

Introduction

Nous vivons dans un monde à **3 dimensions** (3D). Pour cela, on prend un repère ayant trois axes : $\vec{x}$, $\vec{y}$ et $\vec{z}$.

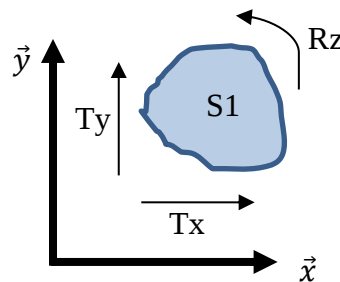
Un objet peut se déplacer en **translation** et en **rotation**.

On a donc dans l'espace **3 rotations** possibles (**R_x**, **R_y**, **R_z**) et **3 translations** possibles (**T_x**, **T_y**, **T_z**).

➤ Nous avons donc au total **6 mouvements** possibles (**6 degrés de liberté**).

Dans certaines conditions, on peut toutefois se ramener à une étude dans un **espace à deux dimensions** : c'est la simplification des Souvent le **plan** d'étude est le plan (.....). Dans ce plan, un solide possède **3 degrés de liberté** de mouvement :

1.
2.
3.



Le dans un **problème plan** est le suivant :



I. Nature des appuis

Dans la construction mécanique et d'ouvrages de manière générale, lorsqu'on **assemble deux pièces**, on **un** ou **plusieurs** Lorsque l'on **bloque** un **degré de liberté**, une **apparaît**.

Définition :

.....

Cours : Nature des structures – les différents types d'appuis

Nous allons voir 3 types d'appuis :

-
-
-

1) L'appui simple



Le **tablier** d'un **pont** est juste **posé** sur ses **appuis** en **béton armé**. Pour éviter le contact béton/béton au niveau de l'appui, on utilise des appuis en néoprène (« gros pavé » en caoutchouc) qui amortira les vibrations dues aux véhicules qui passent dessus. Ce sont donc des **appuis simples** !

Remarque : C'est le premier type d'appui le plus simple, le plus économique. Il représente une situation idéalisée car dans la réalité il y a très souvent des frottements qui limitent le mouvement dans la direction horizontale.

L'appui simple est symbolisé par :



L'appui simple permet la suivant et la suivant En revanche, l'appui simple la suivant

Le **torseur cinématique** de l'appui simple est le suivant :



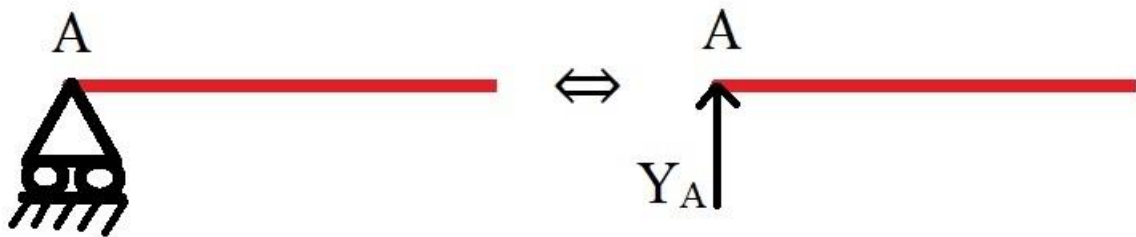
Cours : Nature des structures – les différents types d'appuis

Comme on l'a dit précédemment : Lorsque l'on un, une **apparaît**. Dans le cas de l'**appui simple**, nous avons **bloqué** la **translation** suivant $\vec{y}$. Par conséquent, une, **apparaît**.

Le **torseur statique** de l'**appui simple** est le suivant :



Il existe **une seule réaction d'appui** : F_y .



2) L'articulation



Aucune translation n'est **possible** (T_x et T_y **bloqués**), mais un mouvement de **rotation** est **possible** : on voit l'axe sur la partie métallique au pied de chaque poteau.



C'est ce qu'on appelle une **structure en treillis**.

Toutes les liaisons sont des articulations : la **rotation** est **permise**. Bien sûr, pas à 360 °, mais elle est permise quand même !

L'**articulation** est symbolisée par :



Cours : Nature des structures – les différents types d'appuis

L'**articulation** permet uniquement la, suivant En revanche, l'**articulation bloque** les, suivant et

Le **torseur cinématique** de l'**articulation** est le suivant :

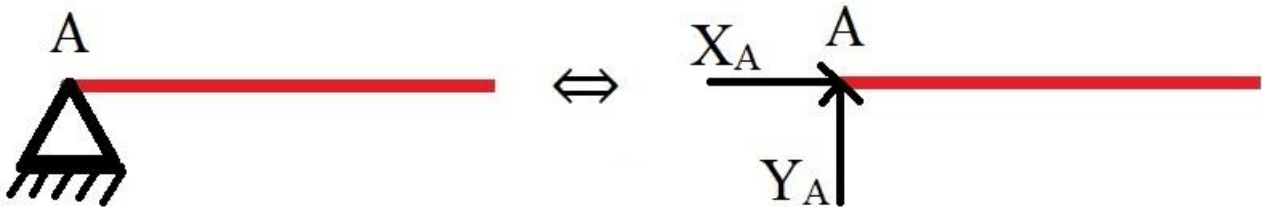
$$\left\{ \begin{array}{c} \\ \end{array} \right\}$$

Comme on l'a dit précédemment : Lorsque l'on un, une **apparaît**. Dans le cas de l'**articulation**, nous avons les suivant et Par conséquent, **deux forces apparaissent** et

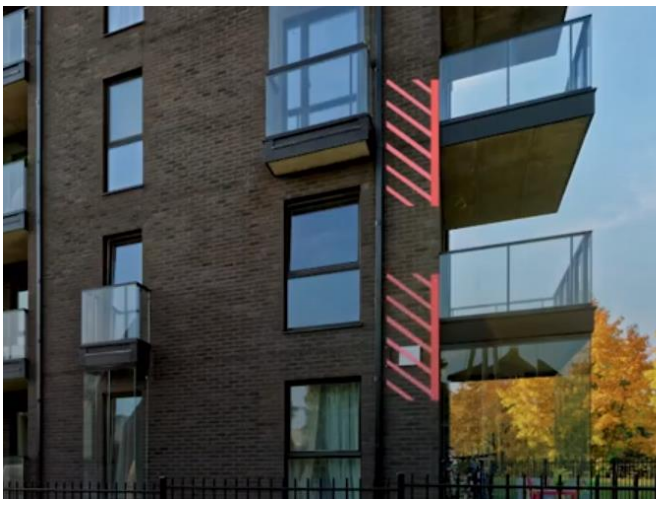
Le **torseur statique** de l'**articulation** est le suivant :

$$\left\{ \begin{array}{c} \\ \end{array} \right\}$$

Il existe **deux réactions d'appui** : F_x et F_y .



3) L'encastrement



Cours : Nature des structures – les différents types d'appuis

Aucun mouvement n'est possible entre un balcon et le mur auquel il est fixé : c'est donc un **encastrement**.

On a **bloqué** tout **déplacement** en **empêchant** même le moindre petit **jeu**.

L'encastrement est symbolisé par :



L'encastrement ne permet L'encastrement bloque les suivant et et la suivant

Le **torseur cinématique** de l'encastrement est le suivant :

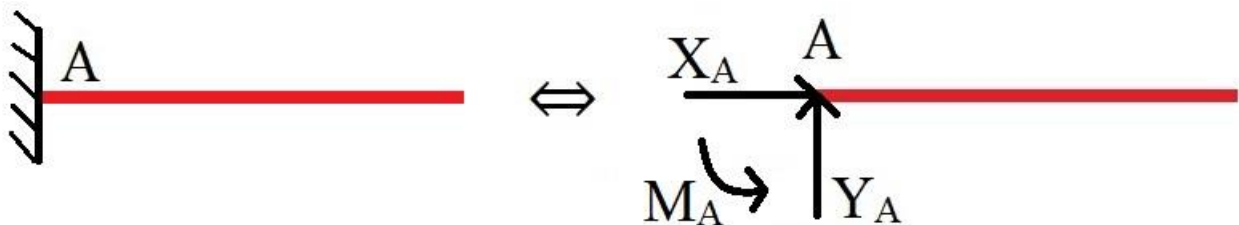


Comme on l'a dit précédemment : Lorsque l'on un, une **apparaît**. Dans le cas de l'**encastrement**, nous avons les suivant et et la suivant Par conséquent, **deux forces apparaissent** et et un **moment d'encastrement**

Le **torseur statique** de l'encastrement dans un **problème plan** est le suivant :



Il existe **trois réactions d'appui** : F_x , F_y et M_z .



Travail à faire : Réaliser une fiche synthèse du cours.

Aide : Vous pouvez réaliser un tableau reprenant les 3 appuis rencontrés.

Cours : Nature des structures – les différents types d'appuis

II. Le Principe Fondamental de la Statique (PFS)

Un **solide** se trouve à l'**équilibre** statique si **ni lui, ni les éléments** qui le **composent**, sont en **mouvement**.

Un système S est en équilibre si la somme des torseurs des actions mécaniques extérieures agissant sur le système est égale au torseur nul.

Torseur nul :

$$\left\{ \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}$$

Autrement dit : Un système S est en équilibre si la somme des vecteurs forces extérieures agissant sur le système et la somme des vecteurs moments en un point, sont égales aux vecteurs nuls.

$$\triangleright \overrightarrow{\Sigma F_{ext/s}} = \vec{0}$$

$$\triangleright \overrightarrow{\Sigma M_{ext/s}^A} = \vec{0}$$

Par conséquent, dans le cas d'une **poutre**, le **Principe Fondamental de la Statique** s'applique de la manière suivante :

-
-
-

III. Nature d'une structure

Lorsque nous **modélisons** une **structure**, il est nécessaire de **définir** les **appuis**. Ils représentent la **liaison** avec une **structure extérieure non déformable** (le **sol** par exemple).

Ces liaisons permettent d'avoir un problème de **statique**, c'est-à-dire un **solide exempt** de tout **mouvement**.

Certaines structures peuvent être résolues à l'aide de la statique (en appliquant le Principe Fondamental de la Statique PFS). D'autres ne peuvent pas être résolues de cette manière.

On pose :

- ❖ **e** : le obtenues en appliquant le PFS ;
- ❖ **x** : le obtenues lorsque l'on « éclate » la structure.

Cours : Nature des structures – les différents types d'appuis

On distingue les structures, et

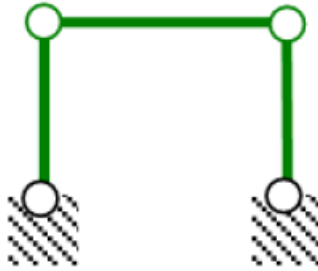
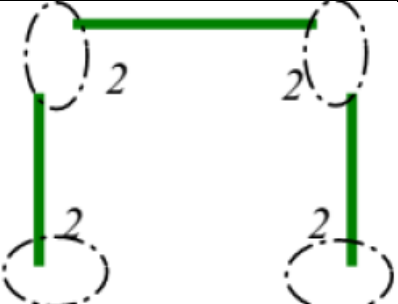
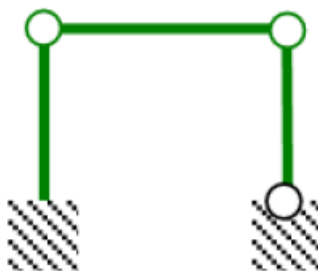
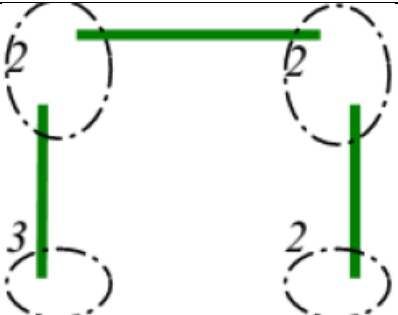
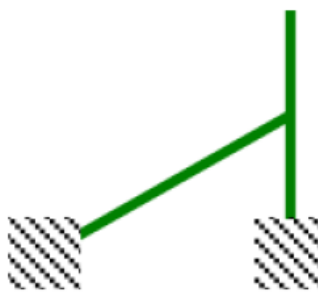
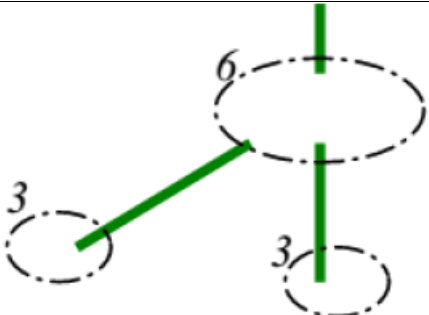
<u>Structures isostatiques</u>	<u>Structures hypostatiques</u>	<u>Structures hyperstatiques</u>
C'est cette configuration qui est le plus souvent recherchée : les contacts sont juste suffisants pour maintenir l' immobilité .	La structure n'est pas stable .	Il y a plus de contacts qu'indispensable ; la structure est stable mais on ne pourra déterminer les inconnues statiques qu'avec des équations supplémentaires .
Structures qui peuvent être résolues à l'aide de la statique . Le nombre d'équations est égal au nombre d'inconnus .	Structures qui ne peuvent pas être résolues car ce sont des mécanismes (ces structures s'écroulent). Le nombre d'équations est supérieur au nombre d'inconnues	Structures difficiles à résoudre pour le moment. Le nombre d'équations est inférieur au nombre d'inconnues .
.....		

Remarque : La **nature** d'une **structure** n'est **pas fonction** de son **chargement**.

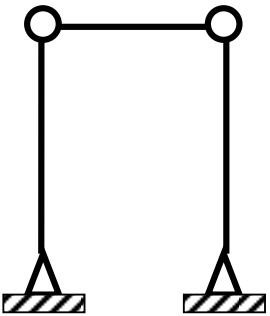
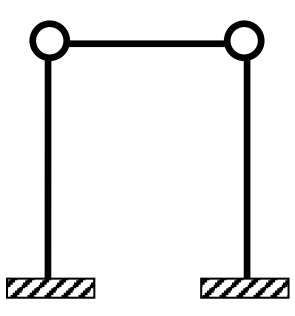
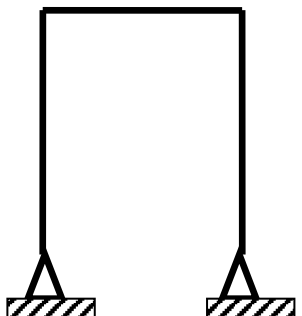
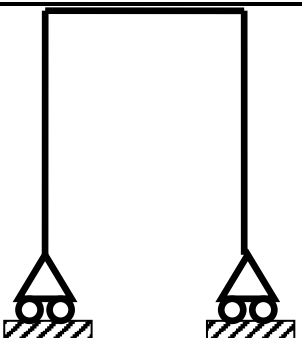
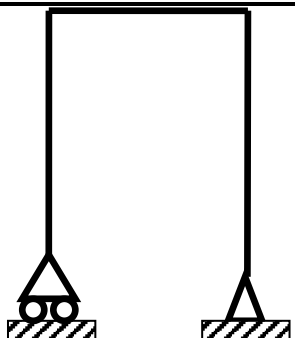
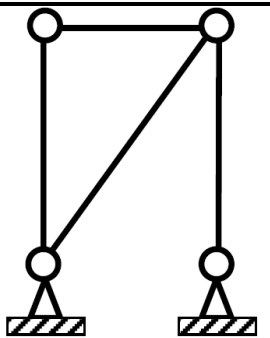
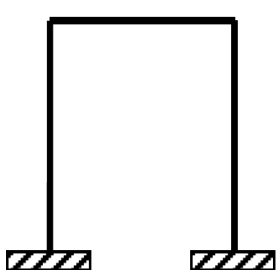
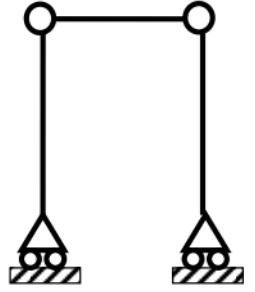
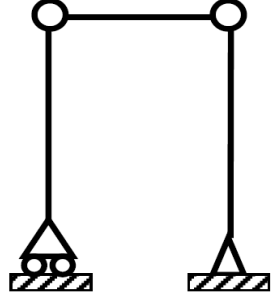
Pour **déterminer** la **nature** de la **structure**, il faut donc l'éclater et donner :

- ❖ Le **nombre d'inconnues** correspond au nombre d'actions de cohésion et de liaisons libérées.
- ❖ Le **nombre d'équations** correspond au nombre de fois où on applique une équation du PFS, soit trois fois le nombre de barres (problème plan).

Exemple :

Structure	« Explosion » de la structure	Nature de la structure
		
		
		
		

Travail à faire : Pour chacune des structures ci-dessous, donner le nombre d'inconnus et d'équations. Conclure sur la nature de la structure.

					
Nombre d'équations :	Nombres d'inconnus :	Nombre d'équations :	Nombres d'inconnus :	Nombre d'équations :	Nombres d'inconnus :
Structure		Structure		Structure	
					
Nombre d'équations :	Nombres d'inconnus :	Nombre d'équations :	Nombres d'inconnus :	Nombre d'équations :	Nombres d'inconnus :
Structure		Structure		Structure	
					
Nombre d'équations :	Nombres d'inconnus :	Nombre d'équations :	Nombres d'inconnus :	Nombre d'équations :	Nombres d'inconnus :
Structure		Structure		Structure	