

Chapitre 2

Modèle des interactions et des forces

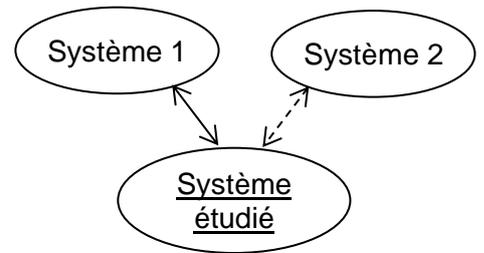
1- Modèle des interactions

1a. Interaction

Quand un système A agit sur un système B, **simultanément** B agit sur A. On dit que A et B sont en interaction. Cet énoncé est applicable à toutes les situations, c'est-à-dire quand les systèmes sont immobiles et aussi quand ils sont en mouvement.

1b. Diagramme « système – interaction »

On appelle diagramme « système – interaction » la représentation schématique :



- du système étudié (qu'on souligne)
- de tous les systèmes avec lesquels il est en interaction
- de chaque interaction en indiquant si l'interaction est
 - o une interaction de contact : \longleftrightarrow
 - o une interaction à distance : $\langle \text{---} \rangle$

Une interaction est de contact lorsque les deux systèmes se touchent.

Une interaction est à distance lorsque les deux systèmes ne se touchent pas (par exemple entre deux aimants ou entre deux charges électriques ou entre deux systèmes dont l'un est énorme, comme une planète ou une étoile).

2- Modélisation d'une action par une force

Quand un système X est en interaction avec un système A, on modélise l'action de A sur X par la force exercée par A sur X, représentée par un vecteur ayant les caractéristiques suivantes :



- l'origine est le point représentant le système qui subit l'action ;
- la direction et le sens sont ceux de l'action ;
- la norme s'exprime en newton (symbole N) et indique si l'action est plus ou moins grande.

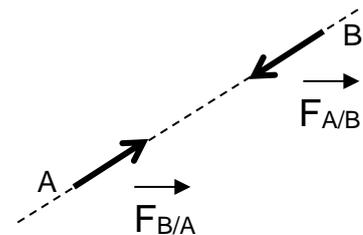
Le vecteur force renseigne donc sur les propriétés de l'action exercée.

3- Principe des actions réciproques

Toute interaction est modélisée par deux forces : $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$.

Pour toutes les situations ces deux forces sont opposées : elles sont de même norme et de même direction mais de sens opposés :

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$



4- Exemples de forces modélisant des actions de contact

La norme de ces forces est inconnue a priori mais peut l'être grâce au principe d'inertie (chapitre 3)

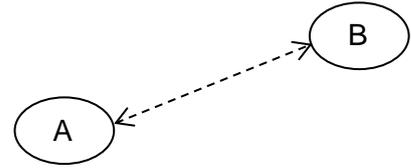
Force	Situation	Direction	Sens	Exemple (compléter)
Tension d'un fil sur un système A $\vec{F}_{Fil/A}$	Tout système accroché à un fil tendu	Même direction que celle du fil	Du point d'accroche du fil vers l'autre extrémité du fil	(pendule)
Force exercée par un support $\vec{F}_{Support/A}$ aussi appelée réaction \vec{R}	Tout système en contact avec un support	Verticale vers le haut si la seule autre force est le poids et si le système est immobile		(objet sur un support incliné)

5- Loi de l'interaction gravitationnelle

5a. Interaction gravitationnelle :

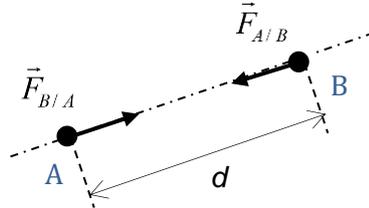
Définition : Un système A de masse m_A et un système B de masse m_B sont toujours en **interaction**.

Cette interaction, appelée **interaction gravitationnelle**, est due à la **masse** de chacun des systèmes et est **attractive**.



5b. Force et interaction gravitationnelle

Représentation des forces modélisant l'interaction gravitationnelle :



Caractéristiques des forces d'interaction gravitationnelle :

Chaque système étant modélisé par son centre de gravité, les caractéristiques des deux forces de l'interaction sont données dans le tableau ci-dessous :

	$\vec{F}_{A/B}$	$\vec{F}_{B/A}$
Direction	La droite (AB)	La droite (AB)
Sens	De B vers A	De A vers B
Valeur	$F_{A/B} = \frac{Gm_A m_B}{d^2}$	$F_{B/A} = \frac{Gm_A m_B}{d^2}$

où :

G est la constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} = 6,67 \times 10^{-11} \text{ S.I.}$

- m_A et m_B sont exprimées en kilogramme (kg)
- d est exprimée en mètre (m)
- $F_{A/B}$ et $F_{B/A}$ sont les valeurs des forces $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ et sont exprimées en newton (N).

Les deux forces sont opposées car elles ont la même direction, la même valeur mais des sens opposés.

5c. Interaction gravitationnelle et poids

Rappel de collègue

La valeur du poids P d'un objet de masse m à la surface d'une planète ou d'un satellite est donnée par :

$$P = m \times g_{\text{planète}}$$

où : $g_{\text{planète}}$ est la valeur du champ de pesanteur à la surface de la planète en $\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$ et m est la masse de l'objet exprimée en kilogramme (kg).

Le poids \vec{P}_A d'un objet A de masse m_A à la surface d'une planète notée P peut être assimilé à la force d'interaction gravitationnelle $\vec{F}_{\text{Planète}/A}$ s'exerçant sur cet objet à la surface de la planète.

$$\vec{P}_A = \vec{F}_{\text{Planète}/A}$$

La valeur du poids peut alors s'exprimer selon :

$$P_A = F_{\text{Planète}/A} = \frac{G \times m_A \times m_P}{R_{\text{Planète}}^2}$$

où m_P est la masse de la planète et $R_{\text{Planète}}$ le rayon de celle-ci.

Cette expression permet d'en déduire l'expression du champ de pesanteur : $g_P = \frac{G \times m_P}{R_{\text{Planète}}^2}$

Par exemple pour la Terre, on trouve $g_T = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.