Chapitre 1 : Introductions et Généralités

Dr. BOUARICHA Leyla

Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Technologie

émail : l.bouaricha@univ-dbkm.dz

2.0 Avril 2022

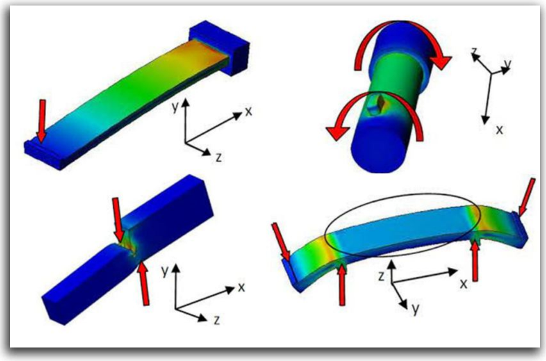


Table des matières

Objectifs

La résistance des matériaux a trois objectifs principaux :

- 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

Pré-requis

Pour pouvoir suivre ce module, l'étudiant a besoin d'avoir des connaissances sur :

• Modélisation des actions mécaniques.

• Principe fondamental de la statique.

Activité d'apprentissage

1. Exercice : Répondre en cochant la bonne réponse

Les matériaux étudiées sont supposés

- ○ Homogènes et isotropes
- ○ Continus et anisotropes

2. Exercice : Répondre en cochant la bonne réponse

Les équations qui régissent le principe fondamental de la statique dans le plan sont au nombre de:

- ○ Deux
- ○ Trois
- ○ Six

3. Exercice : Répondre en cochant la bonne réponse

Une poutre encastrée d'une extrémité et libre de l'autre extrémité est

- ○ Une fois hyperstatique
- ○ Trois fois hyperstatique
- ○ Isostatique

Buts et hypothèses de la résistance des matériaux

1. Définitions

Résistance des matériaux

La résistance des matériaux (RDM) est une branche de la mécanique des milieux continus adaptée aux déformations des structures (machines en génie mécanique, ou bâtiment en génie civil). C'est une science expérimentale concernant les solides réels. Elle permet d'étudier dans les pièces mécaniques leur résistance, les actions mécaniques qui s'y exercent et leur déformation. Pour cela il est nécessaire au préalable de bien modéliser les différentes liaisons mécaniques possibles et les actions extérieures agissant sur le système.

La statique, quant à elle, est une branche de la mécanique qui étudie les conditions sous lesquelles un corps est en l'équilibre, compte tenu des efforts que son milieu extérieur exerce sur lui.

Notion de Contrainte

Une contrainte est un effort par unité de surface qui s'exerce dans le matériau.

Soit un solide Ω soumis à des forces (concentrées ou réparties) schématisé par la figure 1.1-a.

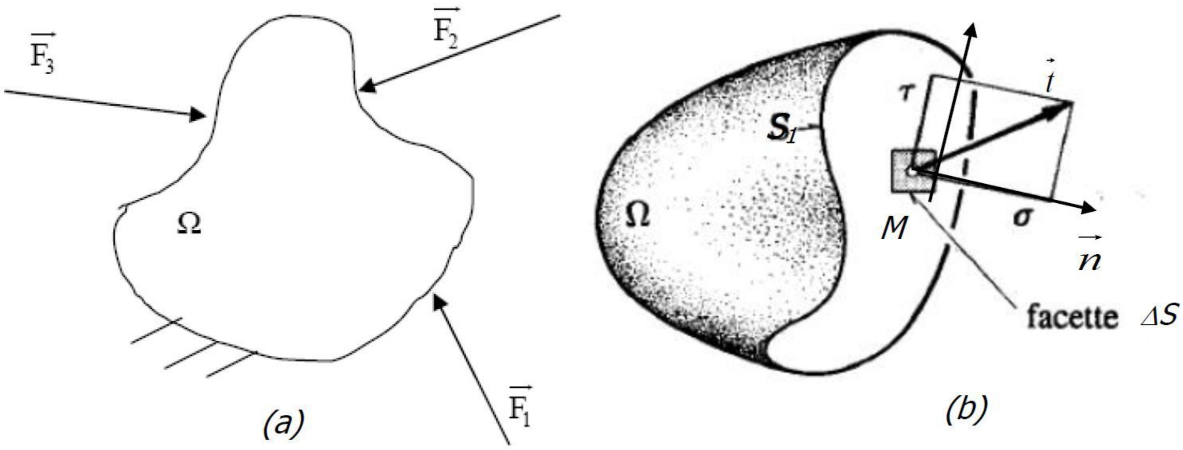


Figure 1.1 : Schématisation d'un solide chargé

On coupe le solide Ω en deux parties S1 et S2. Considérons un point M entouré par une surface ΔS. Le solide S2 exerce une action mécanique sur le solide S1 que l'on peut modéliser par un effort réparti et on a:

$$\overrightarrow{\Delta F}_{S_2/S_1} = \vec{C}(M,\vec{n})\Delta S \qquad (1)$$

Le vecteur est appelé vecteur contrainte au point M et de normale (où est le vecteur unitaire normal à ΔS sortant).

Le vecteur contrainte au point M relativement à l'élément de surface ΔS orienté par sa normale extérieure , est défini par:

$$\vec{C}(M,\vec{x}) = \lim_{\Delta S \to 0} \frac{\overrightarrow{\Delta f}}{\Delta S} = \frac{\overrightarrow{df}}{dS} \qquad (2)$$

On peut décomposer le vecteur contrainte sur les vecteurs **n** et **t** est un vecteur unitaire contenu dans le plan tangent à (ΔS) (Figs. 1.1-b, 1.2) sous la forme:

$$\vec{C}(M,\vec{n}) = \sigma\vec{n} + \tau\vec{t} \qquad (3)$$

- σ est appelée la contrainte normale
- τ est appelée la contrainte tangentielle.

La contrainte normale et la contrainte tangentielle s'expriment en Pa (ou MPa).

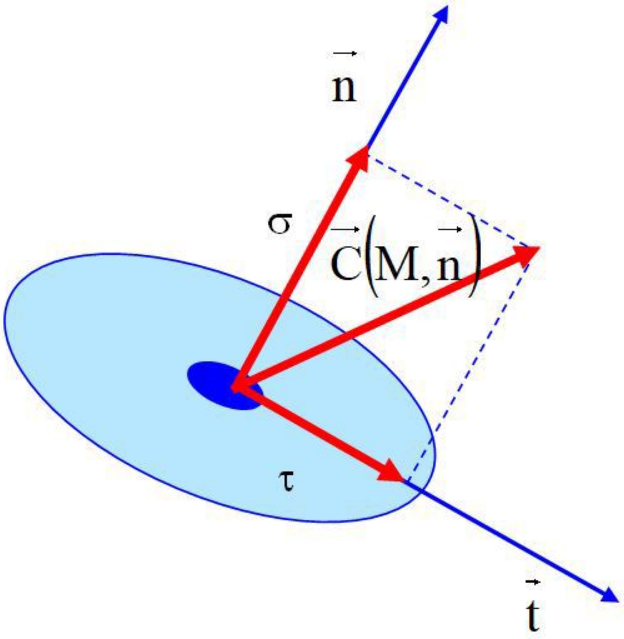


Figure 1.2- Décomposition du vecteur contrainte sur la normale et la tangente

Expérimentalement, on définit pour chaque matériau une contrainte limite admissible, notée [σ], au-delà de laquelle la pièce subit des détériorations de ses caractéristiques mécaniques, dimensionnelles, voire une rupture. Le calcul de résistance des matériaux consiste à vérifier que les contraintes engendrées par les sollicitations extérieures ne dépassent pas la contrainte limite admissible par le matériau [σ].

- Une contrainte est un outil de calcul; on ne peut pas l'observer directement, par contre on peut observer ses effets: études des déformations par exemple.
- La contrainte étant le rapport d'une force par une surface, les paramètres qui influencent directement une contrainte sont les sollicitations et la section de la pièce.

Notion de déformation

Tout solide soumis à un effort se déforme. Les déformations résultent et varient avec les charges appliquées sur les objets. Elles sont mises en évidence par la variation des dimensions, et peuvent être élastiques ou plastiques.

- La déformation est dite **élastique** si le solide reprend sa forme initiale après arrêt de l'action des forces (cas d'un ressort chargé normalement).

- La déformation est dite **plastique** si le solide reste déformé après arrêt de l'action des forces (cas d'une pâte à modeler).

Notons qu'aucun matériau n'est parfaitement élastique. Cependant, la déformation est généralement élastique pour les efforts suffisamment faibles, puis devient plastique à partir d'un certain seuil de contrainte σ_e appelé **limite élastique**

- La **limite d'élasticité** est une contrainte caractéristique du matériau. Elle ne dépend ni des dimensions de la pièce ni des sollicitations qui lui sont appliquées.

Dans le cours de la résistance des matériaux, nous nous intéresserons exclusivement aux matériaux élastiques. Ceci veut dire que nous supposerons toujours que les sollicitations auxquelles sont soumises les structures étudiées sont suffisamment faibles pour que les déformations soient élastiques.

2. Hypothèses de la résistance des matériaux

2.1. Hypothèses sur le matériau

- **Continuité**

La matière est supposée continue, c-à-d que les distances entre les molécules sont toujours très petites; à l'échelle de la *RDM*∗, alors la matière apparaît continue.

- **Homogénéité**

On admettra que tous les éléments du matériau, aussi petits soient-ils, ont une structure identique. Ses propriétés sont identiques en chaque point.

- **Isotropie**

On admettra, qu'en tous les points et dans toutes les directions autour de ces points, les matériaux possèdent les mêmes propriétés mécaniques.

2.2. Hypothèses sur les déformations

On fera l'hypothèse que les déformations sont petites par rapport à toutes les dimensions de l'élément (poutre, par exemple). Ainsi, on assimilera la géométrie en configuration déformée à la géométrie en configuration non déformée (Fig. 1.3). Les efforts sont donc considérés invariants en dépit de la déformation des poutres ∗.

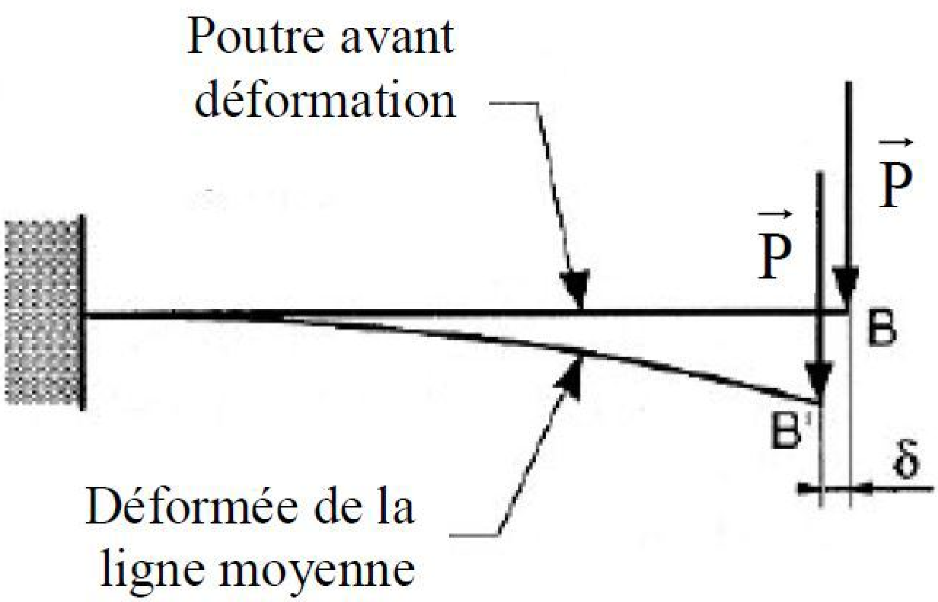


Figure 1.3- Poutre droite déformée.

2.3. Hypothèses de Navier-Bernoulli

- Les sections planes, normales aux fibres avant déformation restent planes et normales aux fibres après déformation.
- Les sections droites normales à la fibre neutre restent donc perpendiculaires à la fibre neutre après déformation. Si l'on connaît la déformée de la fibre neutre, on peut donc en déduire le déplacement de n'importe quel point de la poutre. Dans la suite, on ne représentera donc que la fibre neutre pour représenter une poutre (Fig. 1.4).

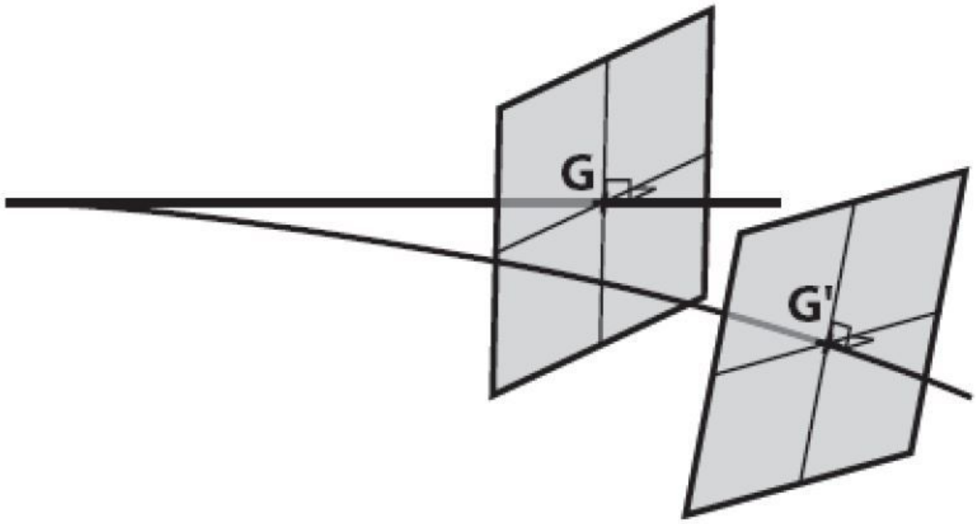


Figure 1.4- Schématisation de l'hypothèse de Navier - Bernoulli.

2.4. Hypothèse de Barré de Saint-Venant

On fera l'hypothèse que les résultats de calculs seront valables loin des points d'application des charges.

L'état des sollicitations dans une région suffisamment éloignée des points d'application des charges extérieures appliquées à la poutre ne dépend donc que du torseur associé à ces charges (Fig. 1.5).

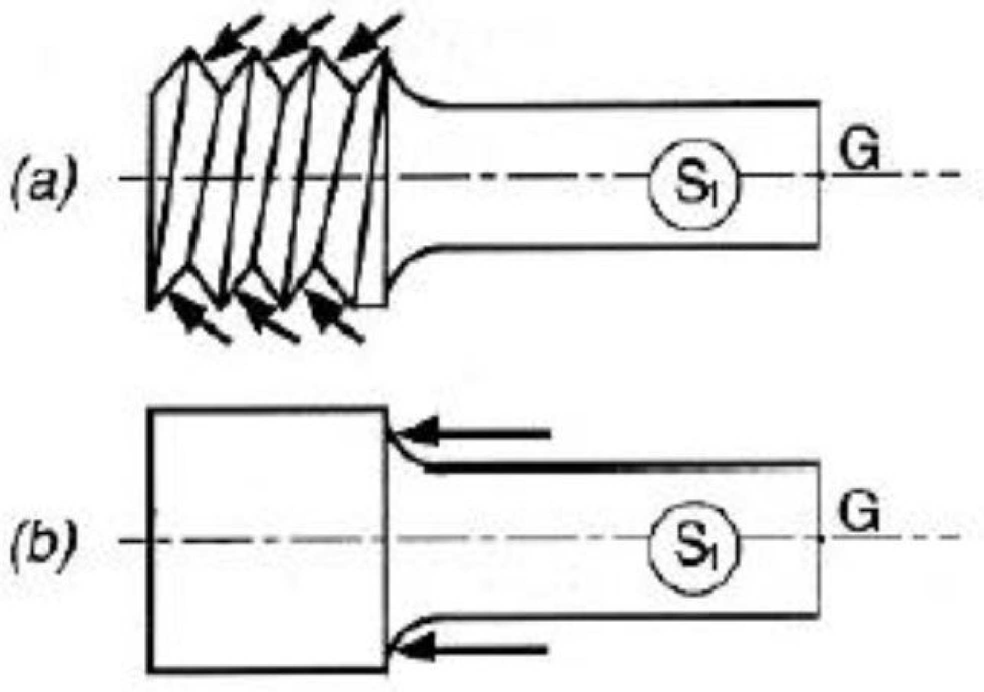


Figure 1.5- Schématisation de l'hypothèse de Barré de Saint-Venant.

Classification des solides (poutre, plaque, coque)

IV

1. Poutre

Une poutre est un solide engendré par une surface plane (Σ) dont le centre G décrit une courbe appelée ligne moyenne. Le rayon de courbure de la ligne moyenne est grand par rapport aux dimensions de la section droite (Σ).

- La section droite (Σ) de centre de surface G varie progressivement (Fig. 1.6) ou est constante (Fig. 1.7).
- La poutre a une grande longueur par rapport aux dimensions transversales.
- La poutre possède un plan de symétrie.
- Les points disposés de façon identique sur les sections droites constituent des lignes appelées fibres (Fig. 1.6).
- La ligne moyenne est aussi appelée fibre neutre.
- Lorsque la ligne moyenne est une droite, alors la poutre est appelée poutre droite (Fig. 1.7).
- Les sections droites des poutres étudiées ont un plan de symétrie et qu'elles sont chargées dans ce plan.

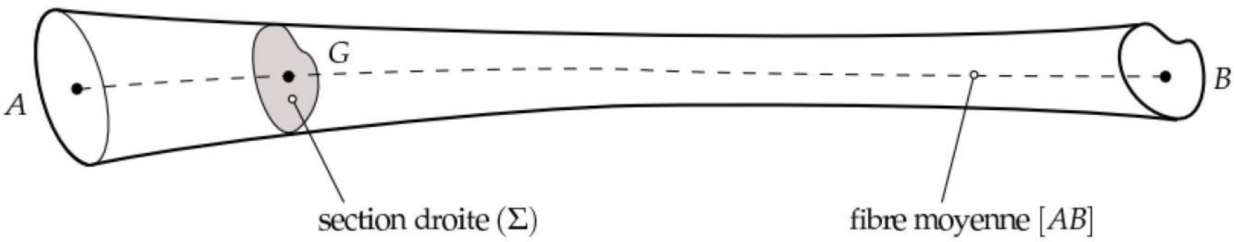


Figure 1.6- Modèle de poutre

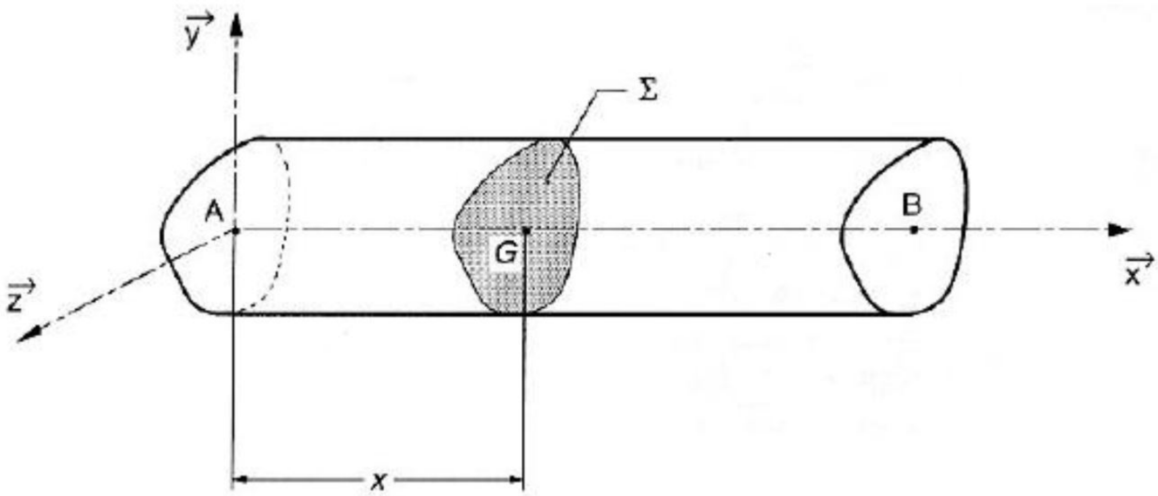


Figure 1.7- Poutre droite.

2. Plaque

Une plaque est un élément prismatique d'épaisseur h petite devant les deux autres directions de l'espace (Fig. 1.8). Le plan moyen sera le plan (O, x, y), le déplacement transverse étant la direction z. On suppose que l'hypothèse des petits déplacements vérifiée.

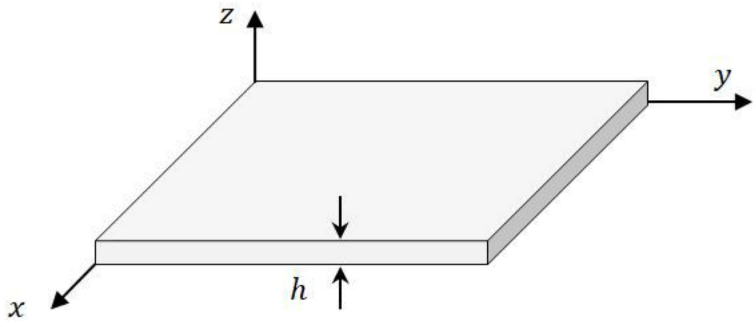


Figure 1.8- Plaque.

3. Coque

Une coque est un solide délimité par deux surfaces proches et approximativement parallèles. Elle est soit fermée sur elle-même, soit délimitée en outre par une surface périphérique (le bord) qui joint les deux surfaces principales (Fig . 1.9).

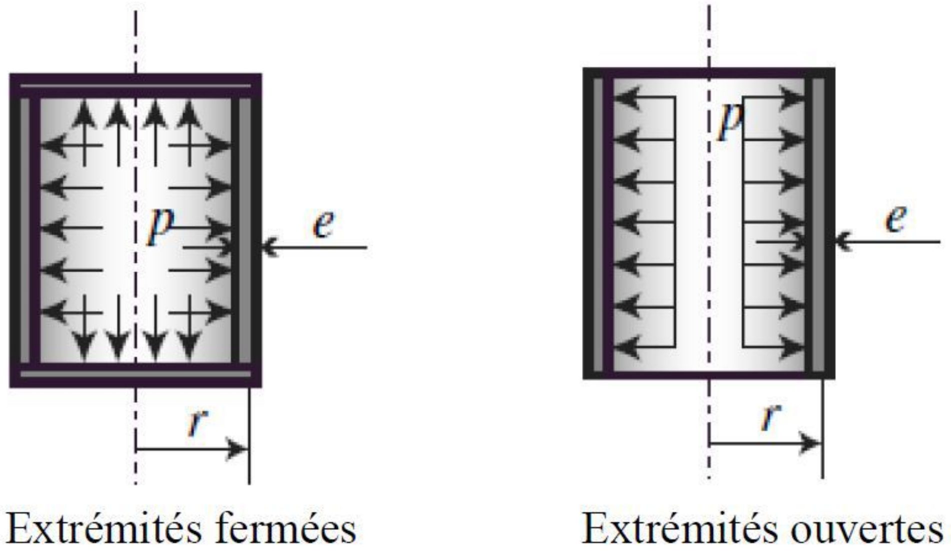


Figure 1.9- Coques.

Types de chargements et de liaisons

1. Types de chargements

Les chargements peuvent être classifiés de différentes manières. On distingue deux types de chargements (ou actions mécaniques):

- les actions mécaniques de contact (liaisons de contact entre solides, pression,...);
- les actions mécaniques à distance (champ de pesanteur, force électromagnétique,...).

Le premier type d'action est une action qui s'applique sur la surface du solide (action surfacique) tandis que le second s'exerce au niveau de son volume (action volumique).

On distingue aussi les actions extérieures et les actions intérieures à un système de solides.

- On appelle effort (ou action) extérieur appliqué à un système matériel isolé, toutes les actions mécaniques agissant sur ce système, dont l'origine est à l'extérieur du système. Ces actions sont : soit des actions mécaniques de contact ; soit des actions à distances (gravité).
- Les efforts intérieurs sont les efforts que s'exercent mutuellement les différentes parties du système isolé.

Remarque

La notion d'efforts extérieurs et intérieurs ne dépend que de la frontière du système isolé.

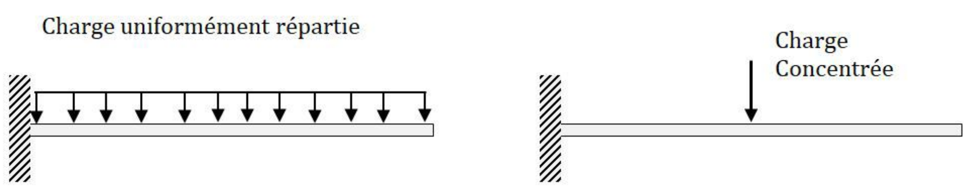
Modélisation des actions mécaniques

L'analyse des actions mécaniques ne peut se faire qu'en utilisant des modèles pour représenter les actions et leurs effets sur le solide. On distingue principalement deux modèles pour représenter et étudier les actions mécaniques, le modèle local et le modèle global.

Le modèle local (Fig. 1.10-a) permet d'étudier l'action et son effet en tout point de la zone où elle s'exerce: étude des pressions de contact, contraintes dans les matériaux, déformation du solide, ...

Dans le modèle global (Fig. 1.10-b) on associe à l'action mécanique un torseur (dit Torseur d'Action Mécanique). Ce modèle fait disparaître l'effet local de l'action mais rend son utilisation pratique pour l'étude de l'équilibre ou de la dynamique.

Ces deux modèles, global et local, ne sont pas interchangeables; si on peut déterminer le torseur d'action mécanique à partir de la répartition locale des efforts, on ne peut faire le travail inverse sans faire des hypothèses sur la répartition.



(a) Modèle local. **(b)** Modèle global.

Figure 1.10- Modèle local et global

La charge uniformément répartie (Fig. 1.10-a) est remplacée par l'effort équivalent **F** (Fig.1.10-b).

Définition du torseur

La définition complète d'un effort (force) fait intervenir deux vecteurs :

- une force **R** appelée résultante,
- un moment en un point O quelconque, appelé moment.

Ces deux vecteurs, appelés éléments de réduction, peuvent être regroupés en une seule écriture dans un nouvel outil mathématique appelé « Torseur ».

On note un torseur quelconque et ses éléments de réduction au point O.

2. Types de liaisons

Les principales liaisons sont:

- L'appui simple: 1 DDL bloqué – (1 inconnue de liaison)

- L'appui élastique: 1DDL contrôlé – (1 inconnue de liaison et une loi de comportement)

- L'articulation: 2 DDL bloqués – (2 inconnues de liaison)

- L'encastrement: 3 DDL bloqués – (3 inconnues de liaison)

2.1. Appui simple

L'appui simple bloque la translation dans la direction de l'appui, il permet une translation Δx dans la direction perpendiculaire et une rotation Ω autour de l'axe perpendiculaire au plan de la liaison.

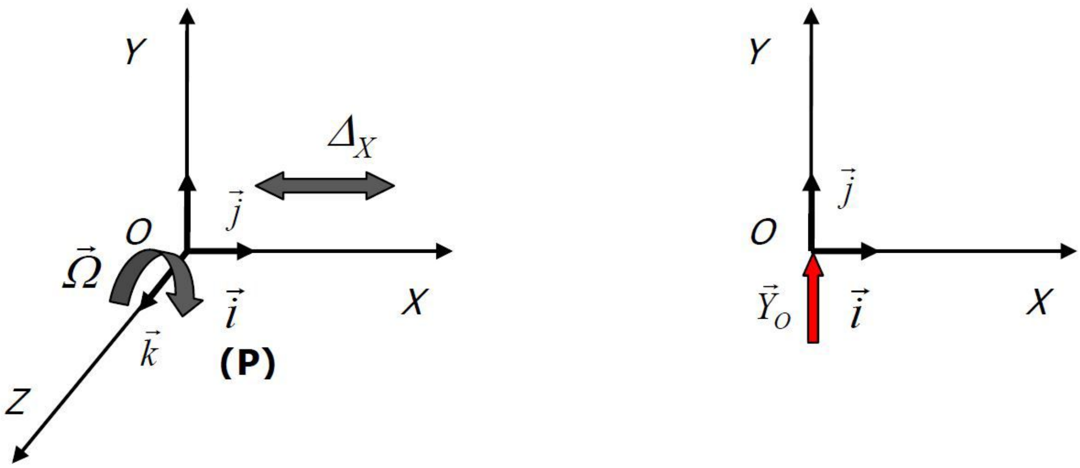


Figure 1.11- Schématisation d'un appui simple.

Le torseur au centre de la liaison s'écrit:

$$\{\vec{\tau}\}_O = \begin{Bmatrix} \overrightarrow{R_O} = Y_O \vec{j} \\ \\ \overrightarrow{M_O} = 0\vec{k} \end{Bmatrix}$$

2.2. Appui élastique

L'appui élastique contrôle une translation par la connaissance de la raideur de l'appareil d'appui. On a une relation de comportement de l'appui du type:

Il permet une translation contrôlée Δy, peut permettre ou non une translation Δx (appui glissant) et il permet une rotation Ω

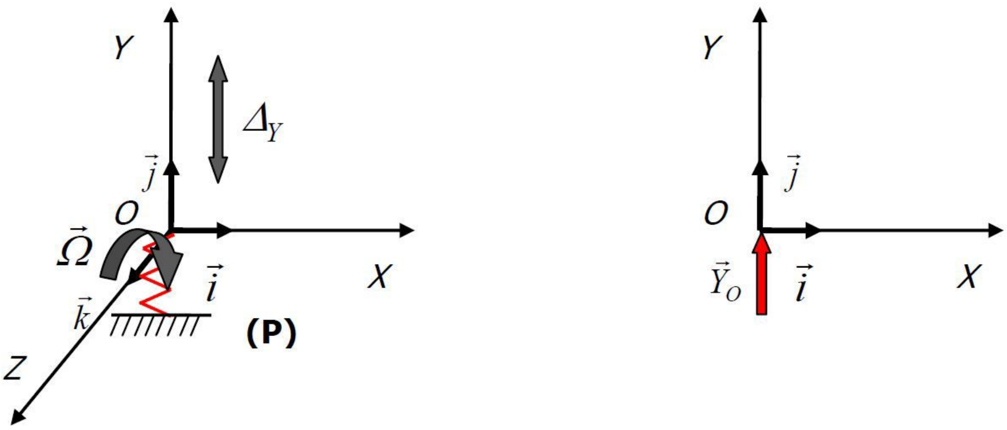


Figure 1.12- Schématisation d'un appui élastique.

Le torseur au centre de la liaison s'écrit:

$$\left\{\overleftrightarrow{\tau}\right\}_O = \begin{Bmatrix} \overrightarrow{R}_O = Y_O\,\vec{j} = k.\Delta_Y.\vec{j} \\ \\ \overrightarrow{M}_O = 0\vec{k} \end{Bmatrix}$$

2.3. Appui double (Articulation)

L'articulation permet de bloquer les deux translations possibles dans le plan. Elle permet donc une rotation libre Ω.

L'articulation est modélisée comme le montre la figure 1.13.

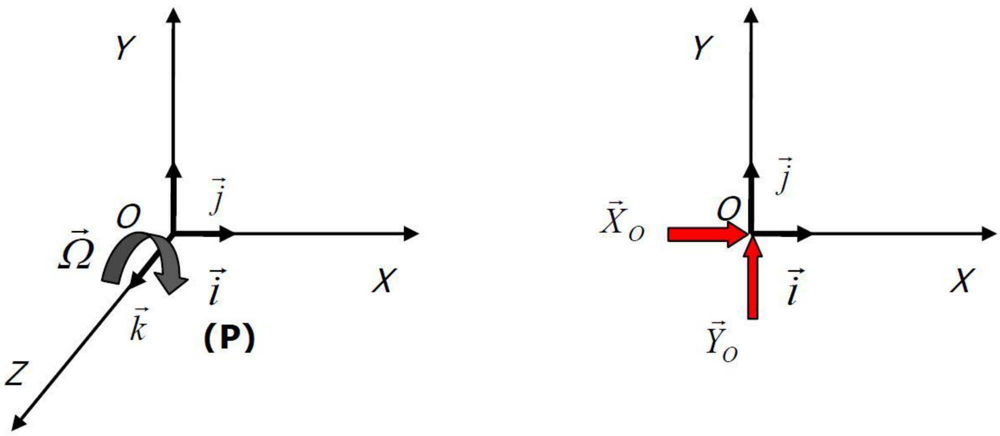


Figure 1.13- Schématisation d'une articulation.

Le torseur au centre de la liaison s'écrit:

$$\left\{\overleftrightarrow{\tau}\right\}_O = \left\{ \begin{aligned} \overrightarrow{R}_O &= X_O\vec{i} + Y_O\vec{j} \\ \\ \overrightarrow{M}_O &= 0\vec{k} \end{aligned} \right\}$$

2.4. Encastrement

Cette liaison bloque les trois degrés de liberté possibles: deux translations élémentaires et une rotation.

L'encastrement est modélisé comme le montre la figure 1.13.

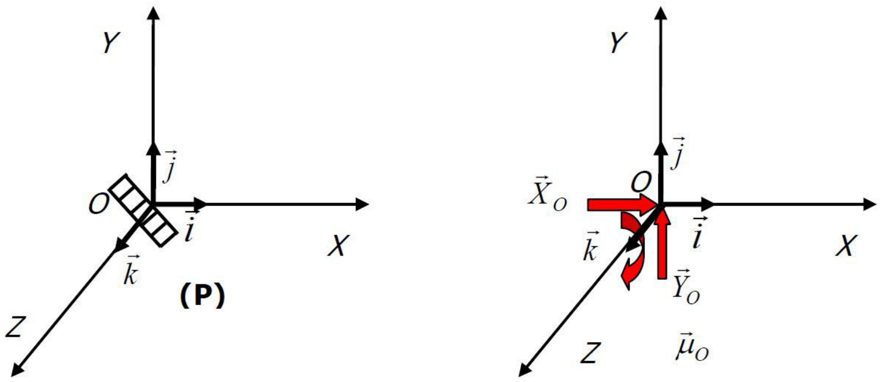


Fig. 1.14- Schématisation d'un encastrement.

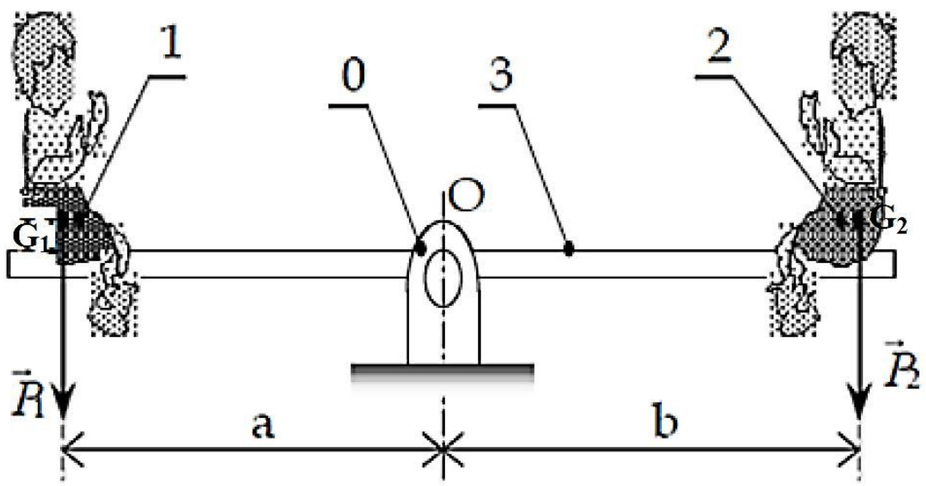
Le torseur au centre de la liaison s'écrit:

$$\left\{\overleftrightarrow{\tau}\right\}_O = \left\{ \begin{aligned} \overrightarrow{R}_O &= X_O\vec{i} + Y_O\vec{j} \\ \\ \overrightarrow{M}_O &= \mu_O\vec{k} \end{aligned} \right\}$$

Exemple

Une balançoire 3 est articulée en O (liaison pivot) sur un socle fixe 0. P1 et P2 représentent les poids respectifs des deux enfants 1 et 2, appliqués respectivement en G1 et G2.

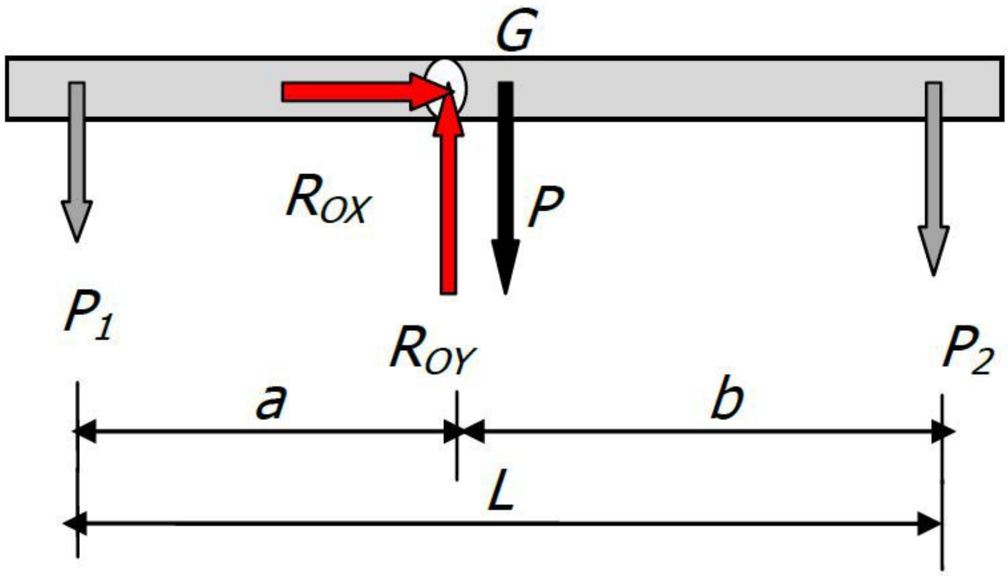
Schématiser toutes les actions s'exerçant sur la balançoire.



Solution

Les actions s'exerçant sur la balançoire sont:

- Le poids de la balançoire
- Les poids des deux enfants
- L'action de liaison au point O



Principe Général d'équilibre – Équations d'équilibres

VI

Les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'un système soit en équilibre sont :

1. les sommes des projections de toutes les forces sur 3 axes passant par un point quelconque et non situés dans un même plan doivent être nulles,
2. les sommes des moments par rapport à chacun des trois axes doivent être nulles.

Pour une construction (structure), la vérification de ces conditions signifie qu'elle ne peut se déplacer comme un tout (corps rigide), autrement dit elle est en équilibre.

Soit un solide (S) soumis à un système de forces extérieures modélisé par le torseur .

Soit le référentiel associé à (S); (S) est en équilibre si et seulement si:

$$\left\{\overrightarrow{F}_{ext}\right\}_O = \left\{\vec{0}\right\}_O \Rightarrow \left| \begin{array}{ll} \overrightarrow{R}_{(\vec{F}_{ext})} = \vec{0} & (4) \\ \overrightarrow{M}_{(\vec{F}_{ext})/O} = \vec{0} & (5) \end{array} \right.$$

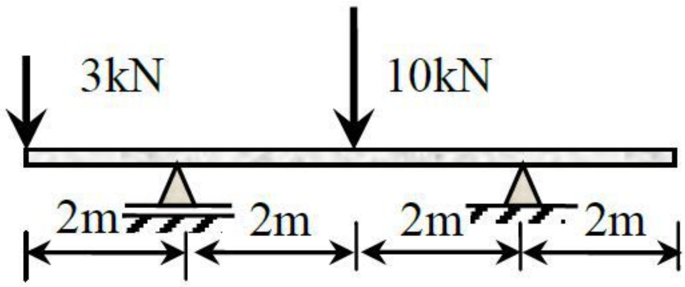
Remarque

Notons que les équations d'équilibre de la statique sont écrites en travaillant sur la configuration initiale du système, c'est-à-dire non déformée ; autrement dit les déformations sont négligées.

Exercice : Choisir la bonne réponse

VII

Pour la poutre schématisée par la figure ci-dessous, calculer les réactions aux appuis.



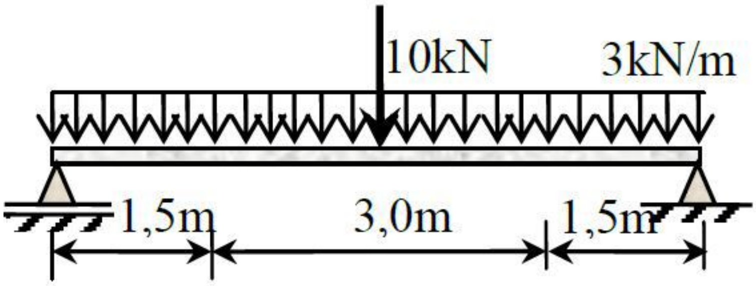
Exemple N° : 1

- ○ $R_{Bx}=0\,kN$; $R_{By}=17/2\,kN$ *et* $R_{Ay}=9/2\,kN$
- ○ $R_{Bx}=0\,kN$; $R_{By}=7/2\,kN$ *et* $R_{Ay}=19/2\,kN$
- ○ $R_{Bx}=0\,kN$; $R_{By}=7/2\,kN$ *et* $R_{Ay}=9/2\,kN$

Exercice : Choisir la bonne réponse

VIII

Pour la poutre schématisée par la figure ci-dessous, calculer les réactions aux appuis.

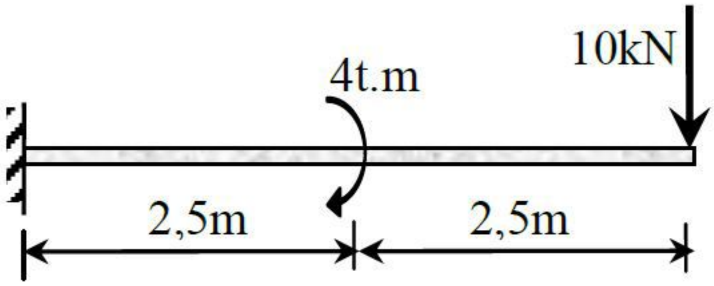


- $R_{Bx} = 0\,kN$; $R_{By} = 24\,kN$ et $R_{Ay} = 4\,kN$
- $R_{Bx} = 0\,kN$; $R_{By} = 12\,kN$ et $R_{Ay} = 12\,kN$
- $R_{Bx} = 0\,kN$; $R_{By} = 14\,kN$ et $R_{Ay} = 14\,kN$

Exercice : Choisir la bonne réponse

IX

Pour la poutre schématisée par la figure ci-dessous, calculer les réactions aux appuis.



- $R_{Ax}=0\,t$; $R_{Ay}=4\,t$ et $M_A=14\,t$
- $R_{Ax}=0\,t$; $R_{Ay}=1\,t$ et $M_A=9\,t$
- $R_{Ax}=0\,t$; $R_{Ay}=12\,t$ et $M_A=4\,t$

Principes de la coupe (ou isolement) – Éléments de réduction

Considérons la poutre chargée représentée à la figure 1.15. Le corps étant en équilibre sous l'action des charges extérieures et des réactions (supposées con- nues), chaque partie de ce corps se trouve également en équilibre.

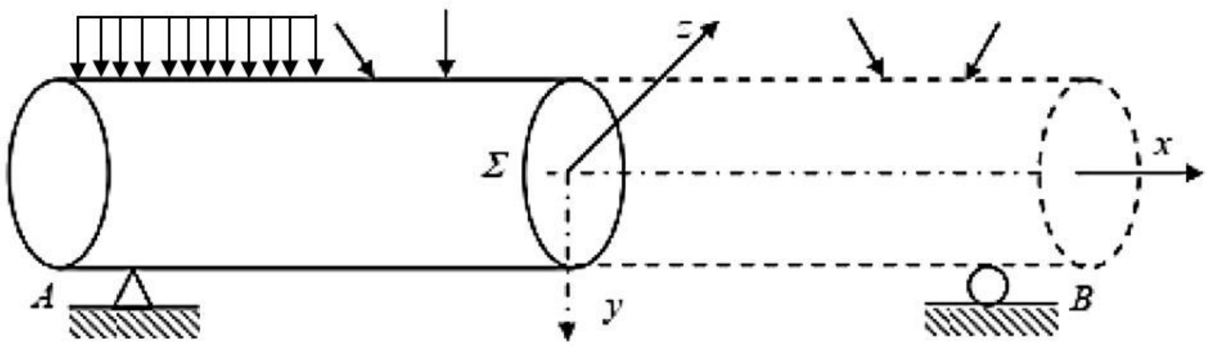


Figure 1.15- Illustration du principes de la coupe (ou isolement)

Pratiquons (par l'esprit) une coupe dans la poutre suivant le plan vertical yz, de manière à avoir deux tronçons. Intéressons-nous par exemple à la partie de gauche. Le tronçon considéré est en équilibre sous l'action des sollicitations qui lui sont appliquées, des composantes de réaction de l'appui A et de l'action du tronçon de droite supprimé.

L'action du tronçon de droite sur le tronçon de gauche peut être remplacée par : une force résultante R (Rx, Ry et Rz) et un couple résultant C (Cx, Cy et Cz) agissant au centre de gravité de la section Σ. Les six composantes représentant l'action de la partie de droite sur la partie de gauche peuvent être déterminées à l'aide des équations de la statique exprimant l'équilibre de la partie considérée (3 équations d'équilibre de translation et 3 équations d'équilibre de rotation).

Les composantes Rx, Ry, Rz, Cx, Cy et Cz s'appellent éléments de réduction (réduction de toutes les forces à droite de la section Σ) dans la section Σ de la poutre considérée. En RDM, on utilise plutôt les notations Nx, Ty, Tz, Mt, My et Mz qui désignent l'effort normal (Nx), les efforts tranchants (Ty et Tz), le moment de torsion (Mt) et les moments fléchissants (My et Mz). Les composantes Rx, Ry, Rz, Cx, Cy, Cz et les grandeurs Nx, Ty, Tz, Mt, My et Mz ne diffèrent que par le signe.

Les composantes Rx, Ry, Rz, Cx, Cy et Cz sont positives si elles sont orientées dans les sens positifs des axes x, y et z du trièdre direct xyz (Figures 1.16b et 1.16c). Par contre, pour Nx, Ty, Tz, Mt, My et Mz nous adopterons des conventions de signes particulières pour des raisons pratiques qui apparaîtront plus loin (Figures 1.16b et 1.16d).

La composante Nx (Rx) agit normalement à la section ; quant aux efforts Ty et Tz (Ry et Rz), ils s'exercent tangentiellement (transversalement) à la section.

La composante Mt s'appelle moment de torsion (Cx couple de torsion), car il tord la poutre. Convenons tout de suite de considérer un moment de torsion comme positif s'il tend à faire tourner la section considérée dans le sens horlogique.

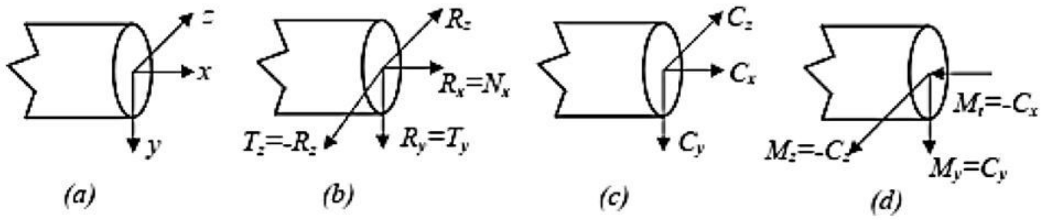


Figure 1.16- Principe de la coupe

Les deux dernières composantes, My et Mz, sont appelées moments de flexion (Cy et Cz couples de flexion), car ils fléchissent la poutre. La seule différence entre les moments et les couples de flexion réside comme on l'a souligné dans la convention des signes (Figure 1.15). Les couples Cy et Cz sont positifs s'ils sont orientés dans les sens positifs des axes y et z du trièdre direct xyz. Pour les moments My et Mz, on a l'habitude de les considérer comme positifs si les centres de courbure de la poutre fléchie sont du côté des z négatifs pour My et du côté des y négatifs pour Mz.

Ceci nous amène à préciser les conventions de signes que nous utiliserons. Mais auparavant, remarquons que dans le cas d'un système plan, xy par exemple, les éléments de réduction se réduisent à : un moment fléchissant (M = Mz), un effort tranchant (T = Ty) et un effort normal (N = Nx).

Enfin, il convient de noter que si on avait gardé le tronçon de droite et supprimé celui de gauche, on aurait trouvé dans la section des éléments de réduction de même intensité et de même nature que ceux trouvés en considérant le tronçon de gauche. Il serait absurde en effet de trouver dans la même section des sollicitations différentes selon qu'on la regarde de la gauche ou qu'on la regarde de la droite.

Définitions et conventions de signes des efforts intérieurs

XI

Les efforts intérieurs en un point G de la ligne moyenne d'une poutre sont les composantes des éléments de réduction du torseur des efforts intérieurs. Ces efforts intérieurs prennent les notations suivantes (Figure 1.17):

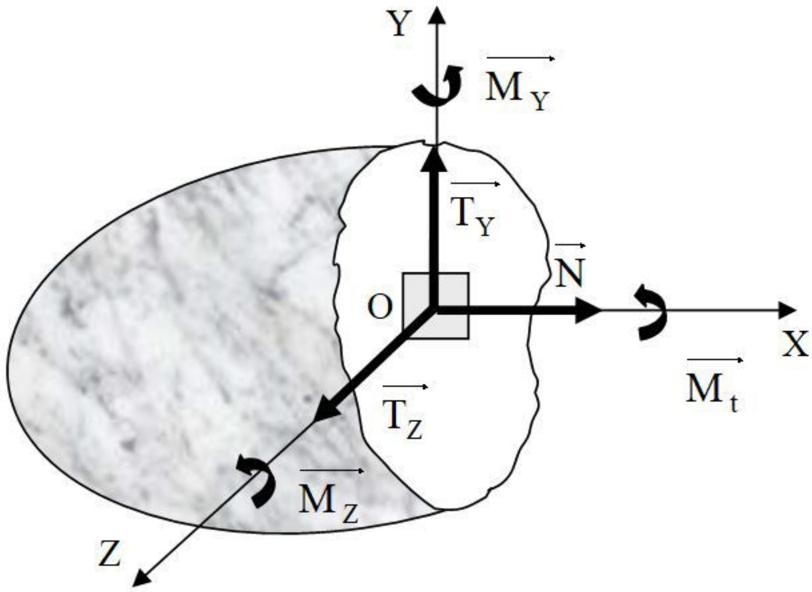


Figure 1.17- Efforts intérieurs en un point de la ligne moyenne d'une poutre.

- N est l'effort normal (dans la direction)
- Ty est l'effort tranchant dans la direction
- Tz est l'effort tranchant dans la direction
- est l'effort tranchant
- Mt est le moment de torsion (autour de l'axe)
- My est le moment de flexion ou fléchissant (autour de l'axe)
- Mz est le moment de flexion ou fléchissant (autour de l'axe)
- est le moment de flexion

Diagramme de l'effort intérieur

On appelle diagrammes des efforts intérieurs les courbes représentant la variation de chacun des efforts intérieurs selon la ligne moyenne. Ces représentations sont utiles pour situer rapidement les sections les plus sollicitées.

Sollicitations simples

Les sollicitations couramment rencontrées sont la traction ou la compression, la flexion, la torsion et le cisaillement. Quelques types de sollicitations simples sont donnés sur le tableau 1.1. La figure 1.18 schématise ces types de sollicitations.

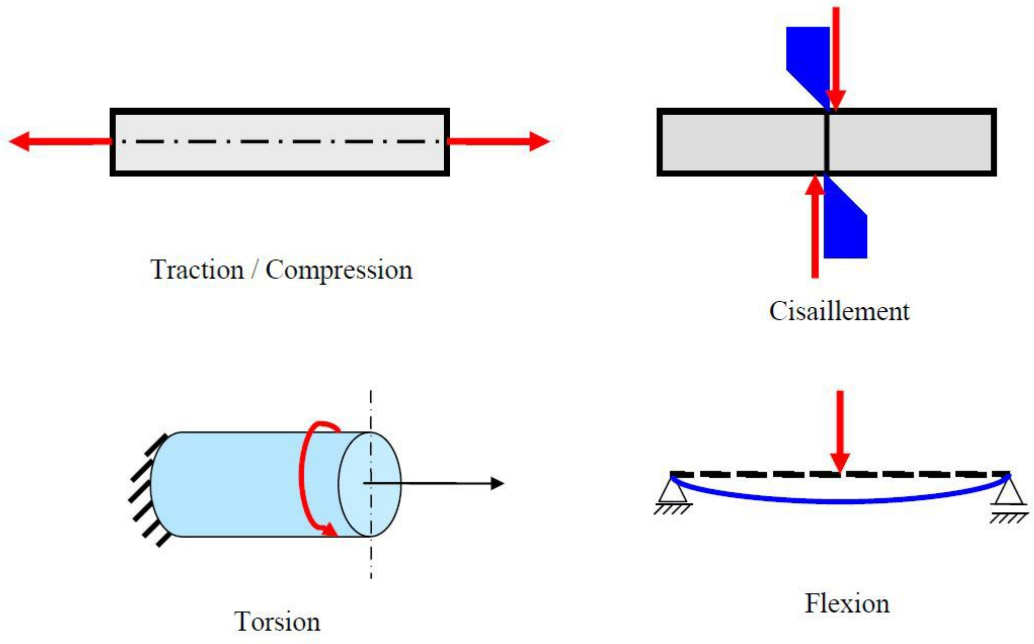


Figure 1.18 : Poutre soumise à une sollicitation simple.

Sollicitations	Effort Normal	Effort tranchant	Moment de torsion	Moment de flexion
Traction/compression	**$N \neq 0$**	$T = 0$	$M_t = 0$	$M_f = 0$
Cisaillement pur	$N = 0$	**T_y (ou T_z) $\neq 0$**	$M_t = 0$	$M_f = 0$
Torsion pure	$N = 0$	$T = 0$	**$M_t \neq 0$**	$M_f = 0$
Flexion pure	$N = 0$	$T = 0$	$M_t = 0$	**M_z (ou M_y) $\neq 0$**
Flexion simple	$N = 0$	**T_y (ou T_z) $\neq 0$**	$M_t = 0$	**M_z (ou M_y) $\neq 0$**

Tableau 1.1: Quelques types de sollicitations

Conclusion

XII

Dans ce chapitre, des notions préliminaires de la Résistance des Matériaux sont données. Le contenu est consacré, en premier lieu, à la mise en place des hypothèses fondamentales de la RDM ainsi qu'aux notions de contraintes et déformations. Les principales liaisons de génie et leur modélisation sont, ensuite revues. Le principe fondamental de la statique est également donné. En dernier, les notion de sollicitations simples sont abordées et schématisées.

Série d'exercices N°1

[cf. TDN°1_Chap1_RDM_2021-2022]

Activité d'auto-évaluation

XIV

Exercice 1

L'appui simple comporte :

- Trois réactions inconnues
- Une réaction inconnue
- Deux réactions inconnues

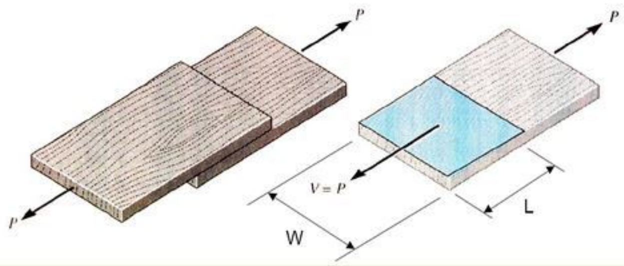
Exercice 2

Calculer la contrainte agissant au niveau de la surface de contact des deux tôles montrées par la figure ci-contre.

$V = 2000\ N,$

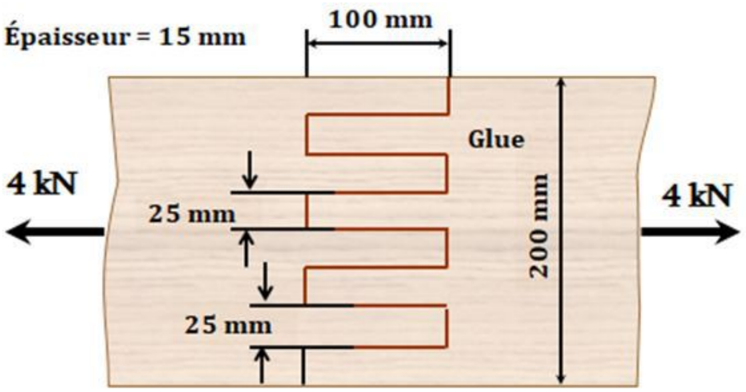
$L = 20\ cm,$

$w = 30\ cm.$



Exercice 3 : Choisir les bonnes réponses

Calculer la contrainte normale et la contrainte de cisaillement dans la colle de l'assemblage ci-dessous.



- ☐ • Contrainte normale :
  σ =1,33 MPa
- ☐ • Contrainte normale :
  σ =0,33 MPa

- [ ] • Contrainte de cisaillement :
  τ =0,23 MPa
- [ ] • Contrainte de cisaillement :
  τ =0,38 MPa

Exercice 4

Une section est dite soumise à la **flexion pure** si :

- ○ $N \neq 0$, $T \neq 0$ et $M \neq 0$
- ○ $N = 0$, $T = 0$ et $M \neq 0$
- ○ $N = 0$, $T \neq 0$ et $M \neq 0$

Abréviations

RDM : Résistance des Matériaux

Webographie

http://gelin.denis.free.fr/Cours/RDM_cours.htm