



1 - PRÉAMBULE

Le **Principe des Actions Mutuelles** aussi appelé Principe des actions – réactions est la troisième loi énoncée par Newton dans le cadre de la mécanique classique :
 « L'action est toujours égale à la réaction ; c'est-à-dire que les actions de deux corps l'un sur l'autre sont toujours égales et de sens contraires. »

— Newton

2 - ÉNONCÉ DU P.A.M.

Cadre de l'énoncé : Soit $\{I\}$ et $\{II\}$ deux solides en interaction (liaison ou à distance). On identifie, deux actions mécaniques distinctes :

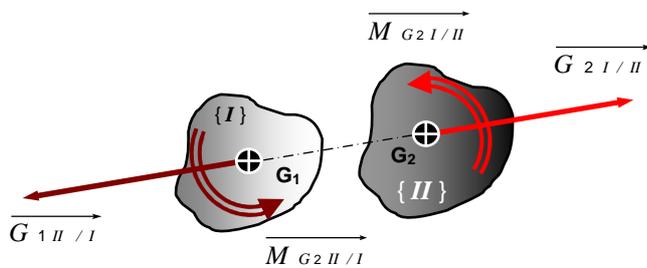
$\vec{G}_{21/II}$ et $\vec{M}_{G21/II}$: action du solide $\{I\}$ sur le solide $\{II\}$

$\vec{A}_{I/II}$ et $\vec{M}_{A1/II}$: action du solide $\{I\}$ sur le solide $\{II\}$

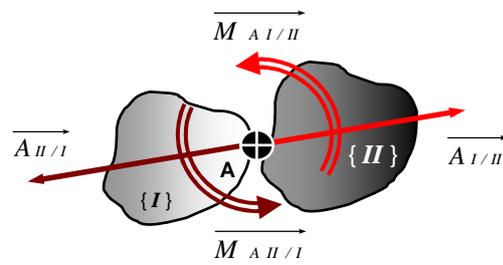
$\vec{G}_{1II/I}$ et $\vec{M}_{G2II/I}$: action du solide $\{II\}$ sur le solide $\{I\}$

$\vec{A}_{II/I}$ et $\vec{M}_{AII/I}$: action du solide $\{II\}$ sur le solide $\{I\}$

Cas d'action mécanique à **distance**



Cas d'action mécanique de **contact**



L'équilibre dans l'interaction impose que ces Actions Mécaniques soient **directement opposées** :

Approche vectorielle

Résultante

$$\vec{A}_{I/II} = - \vec{A}_{II/I}$$

$$\vec{G}_{21/II} = - \vec{G}_{1II/I}$$

Moment

$$\vec{M}_{A1/II} = - \vec{M}_{AII/I}$$

$$\vec{M}_{G21/II} = - \vec{M}_{G2II/I}$$

Approche torsorielle

$$\{T_{I/II}\} = - \{T_{II/I}\}$$

$$\left\{ \begin{array}{c} \vec{A}_{I/II} \\ \vec{M}_{A1/II} \end{array} \right\}_R = - \left\{ \begin{array}{c} \vec{A}_{II/I} \\ \vec{M}_{AII/I} \end{array} \right\}_R$$

$$\left\{ \begin{array}{c} \vec{G}_{21/II} \\ \vec{M}_{G21/II} \end{array} \right\}_R = - \left\{ \begin{array}{c} \vec{G}_{1II/I} \\ \vec{M}_{G2II/I} \end{array} \right\}_R$$

3 - CHAMP D'APPLICATION ET UTILITÉ

Le P.A.M. est utilisable dans toute étude de dynamique ou de statique. Il est complètement associé à la notion d'**isolement** d'un système matériel et de **Bilan des Actions Mécaniques Extérieures**. Son emploi devient indispensable dès lors que le système matériel étudié se compose de plusieurs sous-ensembles ou pièces.

- On l'utilise d'une manière générale, quand on souhaite connaître les efforts dans les liaisons.
- On l'utilise dans la pratique quand, connaissant une **Action Mécanique** complètement ou partiellement, on souhaite déduire son action mutuelle afin de récupérer certaines informations sur elle (direction, sens, intensité, composante(s) algébrique(s)) et afin que l'étude puisse se poursuivre. Ainsi le nombre initial d'inconnues peut être réduit afin de rentrer dans les critères de résolution de l'étude.

* Cas pratique d'une a.m. complètement connue

Soit l'action de 1 sur 2 par exemple, complètement connue :

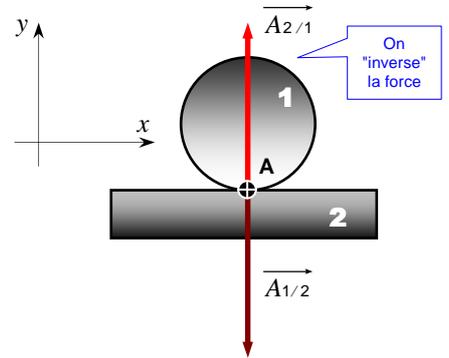
Approche Vectorielle graphique				Approche analytique vectorielle		Approche analytique torsorielle	
Origine	Direction	Sens	Intensité	$\vec{A}_{1/2}$	$\{T_{1/2}\}$		
A	y	+	100 N	$\begin{pmatrix} 0 \\ +100 \\ 0 \end{pmatrix}$	$\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ +100 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R$		

⇒ On en déduit complètement l'action de 2 sur 1 :

Approche Vectorielle graphique				Approche analytique vectorielle		Approche analytique torsorielle	
Origine	Direction	Sens	Intensité	$\vec{A}_{2/1}$	$\{T_{2/1}\}$		
A	y	-	100 N	$\begin{pmatrix} 0 \\ -100 \\ 0 \end{pmatrix}$	$\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -100 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R$		

Annotations :
 - Même Direction (pointant vers y)
 - Sens opposé (triangle rouge)
 - Intensité égale (100 N)

P.A.M. pour une force connue



* Cas pratique d'une a.m. partiellement o complètement connue

Soit l'action de 1 sur 2 être par exemple, partiellement :

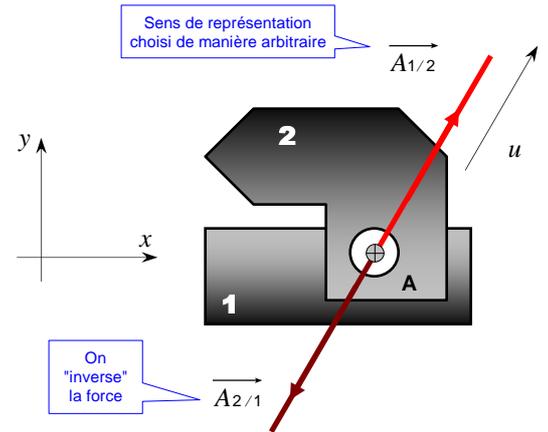
Approche Vectorielle graphique				Approche analytique vectorielle		Approche analytique torsorielle	
Origine	Direction	Sens	Intensité	$\vec{A}_{1/2}$	$\{T_{1/2}\}$		
A	u	?	?	$\begin{pmatrix} X_{12} \\ Y_{12} \\ 0 \end{pmatrix}$	$\begin{Bmatrix} X_{12} & 0 \\ Y_{12} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R$		

⇒ On en déduit complètement l'action de 2 sur 1 :

Approche Vectorielle graphique				Approche analytique vectorielle		Approche analytique torsorielle	
Origine	Direction	Sens	Intensité	$\vec{A}_{2/1}$	$\{T_{2/1}\}$		
A	u	?	?	$\begin{pmatrix} -X_{12} \\ -Y_{12} \\ 0 \end{pmatrix}$	$\begin{Bmatrix} -X_{12} & 0 \\ -Y_{12} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R$		

Annotations :
 - Même Direction (triangle rouge)
 - Sens opposé mais toujours inconnu
 - Intensité égale mais toujours inconnue

P.A.M. pour une force connue



* Erreurs a ne pas commettre

Erreur 1 : Le principe s'appelle aussi « principe d'action - réaction ». Cet intitulé véhicule l'idée qu'il y a toujours une force qui est la « cause » (l'action), l'autre n'étant qu'une sorte de conséquence (la réaction). **C'EST FAUX !**

Erreur 2 : Il ne peut pas y avoir les deux actions mutuelles présentes dans un B.A.M.E.

C'EST FAUX ! On oublie alors que les deux actions mécaniques $\vec{A}_{2/1}$ mutuelles $\vec{A}_{1/2}$ s'exercent sur deux solides différents. Cette annulation n'intervient que lorsqu'on isole un système constitué de plusieurs solides et que l'on s'intéresse aux actions mécaniques extérieures, celles intérieures s'annulant mutuellement.