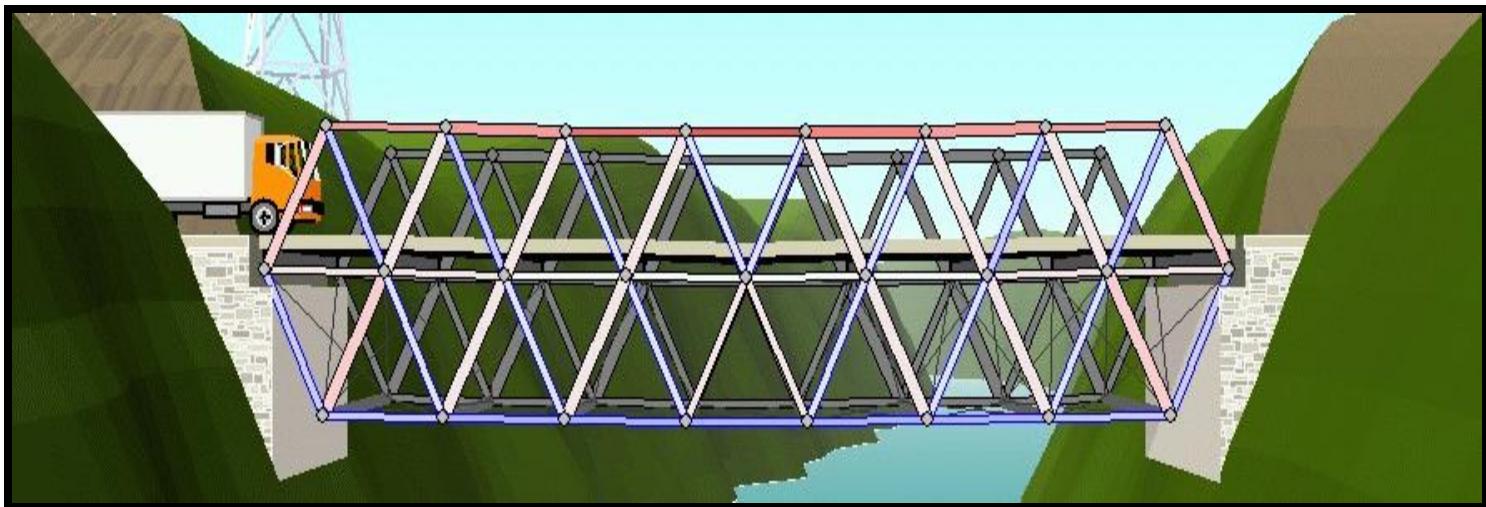


# La Flexion



# Plan de la présentation

1- Introduction

2- Figures Flexion

3- Différents types de flexion

4- Efforts internes

5- Efforts internes et signe conventionnel

6- Contraintes en flexion

7- Critère de résistance

8- Déformée d'une poutre en flexion simple

9- Diagramme des efforts **T** et moments **M<sub>f</sub>**

# 1- Introduction

En mécanique la **flexion** est la **déformation** d'un objet sous l'action d'une **charge**. Elle se traduit par une **courbure**. Dans le cas d'une poutre, elle tend à **rapprocher ses deux extrémités**.

Zone comprimée

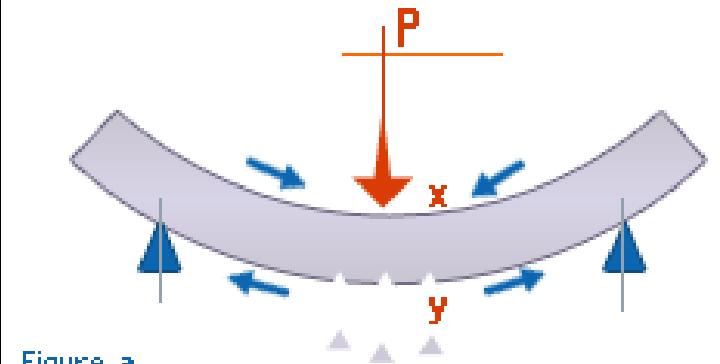
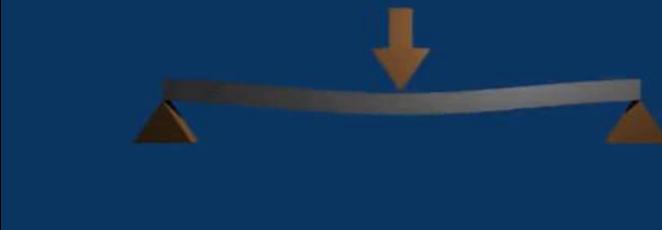
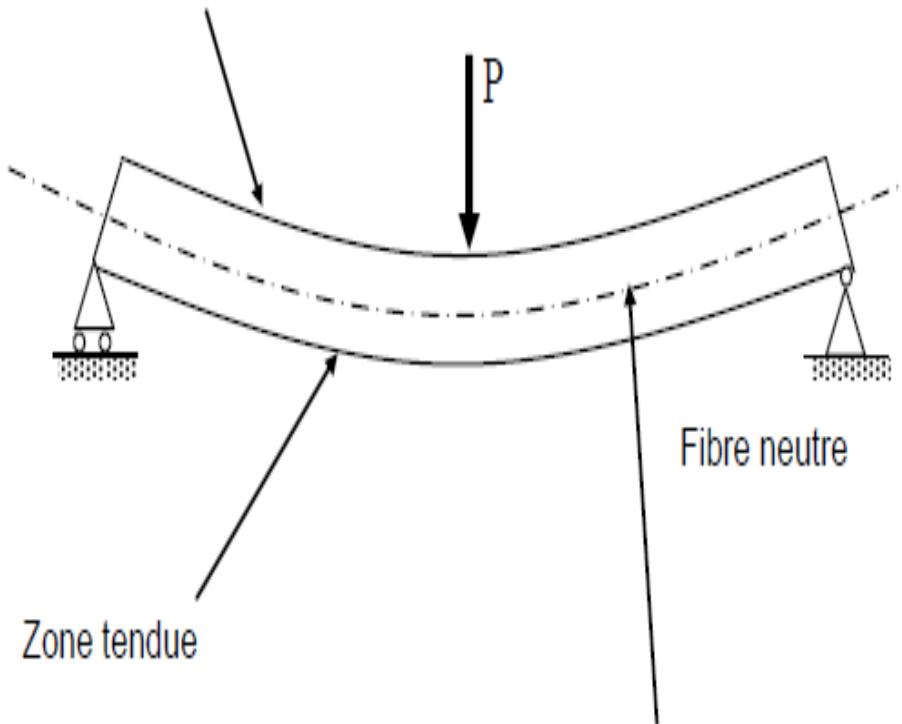
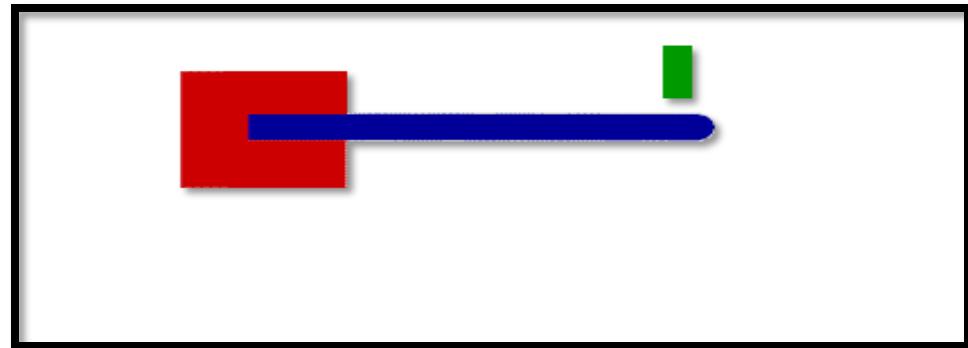
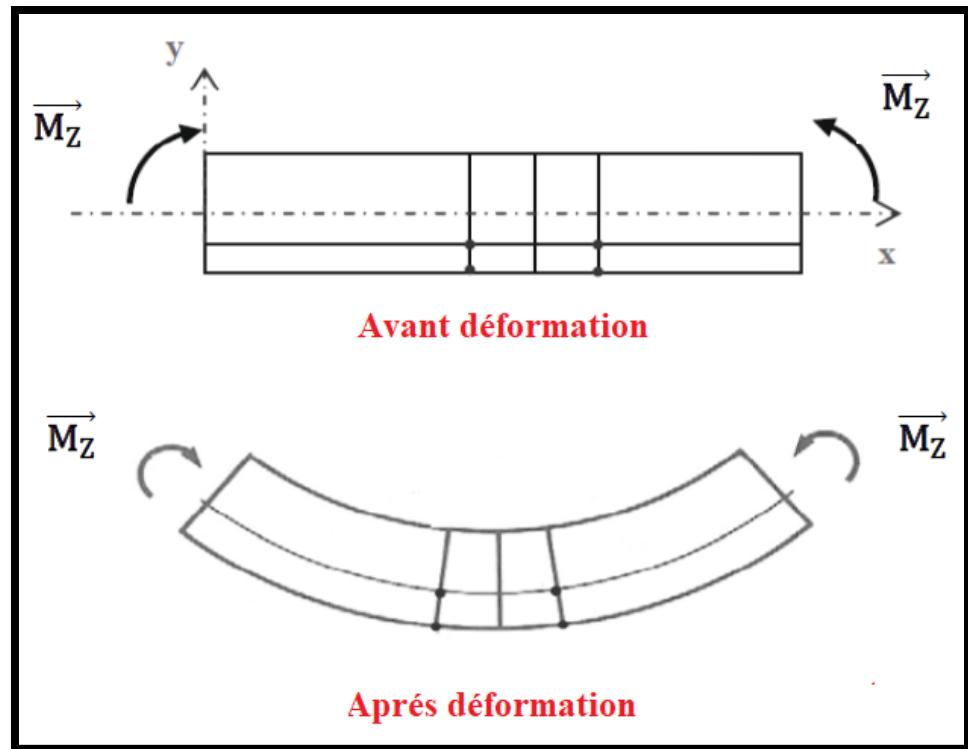
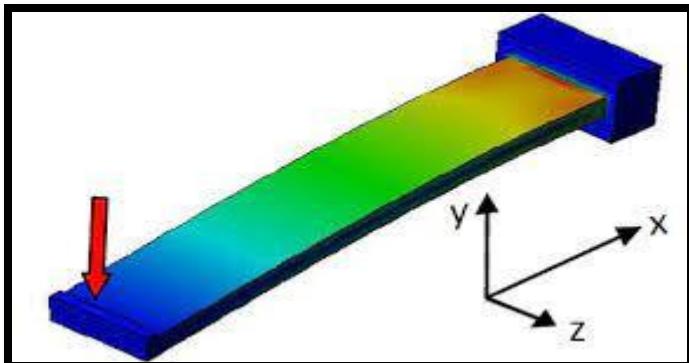
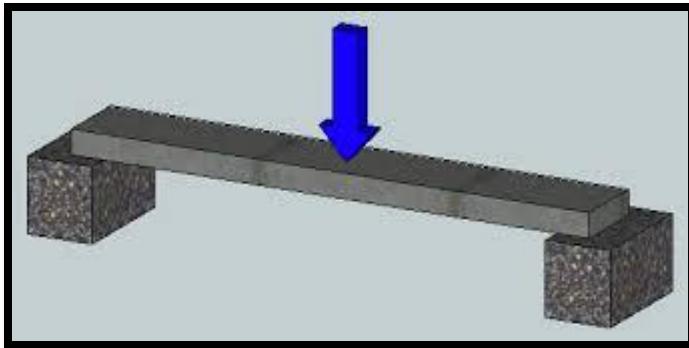
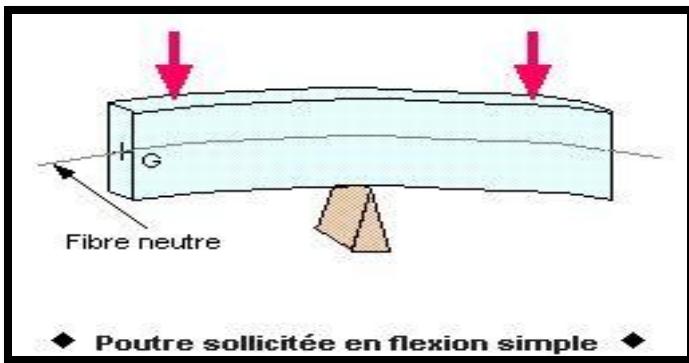


Figure a

## 2- Figures Flexion



### 3- Différents types de flexion

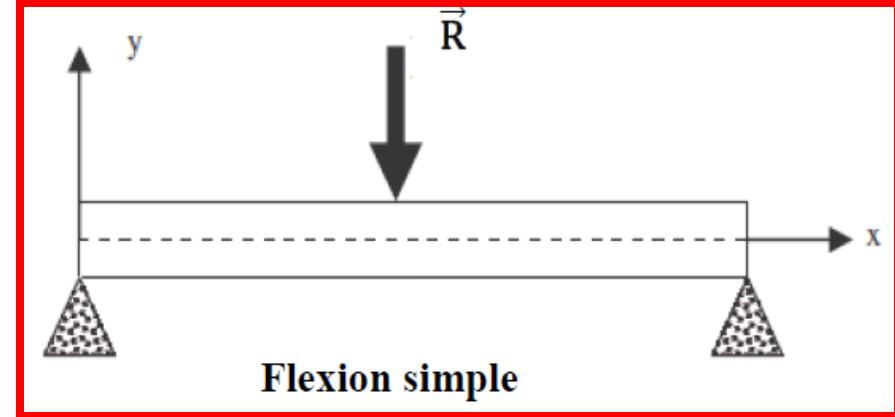
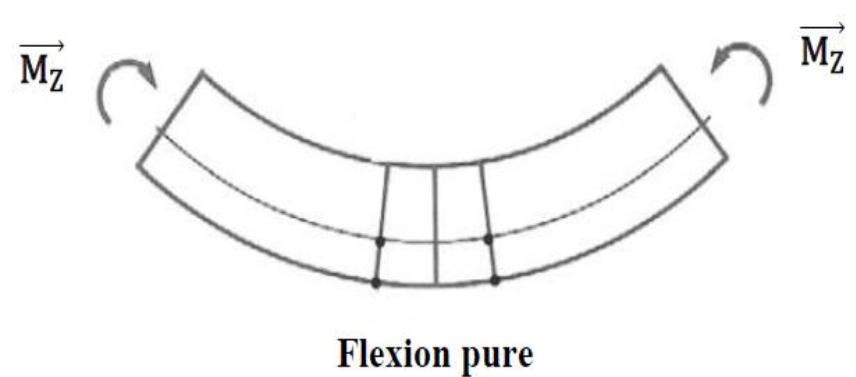
On distingue **deux** types principaux de la flexion plane:

**Flexion pure**   $M_f \neq 0, T=0$

**$M_f$**  : Moment fléchissant

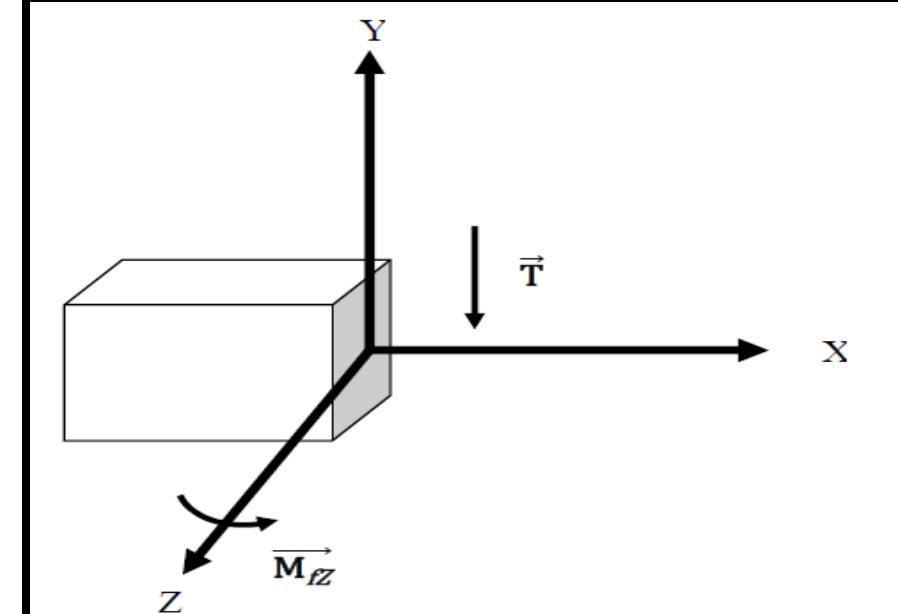
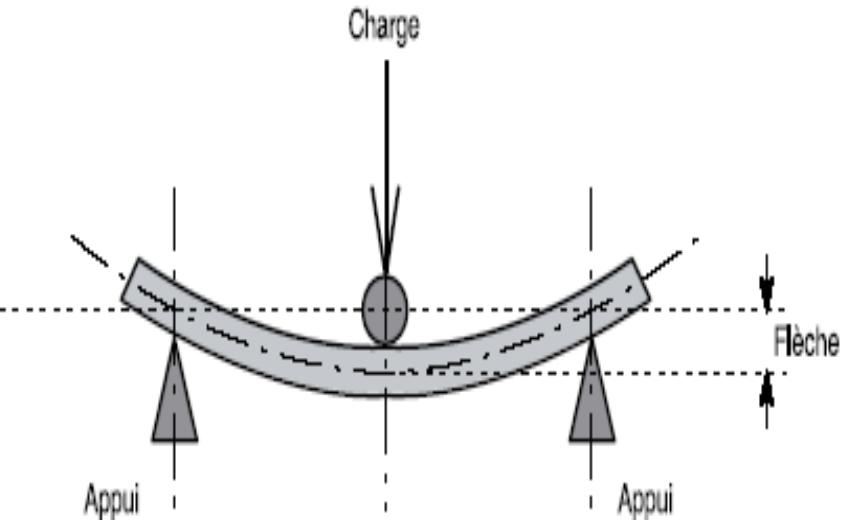
**T** : Effort tranchant

**Flexion simple**   $M_f \neq 0, T \neq 0$

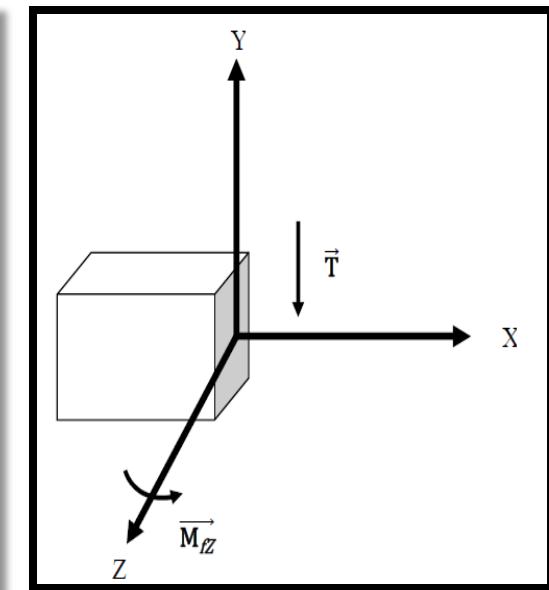
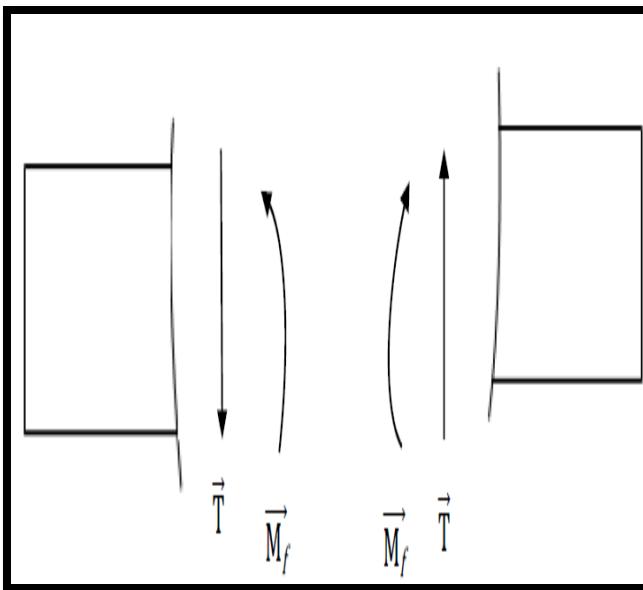
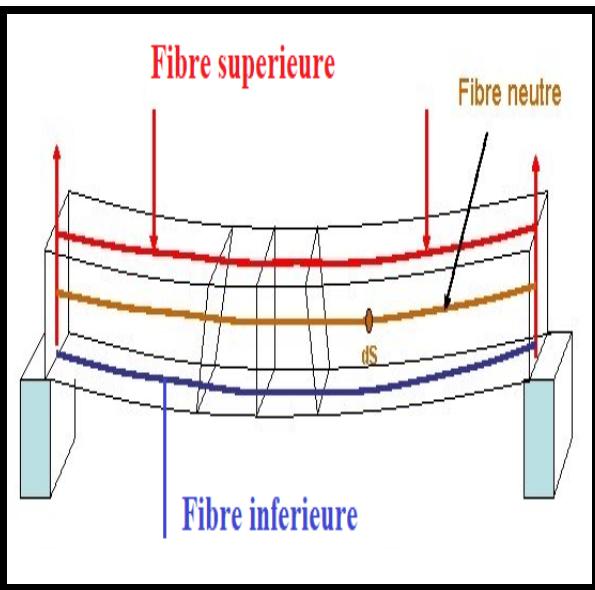


## 4- Efforts internes ( $M_f$ et $T$ )

Dans ce chapitre, on étudiera le cas **général** c.à.d. la **flexion simple** où il y a deux efforts internes ( $M_f$  et  $T$ ) et pour les déterminer, on note que le moment fléchissant  $M_f$  est déterminé par rapport à l'axe **Z** c.à.d.  $M_{fZ}$  et l'effort tranchant  $T_y$  par rapport l'axe **Y**.



## 5- Efforts internes et signe conventionnel



**Le moment fléchissant est positif** : s'il tend à mettre en **traction** les **fibres inférieures** longitudinales de la poutre. **[N.mm]**

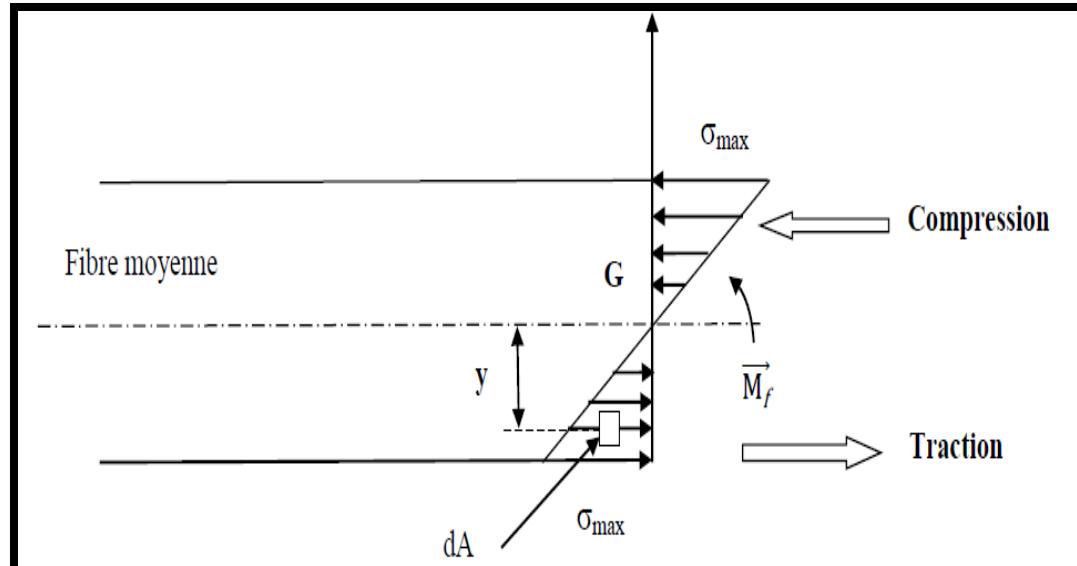
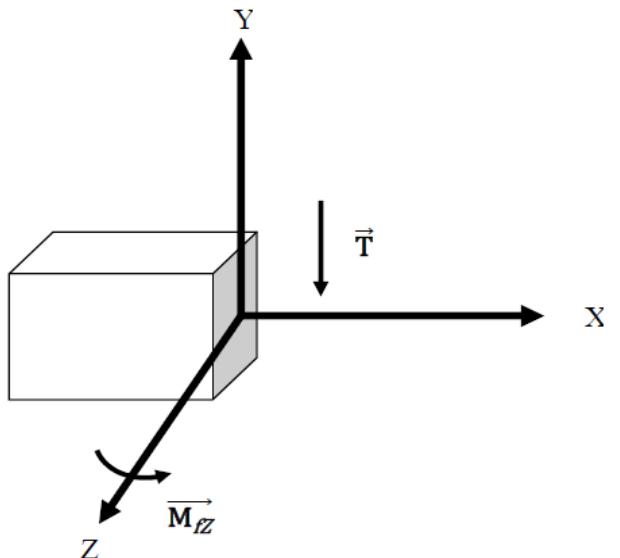
**L'effort tranchant associé est positif** : s'il tend à faire tourner la poutre dans le **sens horlogique** . **[daN]**

## 6- Contraintes en flexion

Pour la **flexion simple**, il existe **deux** types d'efforts:

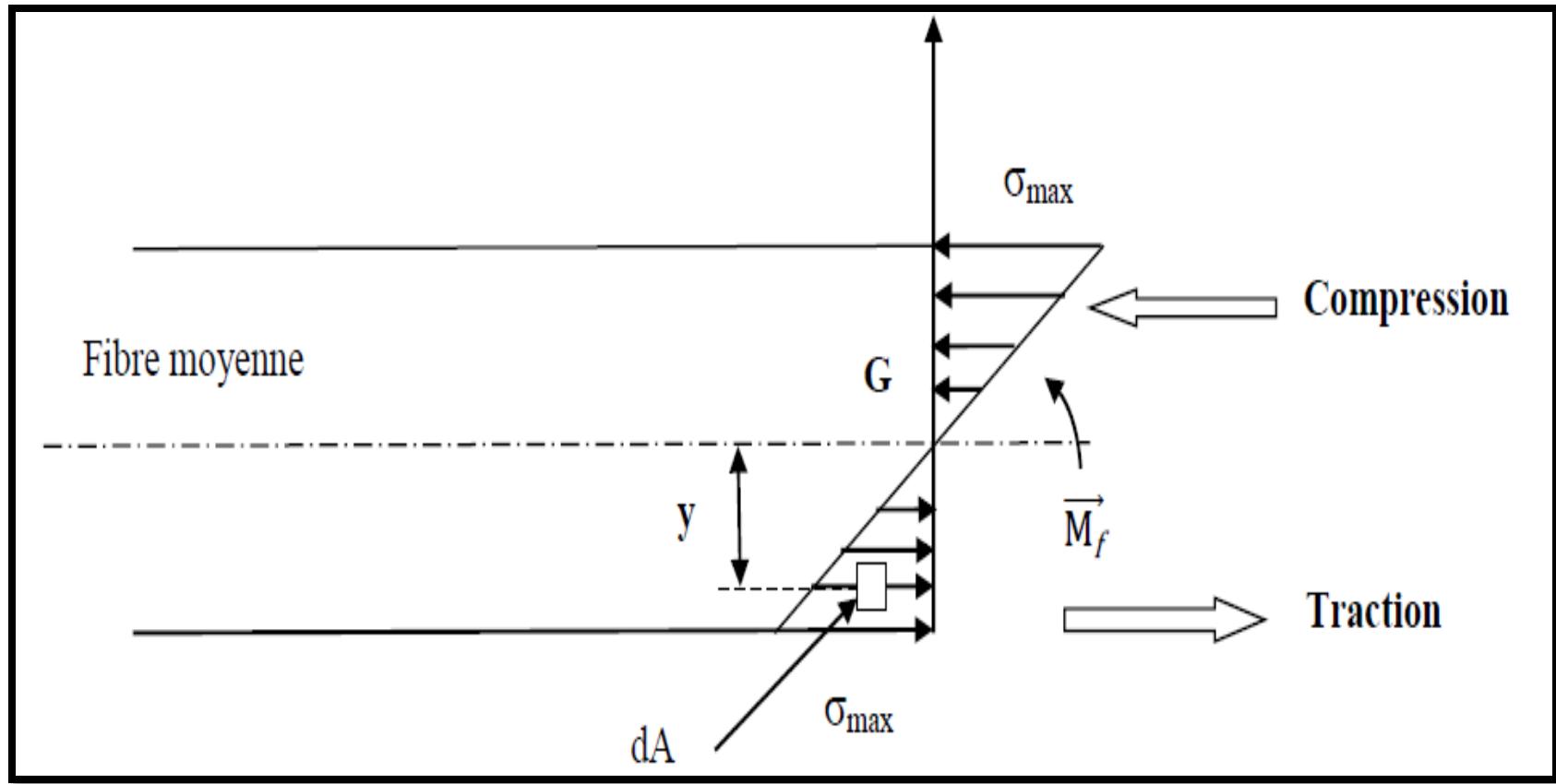
1- Moment fléchissant  $M_f$   contrainte normale  $\sigma$  (traction+compression)

2- Effort tranchant  $T$   contrainte tangentielle de cisaillement  $\tau$



## Contrainte normale $\sigma$ (Moment fléchissant $M_f$ )

En **flexion**, les fibres au-dessous de la fibre moyenne sont **tendues**, par contre les fibres au-dessus de la fibre moyenne sont **comprimées**.



On a:  $M_f = F y$

Avec:  $F=N=\sigma A$

$$\sigma = \frac{M_f y}{I_{Gz}}$$

**$I_{Gz}$** : appelé le **moment d'inertie** (ou **quadratique**) de la section de la poutre et qui est une résistance à la flexion de la poutre [**mm<sup>4</sup>**].

**y**: **Distances des fibres** **comprimées** et **tendues** les plus éloignées [**mm**]

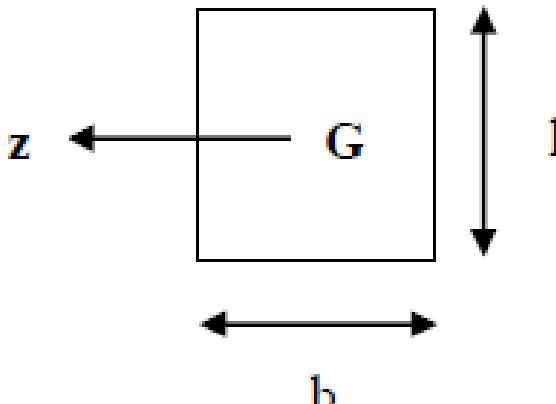
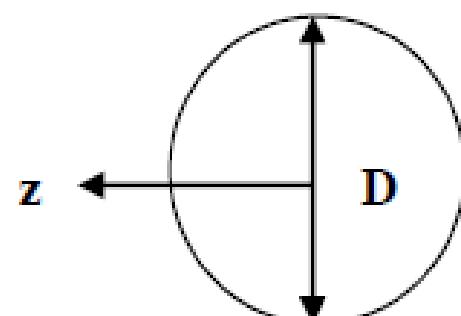
la valeur **maximale** de  **$\sigma$**  est :

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{f\max} y_{\max}}{I_{Gz}}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{f\max}}{\frac{I_{Gz}}{y_{\max}}}$$

**$I_{Gz} / y_{\max}$** : le **module de flexion** (module de la résistance de la poutre à la flexion) [**mm<sup>3</sup>**].

# Moment d'inertie ( $I_{Gz}$ ) de différentes sections de la poutre

Forme	$I_{Gz}$	Point du $\sigma_{\max}$
	$I_{Gz} = \frac{bh^3}{12}$	$h/2$
	$I_{Gz} = \frac{\pi D^4}{64}$	$D/2$

## Contrainte tangentielle $\tau$ (Effort tranchant $T$ )

Comme il y a un **effort tranchant  $T$** , donc on a une **contrainte tangentielle de cisaillement  $\tau$** .

**En flexion pure:**

**$(\tau = \text{constante et } T=\text{constante})$**

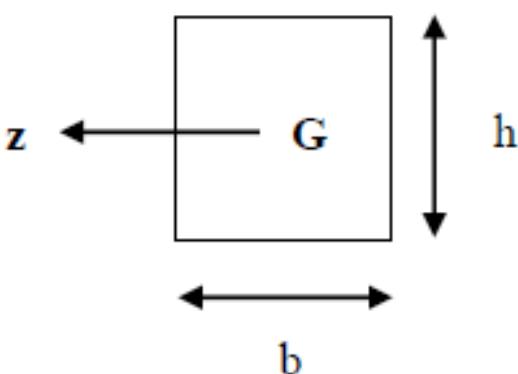
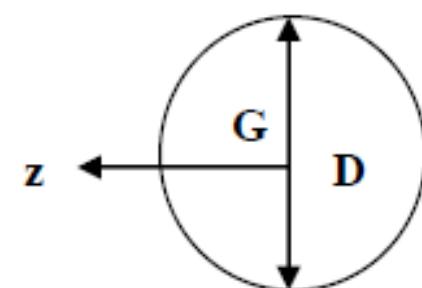
$$\tau = \frac{T}{A}$$

**En flexion simple:**

**$(\tau \neq \text{constante})$**

**Donc on prend la valeur maximale de  $\tau$ .**

## Valeurs de $\tau_{\max}$ pour différentes sections de la poutre

Forme	$\tau_{\max}$
 <p>Diagram of a rectangular cross-section with width <math>b</math> and height <math>h</math>. The centroid <math>G</math> is marked. A coordinate system <math>(z, y)</math> is shown with the <math>z</math>-axis horizontal and the <math>y</math>-axis vertical, both passing through the centroid <math>G</math>.</p>	$\tau_{\max} = \frac{3}{2} \frac{T_{\max}}{A}$ $A = bh$
 <p>Diagram of a circular cross-section with diameter <math>D</math>. The centroid <math>G</math> is marked. A coordinate system <math>(z, y)</math> is shown with the <math>z</math>-axis horizontal and the <math>y</math>-axis vertical, both passing through the centroid <math>G</math>.</p>	$\tau_{\max} = \frac{4}{3} \frac{T_{\max}}{A}$ $A = \pi D^2 / 4$

## 7- Critère de résistance

Pour qu'une pièce sollicitée en flexion **résiste** en toute sécurité, il faut:

$$\sigma_{\max} \leq \sigma_{\text{ad}}$$

$$\tau_{\max} \leq \tau_{\text{ad}}$$

Avec:

$\sigma_{\max}$ : Contrainte maximale

$\sigma_{\text{ad}}$ : Contrainte pratique ou admissible

$\tau_{\max}$ : Contrainte maximale

$\tau_{\text{ad}}$ : Contrainte pratique ou admissible

Seulement en **flexion simple**, le **cisaillement est négligeable ( $\sigma \gg \tau$ )**, donc le critère de résistance utilisé est:

$$\sigma_{\max} \leq \sigma_{\text{ad}}$$

## 8- Déformée d'une poutre en flexion simple

La fonction  $y = f(x)$  est appelée la courbe de la **déformée**.

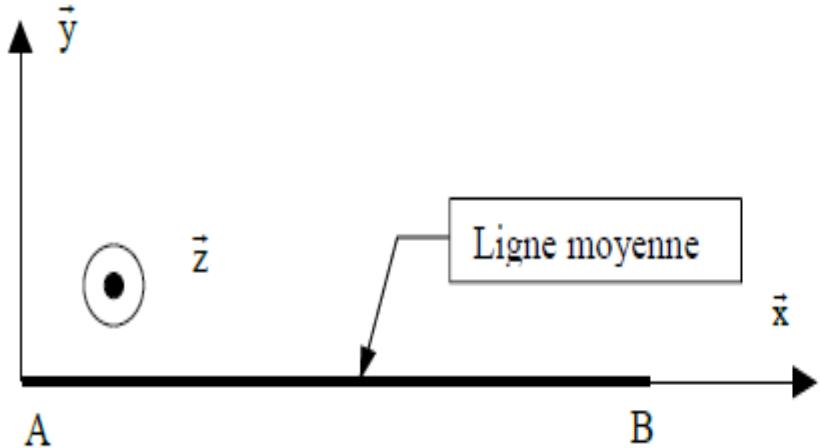


Figure 1

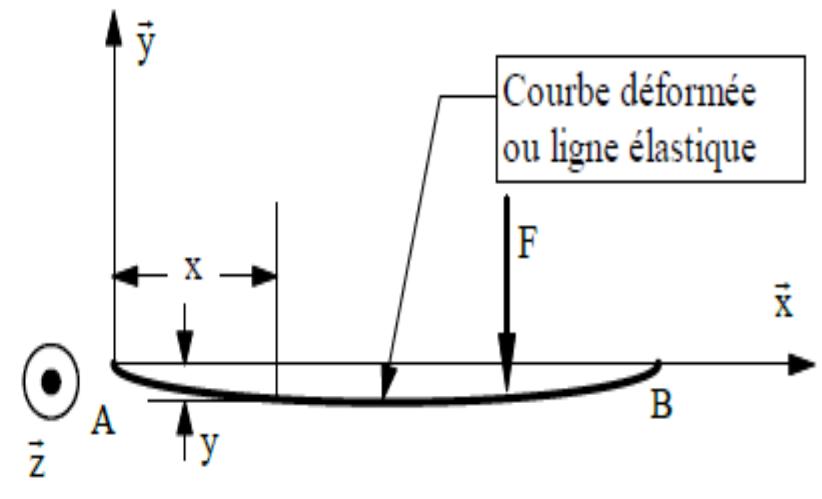


Figure 2

$$y''(x) = \frac{M_{fx}(x)}{E \cdot I_{Gz}}$$

**$y''(x)$** , L'équation de la déformée.  
 **$M(x)$** , le moment fléchissant.  
 **$E$** , le module de Young.  
 **$I$** , le moment d'inertie .

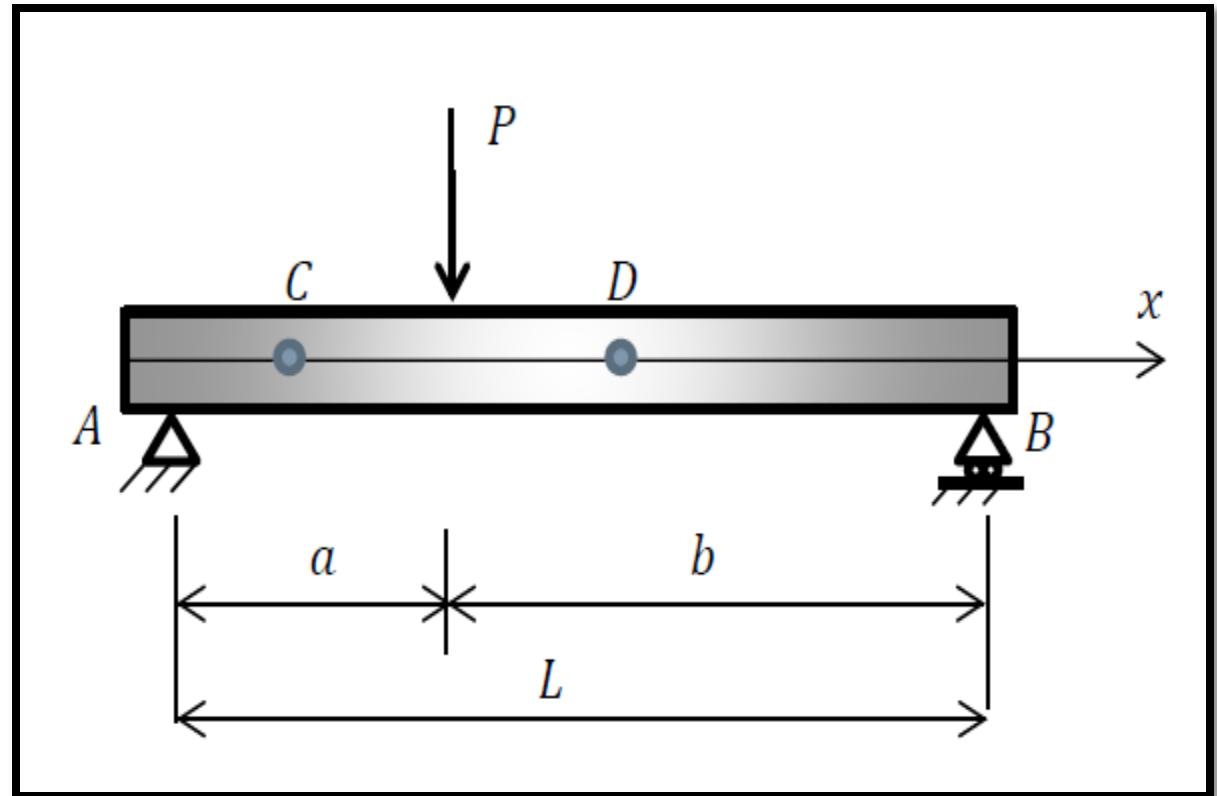
## 9- Diagramme des efforts tranchants et moments fléchissant

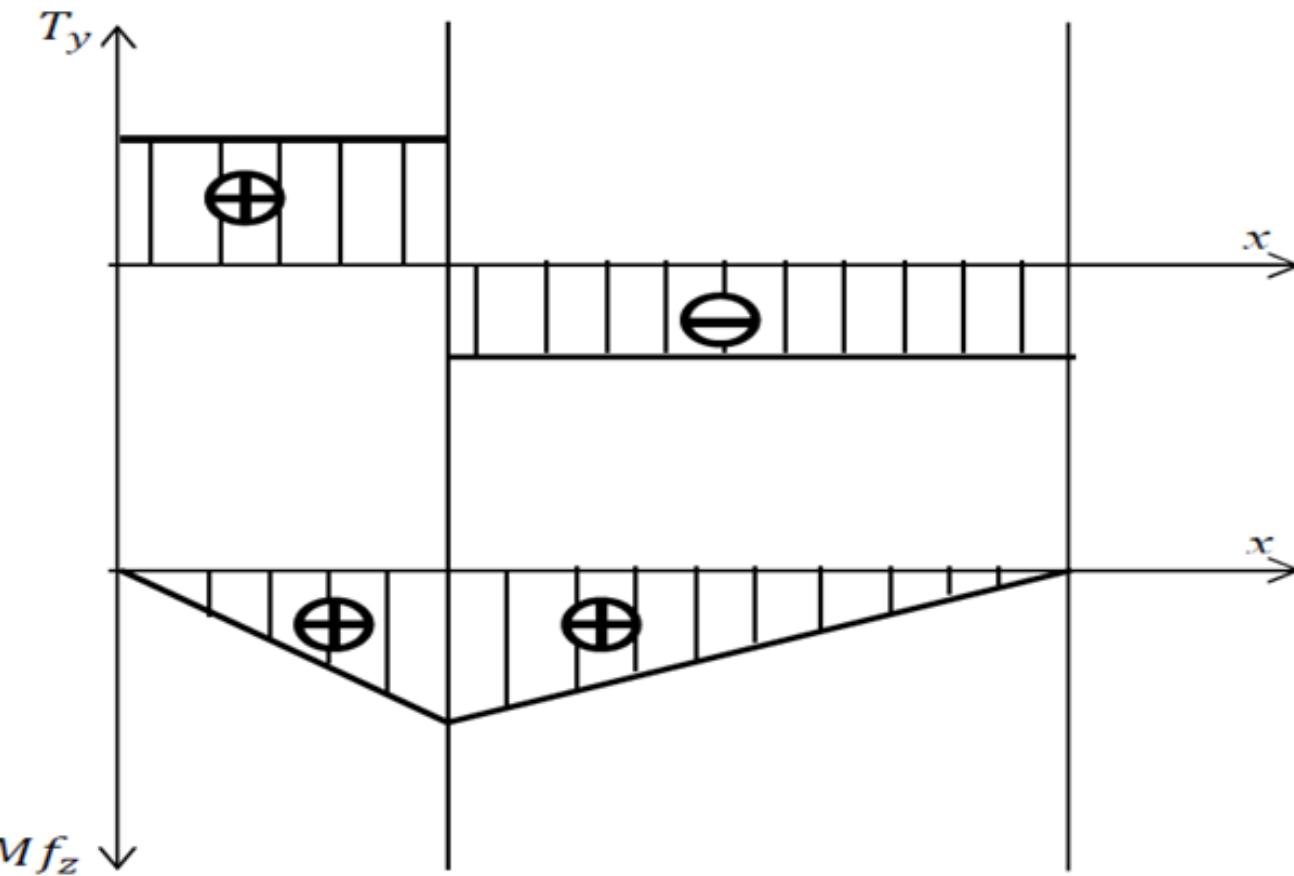
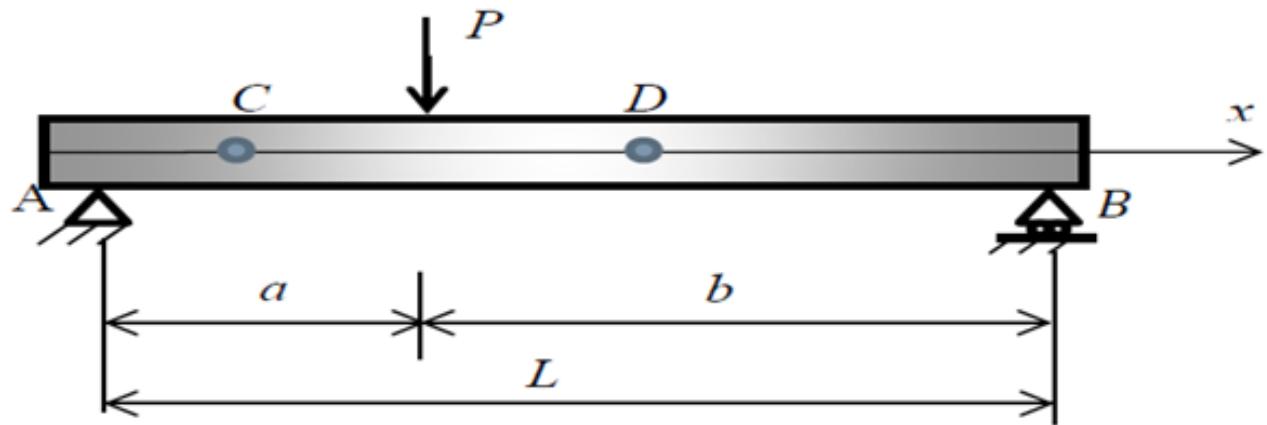
1ère partie :  $0 \leq x \leq a$

2ème partie :  $a \leq x \leq L$

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum M_C = 0$$





**Merci pour votre attention**