



Fiche de synthèse n°5

Mouvements et interactions, rappels de 2^{nde}

1. Interactions, actions et forces

1.1. L'interaction mécanique et sa représentation

Définition d'un système

On appelle **système** un objet, une partie d'objet ou un ensemble d'objets (le choix découpage en système est fait par celui qui étudie la situation).

Interaction entre deux systèmes

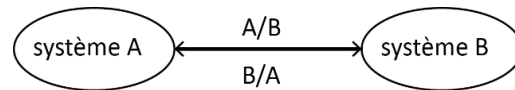
Quand un système A agit sur un système B, alors simultanément B agit sur A.
On dit que A et B sont **en interaction**.

L'action de A sur B est notée A/B et l'action de B sur A est notée B/A .

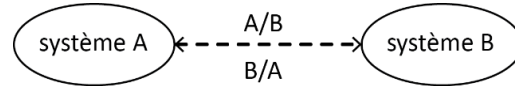
Cet énoncé est applicable dans **toutes** les situations, c'est-à-dire quand les systèmes sont au repos et aussi quand ils sont en mouvement.

Représentation des interactions

Représentation d'une interaction « avec contact » :



Représentation d'une interaction « à distance » :

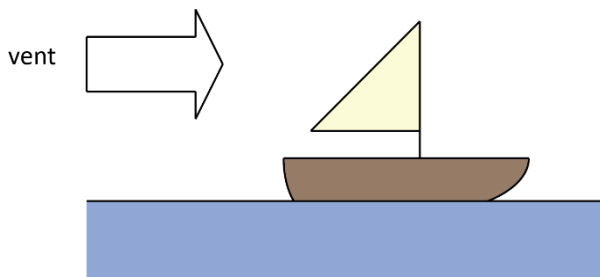


Le diagramme système-interactions

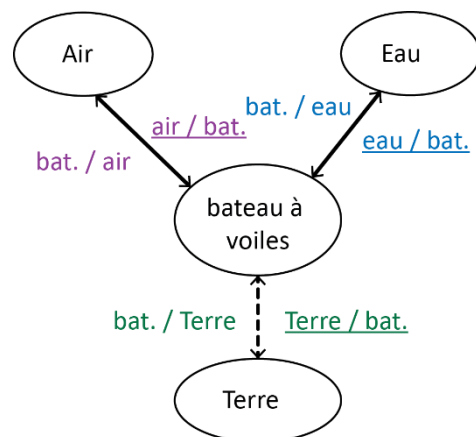
Établir le diagramme système – interactions, c'est :

- déterminer tous les systèmes qui interagissent avec le système étudié ;
- représenter le système au centre du diagramme ;
- représenter, autour de lui, les systèmes qui interagissent avec le système étudié ;
- représenter les interactions entre le système étudié et les autres systèmes.

► **Exemple** : un bateau à voiles avance sur l'eau. Le vent souffle vers l'est. On étudie le système bateau.



La situation



Le diagramme bateau – interactions



1.2. Représentation d'une action : le vecteur force

Définition de la force

Une force est un **vecteur** qui modélise une action. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- son origine est le point représentant le système ;
- sa direction et son sens sont ceux de l'action ;
- sa valeur est exprimée en **newton (N)**.

Remarque : à chaque interaction correspondent DEUX forces : l'une s'exerce SUR le système, l'autre PAR le système.

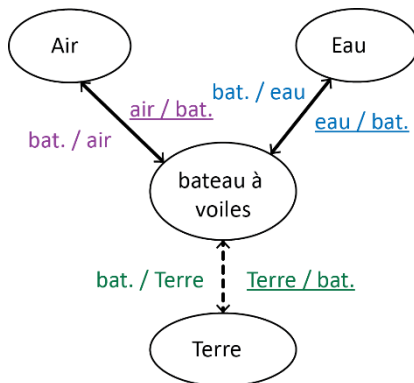
Inventaire et représentation des forces

Faire l'inventaire des forces exercées sur le système, c'est :

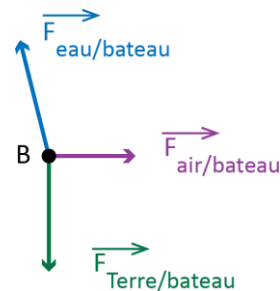
- parmi les actions auxquelles participe le système étudié, identifier celles qui s'exercent SUR (et non par) le système (on peut, par exemple, les souligner dans le diagramme) ;
- représenter les vecteurs-force correspondant à chacune de ces actions en respectant la direction, le sens et la valeur en newton de l'action correspondante.

Il y a toujours autant de forces exercées sur le système que d'interactions représentées dans le diagramme.

► **Exemple** du bateau à voiles :



Le diagramme bateau - interactions



Le schéma des **FORCES** exercées sur le bateau

2. Mouvements

2.1. Référentiel

Un mouvement est relatif, c'est-à-dire dépend de l'objet par rapport auquel les positions sont repérées.

Le **référentiel** est l'objet par rapport auquel le mouvement est étudié. Il est muni d'un repère d'espace.

Exemples :

- Le référentiel terrestre : les positions sont étudiées par rapport à la surface de la Terre.
- Le référentiel géocentrique : les positions sont étudiées par rapport au centre de la Terre, muni d'un repère dont les axes ne dépendent pas de la rotation de la Terre.

2.2. Trajectoire

La trajectoire d'un point en mouvement est la **figure géométrique** formée par l'ensemble de ses positions entre deux dates données.

Quelques cas particuliers :

- Si la trajectoire est une droite on parle de mouvement rectiligne.
- Si la trajectoire n'est pas une droite on parle de mouvement curviligne.
- Si la trajectoire est un cercle on parle de mouvement circulaire (cas particulier de mouvement curviligne).



2.3. Mouvements particuliers

Qualifier un mouvement consiste à lui attribuer deux adjectifs :

- un qui donne une indication sur sa **trajectoire** ;
- un qui donne une indication sur **l'évolution de la valeur de la vitesse**.

Exemples de mouvements particuliers :

- le mouvement **rectiligne uniforme** ;
la trajectoire est une droite la vitesse a une valeur constante



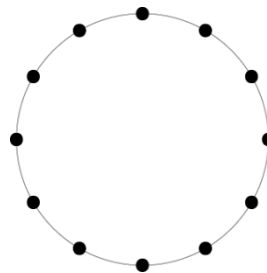
- le mouvement **rectiligne accéléré** ;
la trajectoire est une droite la vitesse a une valeur croissante



- le mouvement **rectiligne décéléré** ;
la trajectoire est une droite la vitesse a une valeur décroissante



- le mouvement **circulaire uniforme** ;
la trajectoire est un cercle la vitesse a une valeur constante



3. Vecteur-vitesse

3.1. Vitesse moyenne, vitesse à une date donnée

Toute vitesse est le quotient d'une distance par une durée. Mais l'on distinguera :

- **la vitesse moyenne**, qui caractérise le mouvement entre deux positions distinctes :

$$v_{\text{moy}} = \frac{\text{distance}}{\text{durée}}$$

- **la vitesse à une date donnée**, qui caractérise le mouvement à une date et donc une position donnée.

Exemple : en voiture, la vitesse moyenne se calcule en divisant la distance parcourue par la durée du parcours. La vitesse à chaque instant est celle affichée par le compteur de la voiture.

3.2. Vecteur-vitesse

Le vecteur-vitesse moyenne

Entre deux positions M et M' du point étudié, le vecteur-vitesse moyenne est défini par :

$$\overrightarrow{v_{\text{moy}}} = \frac{\overrightarrow{MM'}}{\Delta t}$$

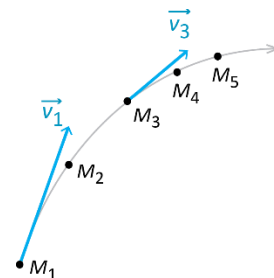
$\overrightarrow{MM'}$ est le **vecteur-déplacement** entre les positions M et M' et Δt est la durée du parcours entre M et M' .

Le vecteur-vitesse

Le vecteur-vitesse caractérise la direction, le sens du mouvement et la vitesse d'un point à une date donnée. Ce vecteur a donc pour caractéristiques :

- **origine** : la position occupée par le point étudié à la date considérée ;
- **direction et sens** : ceux du mouvement ;
- **norme** : vitesse du point étudié à la date considérée.

La norme du vecteur-vitesse s'exprime donc en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

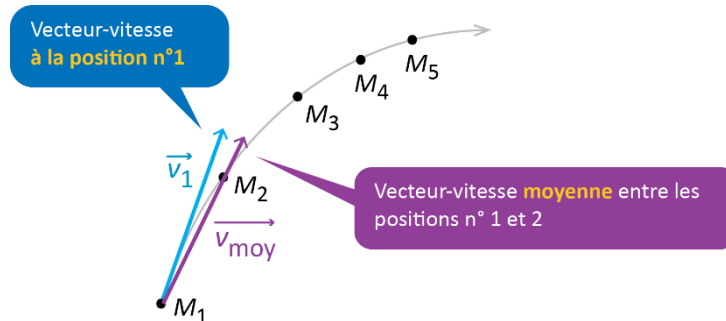




Tracé approché du vecteur-vitesse

La vitesse d'un point à une date donnée n'est pas toujours simple à déterminer mais on peut en obtenir une valeur approchée en admettant l'approximation suivante : la vitesse d'un point en mouvement à une date t est voisine de la vitesse moyenne entre la date t et une date ultérieure proche de t .

Exemple : le vecteur-vitesse à la position n°1 est voisin du vecteur-vitesse moyenne entre les positions n°1 et n°2 :



en bleu, le vecteur-vitesse à la position 1 et en violet le vecteur-vitesse moyenne entre les positions 1 et 2

On retiendra :

$$\vec{v}_n \approx \frac{\overrightarrow{M_n M_{n+1}}}{\Delta t}$$

M_n et M_{n+1} étant deux positions proches occupées par le point étudié et Δt la durée du parcours entre M_n et M_{n+1} . $\overrightarrow{M_n M_{n+1}}$ est un vecteur-déplacement entre deux positions voisines.

Plus les deux positions considérées sont proches, plus l'approximation du vecteur-vitesse est juste.

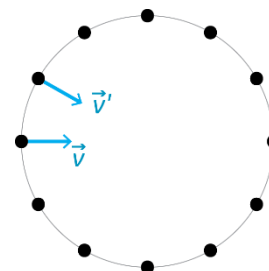
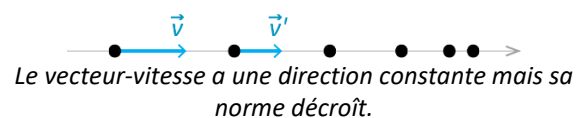
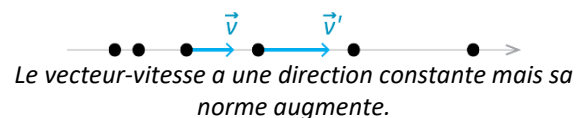
3.3. Vecteur-vitesse et nature du mouvement

Si le mouvement est **rectiligne** le vecteur-vitesse conserve une **direction constante**. Un changement de direction du vecteur-vitesse traduit donc une trajectoire curviligne.

Si le mouvement est **uniforme** le vecteur-vitesse conserve une **norme constante**. Une variation de la norme du vecteur-vitesse traduit donc une variation de la valeur de la vitesse.

Retour sur les quatre mouvements particuliers et interprétation en terme de vecteur-vitesse :

- le mouvement **rectiligne uniforme** ;
la trajectoire est une droite la vitesse a une valeur constante
- le mouvement **rectiligne accéléré** ;
la trajectoire est une droite la vitesse a une valeur croissante
- le mouvement **rectiligne décéléré** ;
la trajectoire est une droite la vitesse a une valeur décroissante
- le mouvement **circulaire uniforme** ;
la trajectoire est un cercle la vitesse a une valeur constante



Le vecteur-vitesse a une direction qui varie mais une norme constante.



4. Lien entre forces et mouvements : la première loi de Newton ou *Principe d’Inertie*

Énoncé du principe d’inertie

Si un système est soumis à des forces qui se compensent, alors il est soit immobile, soit en mouvement rectiligne uniforme.

Réciproquement, s’il est immobile ou en mouvement rectiligne uniforme, le système est soumis à des forces qui se compensent.

Contraaposée du principe d’inertie

Si un système est soumis à des forces qui ne se compensent pas, alors il n’est ni immobile ni en mouvement rectiligne uniforme.

Réciproquement, s’il n’est ni immobile ni en mouvement rectiligne uniforme, le système est soumis à des forces qui ne se compensent pas.