



# Statique – Forces ponctuelles

### 1) Notion d'action mécanique

On appelle action mécanique toutes causes susceptibles de créer pour **un objet solide(\*)** :

- Un mouvement
- Une déformation ou un déplacement (objet fixe)
- une situation d'équilibre

Une action mécanique est modélisable par un vecteur (sens direction et points d'application) ou un ensemble de vecteurs (cas des charges linéiques et surfaciques).

**Son unité noté N est le newton.**

Une ancienne unité était appelé le kgf (kilogramme force). Elle n'est plus utilisée aujourd'hui. 10 N correspond à peu près (la valeur exacte est 9.81 kg) de la gravité terrestre exercée sur une masse de 1 kg.

Il existe deux types d'action mécanique :

- **Actions à distances dues à des objets éloignés de l'objet étudié.**

- Les forces électromagnétiques : (moteur électrique etc...)



- Les forces de pesanteur (gravité) : Structure des objets, des constructions



- Les forces de pression (\*) (poussée sur un barrage, vérin hydraulique)



## STI2D : Enseignements Technologiques Transversaux



- Les forces dues à la déformation des solides (tout solide subissant une déformation et plus spécifiquement les ressorts ou les câbles et haubans)



- Les forces d'inerties (accélération) : Objets en mouvement. Cette partie sera développée ultérieurement (dynamique).



- Actions de contacts dues au fait que deux objets se touchent:
  - Voir le 3) principe des actions mutuelles

(\*) Nous n'étudierons pas ici les forces générées par les liquides et gaz (pression hydrostatique, poussée d'Archimède.....). Leurs conséquences et applications sont cependant importantes dans le domaine de la mécanique (Flottabilité des bateaux, portance des ailes d'avion, force du vent sur une construction, poussée générée sur un barrage, un mur de piscine, démultiplication d'effort à l'aide de l'hydraulique, stockage d'énergie, Eolien....)

### 2) Modélisation des actions mécaniques :

Les actions mécaniques s'appliquant sur un solide agissent :

- Sur l'ensemble du solide (forces de pesanteur et électromagnétique)
- Sur une surface ou un point du solide (action de contact).

Cependant toute action mécanique peut être rapportée à une action ponctuelle en un point. On parle de **résultante**.

Cette action sera modélisée par deux grandeurs ayant des propriétés géométriques :

- UNE FORCE (Unité N « Newton »)
- UN MOMENT (unité N\*m « Newton mètre »)

**Nous nous intéresserons dans un premier temps aux forces uniquement.**





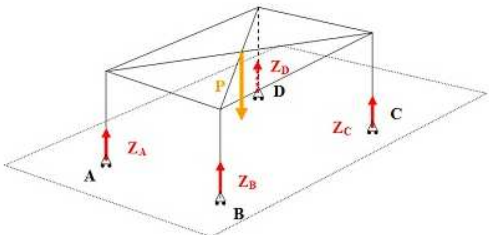
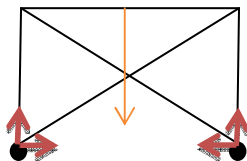
## STI2D : Enseignements Technologiques Transversaux

### 3) Plan et espace (2D & 3D) :

Le développement des moyens de calcul informatique et le dessin assisté par ordinateur (DAO) puis les modeleurs (solidwork, autocad structural detailing) a permis la généralisation des analyses en 3D.

Cependant il est nettement plus facile d'effectuer des calculs sur feuille à partir de modélisation en 2D.

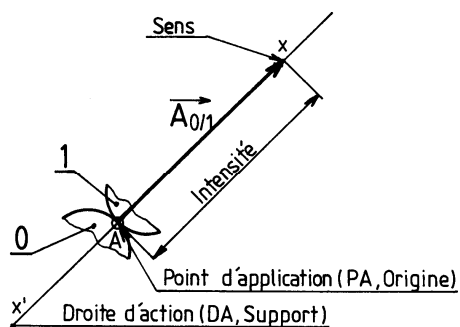
Le choix du type de modèle est du ressort de l'ingénieur. Dans la plupart des situations votre professeur vous fournira le modèle.

Problème 3D structure de bâtiment	Problème 2D structure de bâtiment
	

### 4) Vecteur force :

Une force agit en un point de l'espace dans une direction et un sens donnée.

Elle peut être représentée par un objet mathématique appelé vecteur attaché à un point d'application.



### 5) Force de pesanteur :

Le champ de pesanteur (ou plus couramment pesanteur) est un champ attractif auquel sont soumis tous les corps matériels au voisinage de la [Terre](#) : on observe ainsi qu'en un lieu donné tous les corps libres tombent en direction du sol suivant la même direction, appelée [verticale](#)[\[1\]](#). À la surface de la terre, le champ de pesanteur vaut approximativement **9,81 m/s<sup>2</sup>**. La [force](#) à laquelle est soumise un corps en raison de la pesanteur est appelée [poids](#) de ce corps et est directement reliée à la pesanteur par sa [masse](#).

La force de pesanteur est notée  $\vec{P}$

$\vec{P}$  est **toujours** de direction verticale et orienté vers le bas. On a  $P = m * g$  en N

avec m masse du solide en kg et  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .





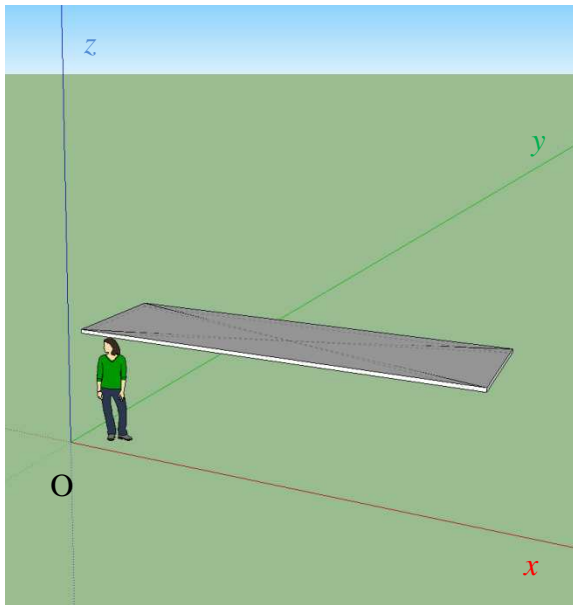
## STI2D : Enseignements Technologiques Transversaux

### ➤ Application 1 :

Un plancher préfabriqué de bâtiment (prédalle) est un rectangle de dimension 6m00 \* 2m00 avec une épaisseur de 6 cm.

La masse volumique du béton armée sera prise égale à 2500 kg/m<sup>3</sup>.

Calculer la masse puis le poids de la prédalle.



Représenter le vecteur  $\vec{P}$  sur le schéma suivant et donner ses coordonnées dans le repère Oxyz.

Si la prédalle n'est pas maintenue par un système (non représenté sur le dessin) que risque la personne placée en dessous ?

Un solide soumis à une seule force est donc en déplacement!

La chute libre s'apparente au cas d'un solide soumis à une seule force lorsque l'on néglige le frottement de l'air !



### 6) Equilibre du solide :

Un système matériel (S) est en équilibre, c'est-à-dire au repos, par rapport à un repère si, au cours du temps, les coordonnées de chaque point de (S) sont constantes dans le repère.

Pour un système en équilibre soumis à n forces  $\vec{F}_1$  à  $\vec{F}_n$  on a :

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \vec{0}$$







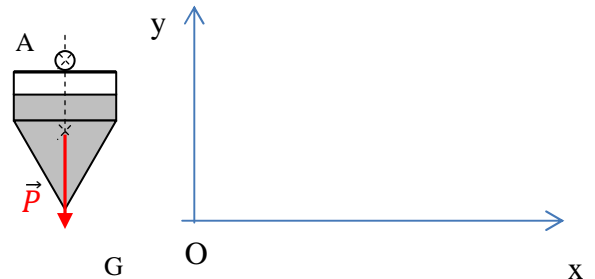
## ➤ Application 2 :

Manutention d'une benne à béton :



Crochet de levage

Benne à béton



Sur les chantiers de bâtiment le béton est coulé à partir d'une benne à béton.

Nous considérons ici une benne de  $2 \text{ m}^3$ , dont la masse à vide est de  $350 \text{ kg}$ .

La masse volumique du béton est prise égale à  $2500 \text{ kg/m}^3$ .

Le centre de gravité de la benne est centré. On étudie l'équilibre de **la benne isolée** soumise à deux forces  $\vec{P}$  et  $\vec{T}$  :

- 1) Représenter la force  $\vec{T}$  ?
- 2) Calculer les intensités de  $\vec{P}$  et  $\vec{T}$

## 7) Principe des actions mutuelles :

Soit deux solides 1 et 2 avec une liaison en un point P. L'action produite par 1 sur 2 est égale à l'action produite par 2 sur 1

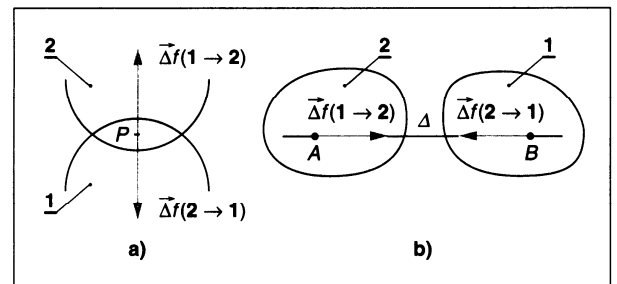
## ➤ Application 3 :

On reprend l'application 2. On étudie le crochet de levage représenté schématiquement ci-dessous.

- La benne à béton est noté 1.
- Le crochet de levage est noté 2.

On a alors  $\vec{A}_{2 \rightarrow 1} = \vec{T}$  (on note aussi  $\vec{A}_{2/1}$ )

- 1) Représenter  $\vec{A}_{1 \rightarrow 2}$  sur le dessin.
- 2) Calculer son intensité.
- 3) Dessiner aussi la force manquante permettant l'équilibre du crochet.



Dans le cadre d'un système plus complexe, on isolera chaque partie du système (classe d'équivalence) afin de déterminer les efforts apportés par **les liaisons**.

Voir exemple ci – dessous :



On isole la biellette 7

Actions mécaniques appliquées à 7

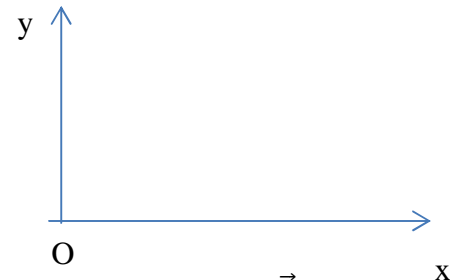
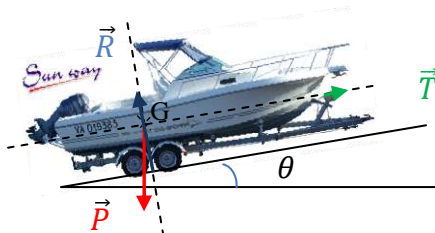
Pt	Nom	Dir.	Sens	Intensité
G7	$\vec{P}_7$		↓	$M_7.g$
A	$\vec{A}_{8 \rightarrow 7}$	?	?	?
B	$\vec{B}_{3 \rightarrow 7}$	?	?	?

On ne connaît ni sa direction, ni son sens, ni son intensité.

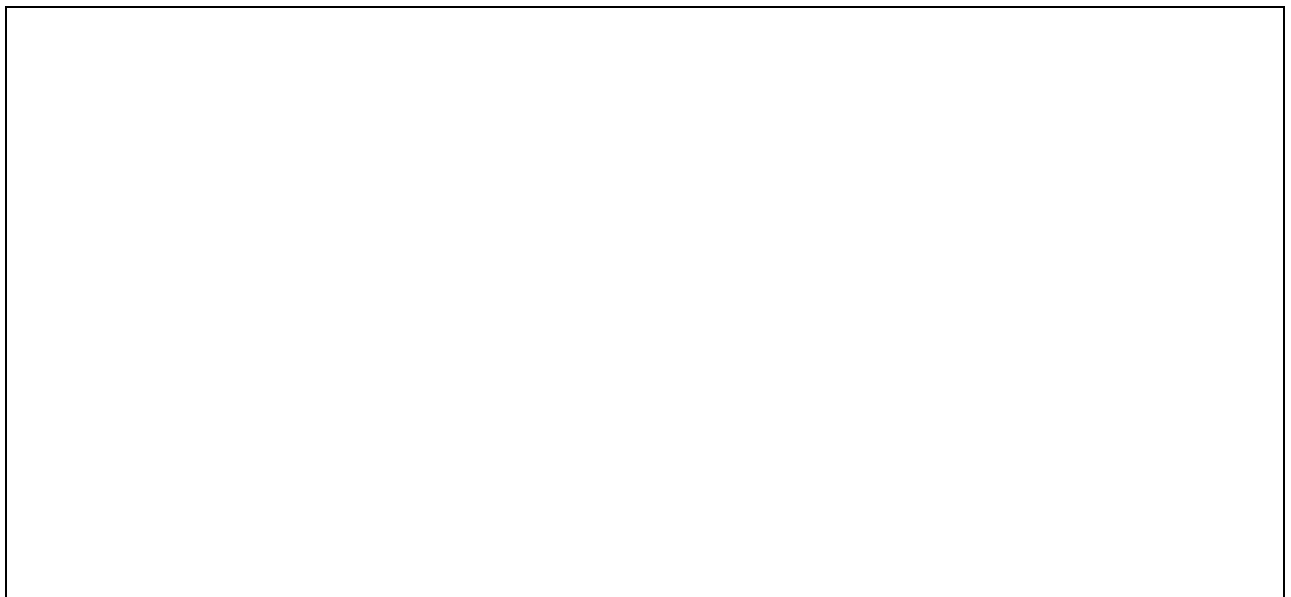
La biellette (7) est soumise à son poids ( $\vec{P}_7$ ) appliqué en  $G_7$  et à deux actions  $\vec{A}_{8 \rightarrow 7}$  et  $\vec{B}_{3 \rightarrow 7}$  appliquées en A et B.

### ➤ Application 3 :

On étudie la sortie d'un bateau sur sa remorque. On prendra  $\theta = 15^\circ$ .

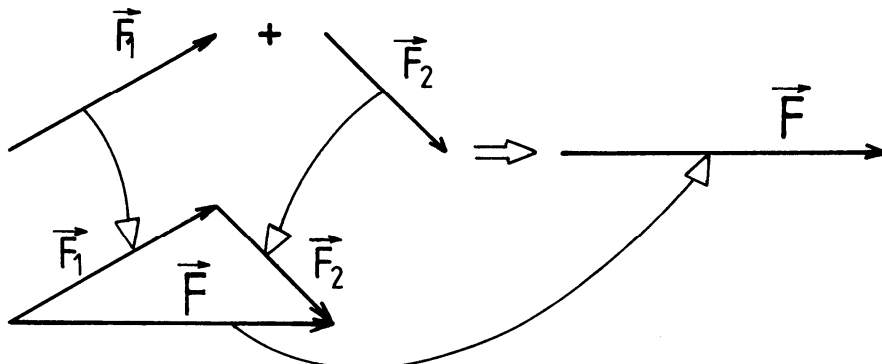


La liaison sol/pneus est considérée comme ponctuelle et modélisée par la réaction  $\vec{R}$ . La masse du bateau et de la remorque est de 1700 kg. Déterminer totalement les vecteurs forces  $\vec{R}$  et  $\vec{T}$ . On supposera que la droite d'action de  $\vec{T}$  passe par G.





## 8) Méthode graphique :



$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 - \vec{F} = \vec{0} \text{ ou } \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}$$

### Application 4 :

On reprend l'application 3 :

A partir de la valeur de  $\vec{P}$  et de la géométrie du système :

- 1) Réaliser à l'échelle le dessin des trois forces appliquées au bateau.
- 2) En déduire graphiquement la valeur des intensités de  $\vec{R}$  et  $\vec{T}$

