

# La quantité de mouvement et sa conservation

(volet : point matériel)

→ chapitre 05 cours Biomécanique

Pauline Neveu, PhD

# Plan «La quantité de mouvement et sa conservation»

1-Qu'est-ce que la quantité de mouvement ?

2-Quantité de mouvement et deuxième principe de Newton : vers une relation impulsion/élan

3-Implications de la relation impulsion/élan

4-Théorème de la conservation de la quantité de mouvement

# 1-Qu'est-ce que la quantité de mouvement ?

- si un objet ayant une masse est considéré
  - si cet objet se déplace
    - l'objet devient une masse en mouvement
      - il sera question de quantité de mouvement
  
- la quantité de mouvement est la masse en mouvement
  - la masse étant le coefficient d'inertie du point matériel
    - la quantité de mouvement est l'inertie en mouvement
      - la quantité de mouvement peut être qualifiée d'élan

# 1-Qu'est-ce que la quantité de mouvement ?

La quantité de mouvement :

- est une grandeur vectorielle
- dépend :

.de la masse (coefficient d'inertie du point matériel)

.du mouvement, c'est à dire, de la vitesse

A diagram showing the equation  $\vec{p} = m \vec{v}$ . Three lines with arrows point from text labels to the terms in the equation: 'quantité de mouvement' points to  $\vec{p}$ , 'masse' points to  $m$ , and 'vitesse' points to  $\vec{v}$ .

- module de la quantité de mouvement s'exprime en kg.m/s

# 2-Quantité de mouvement et deuxième principe de Newton : vers une relation impulsion/élan

-deuxième principe de Newton

force nette

$$\sum \vec{F} = m \vec{\gamma} \quad \text{autre notation : } \vec{F} = m \vec{\gamma}$$

somme des forces  
ou force nette

-relation entre accélération et vitesse

$$\vec{\gamma} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

-combinaison des deux relations

relation  
impulsion / élan

$$\vec{F} = m \vec{\gamma} = m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad \vec{F} \Delta t = m \Delta \vec{v}$$

$$\underbrace{\vec{F} \Delta t}_{\text{impulsion}} = \underbrace{\Delta \vec{p}}_{\text{élan}}$$

# 3-Implications de la relation impulsion/élan

Que veut dire « stopper le mouvement » d'un objet ?

→ faire devenir la quantité de mouvement de l'objet nulle

$$\left. \begin{array}{l} \text{si } p_{\text{initiale}} = x \text{ kg.m/s} \\ \text{il faut } p_{\text{finale}} = 0 \text{ kg.m/s} \end{array} \right\} \Delta \vec{p} = \vec{p}_{\text{finale}} - \vec{p}_{\text{initiale}}$$

Comment faire devenir la quantité de mouvement nulle ?

→ la réponse est donnée par la relation impulsion/élan

$$\vec{F} \Delta t = \Delta \vec{p}$$

-appliquer une force sur l'objet

-pendant une certaine durée

# 3-Implications de la relation impulsion/élan

Implications de la relation impulsion/élan dans la vie quotidienne :

-stopper un mouvement :  $\vec{F} \Delta t = \Delta \vec{p}$

.si durée contact longue → force faible → limite les dégâts

Ex : air-bag, déformation voiture, flexion genoux lors réception d'un saut, boxeur accompagnant le coup reçu

.si durée contact courte → force forte → accroît les dégâts

Ex : absence d'air-bag, absence déformation voiture, absence flexion genoux lors réception d'un saut, boxeur n'accompagnant pas le coup reçu

-appliquer la plus grande force possible sur un objet

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

.produire la plus grande variation de vitesse possible

.produire la durée de contact la plus courte possible

Ex : karatéka qui brise des briques

-donner à un objet la plus grande vitesse possible

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$$

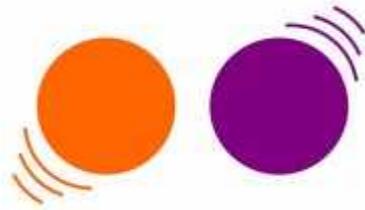
.produire la plus grande force possible

.produire la durée de contact la plus longue possible

Ex : golfeur

# 4-Théorème de la conservation de la quantité de mouvement

Dans un système isolé des forces extérieures,  
deux objets entrent en collision



→ la quantité de mouvement des deux objets avant la collision  
est la même que la quantité de mouvement des deux objets après la collision

$$\begin{array}{ccc} \text{quantité de mouvement} & \xrightarrow{\quad} & \vec{p}_i = \vec{p}_f \\ \text{initiale (avant la collision)} & & \text{finale (après la collision)} \end{array}$$

→ la quantité de mouvement perdue par un objet est gagnée par l'autre  
il y a simplement un échange  
il y a donc conservation de la quantité de mouvement totale

Dans un système non isolé des forces extérieures,  
la quantité de mouvement du système n'est pas conservée

# 4-Théorème de la conservation de la quantité de mouvement *pour information*

-deuxième principe de Newton

$$\Sigma \vec{F} = m \vec{y}$$

somme des forces  
ou force nette

-relation entre accélération et vitesse

$$\vec{y} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

$$\Sigma \vec{F} = m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

$$\Sigma \vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

$$\Sigma \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

dérivée de la quantité de mouvement  
par rapport au temps

Si le système est isolé des forces extérieures :  $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$  (1<sup>er</sup> principe)

donc :  $\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{0}$  or, l'intégration de  $y = 0$  donne  $Y = \text{constante}$

donc :  $\vec{p} = \text{constante}$

si la masse de l'objet ne varie pas, comme  $\vec{p} = m\vec{v}$ ,  
alors  $\vec{v} = \text{constante}$  (1<sup>er</sup> principe)

# 4-Théorème de la conservation de la quantité de mouvement *pour information*

-deuxième principe de Newton

$$\Sigma \vec{F} = m \vec{y}$$

somme des forces  
ou force nette

-relation entre accélération et vitesse

$$\vec{y} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

$$\Sigma \vec{F} = m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

$$\Sigma \vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

$$\Sigma \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

dérivée de la quantité de mouvement  
par rapport au temps

Si le système n'est pas isolé des forces extérieures :  $\Sigma \vec{F} \neq \vec{0}$  (2<sup>e</sup> principe)

donc :  $\frac{d\vec{p}}{dt} \neq \vec{0}$  or, l'intégration de  $y = a$  donne  $Y = ax + \text{constante}$   
(où  $a = \text{constante}$ )

donc :  $\vec{p} \neq \vec{0}$  ;  $\vec{p}$  n'est pas constante,  $\vec{p}$  varie

si la masse de l'objet ne varie pas, comme  $\vec{p} = m\vec{v}$ ,  
alors  $\vec{v} \neq \vec{0}$  ;  $\vec{v}$  n'est pas constante,  $\vec{v}$  varie (2<sup>e</sup> principe)