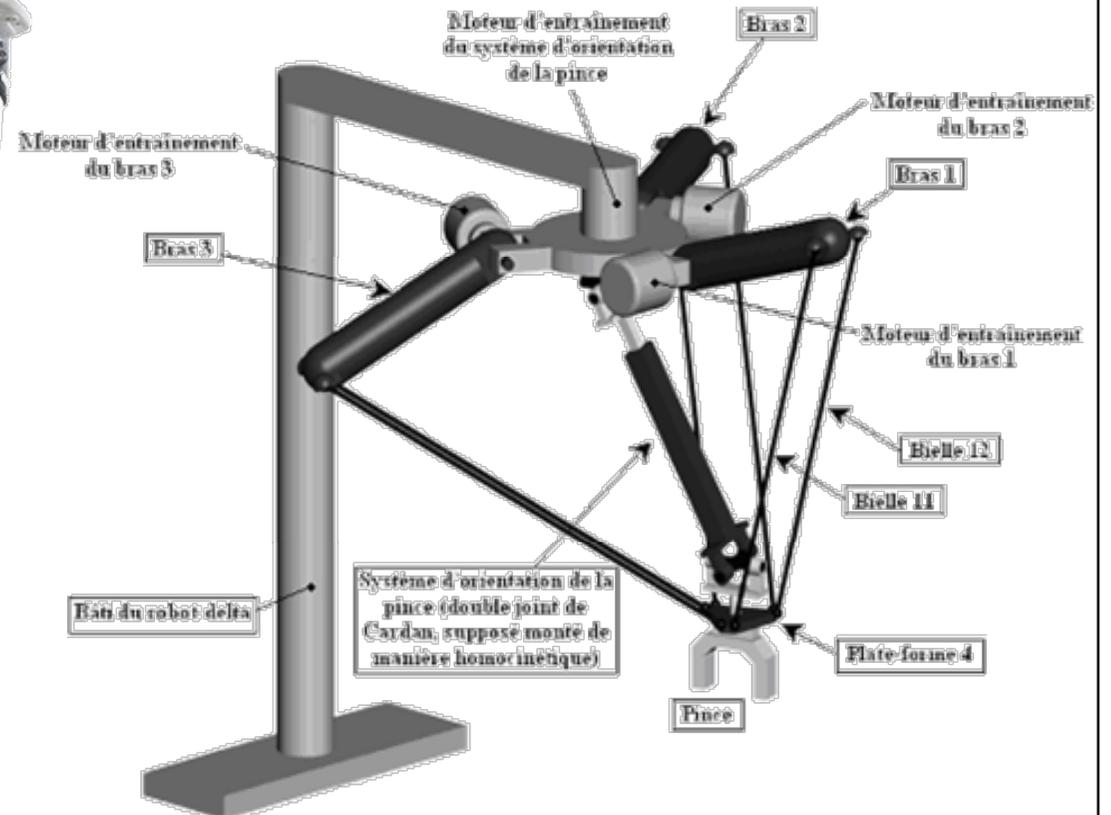
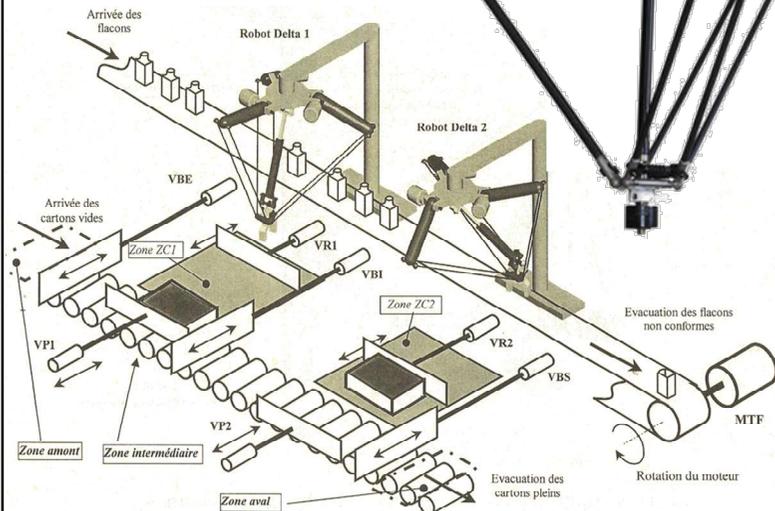




# Modélisation des Actions Mécaniques (AM)

Vidéo



**Exemple de système**

**PINCE DU ROBOT DELTA**

# Introduction



SII - F.MATHURIN

La **statique** est une partie de la mécanique qui étudie la relation de cause à effet entre l'**équilibre** relatif d'un **système matériel** et **les actions mécaniques** auxquelles ce système est soumis.



- 1. Définitions**
- 2. Introduction à la modélisation globale et locale des AM**
- 3. Modèle global général des AM**
- 4. Action mécanique de la pesanteur dans le cas de solides homogènes**
- 5. Actions mécaniques de contact sans frottement – Torseur d'action mécanique transmissible des liaisons normalisées**
- 6. Actions mécaniques de contact avec frottement (voir cours 25)**



# **1. Définitions**

**2. Introduction à la modélisation globale et locale des AM**

**3. Modèle global général des AM**

**4. Action mécanique de la pesanteur dans le cas de solides homogènes**

**5. Actions mécaniques de contact sans frottement – Torseur d'action mécanique transmissible des liaisons normalisées**

**6. Actions mécaniques de contact avec frottement (voir cours 25)**

# 1. Définitions



SII - F.MATHURIN

Action mécanique

Force

Moment d'une force

# 1. Définitions



SII - F.MATHURIN

Action mécanique

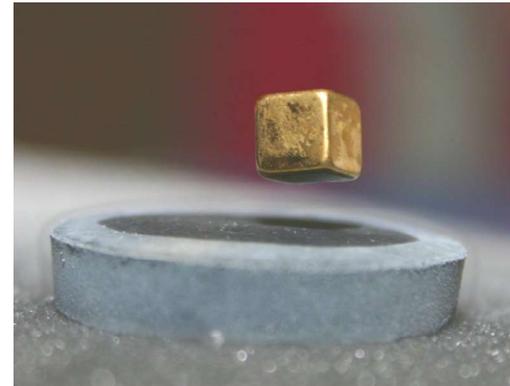
Force

Moment d'une force

Classification des AM

Actions mécaniques à distance

Actions mécaniques de contact



*Action mécanique à distance*  
*Exemple : champ magnétique*



*Action mécanique de contact*  
*Exemple : Air sur un parachute*



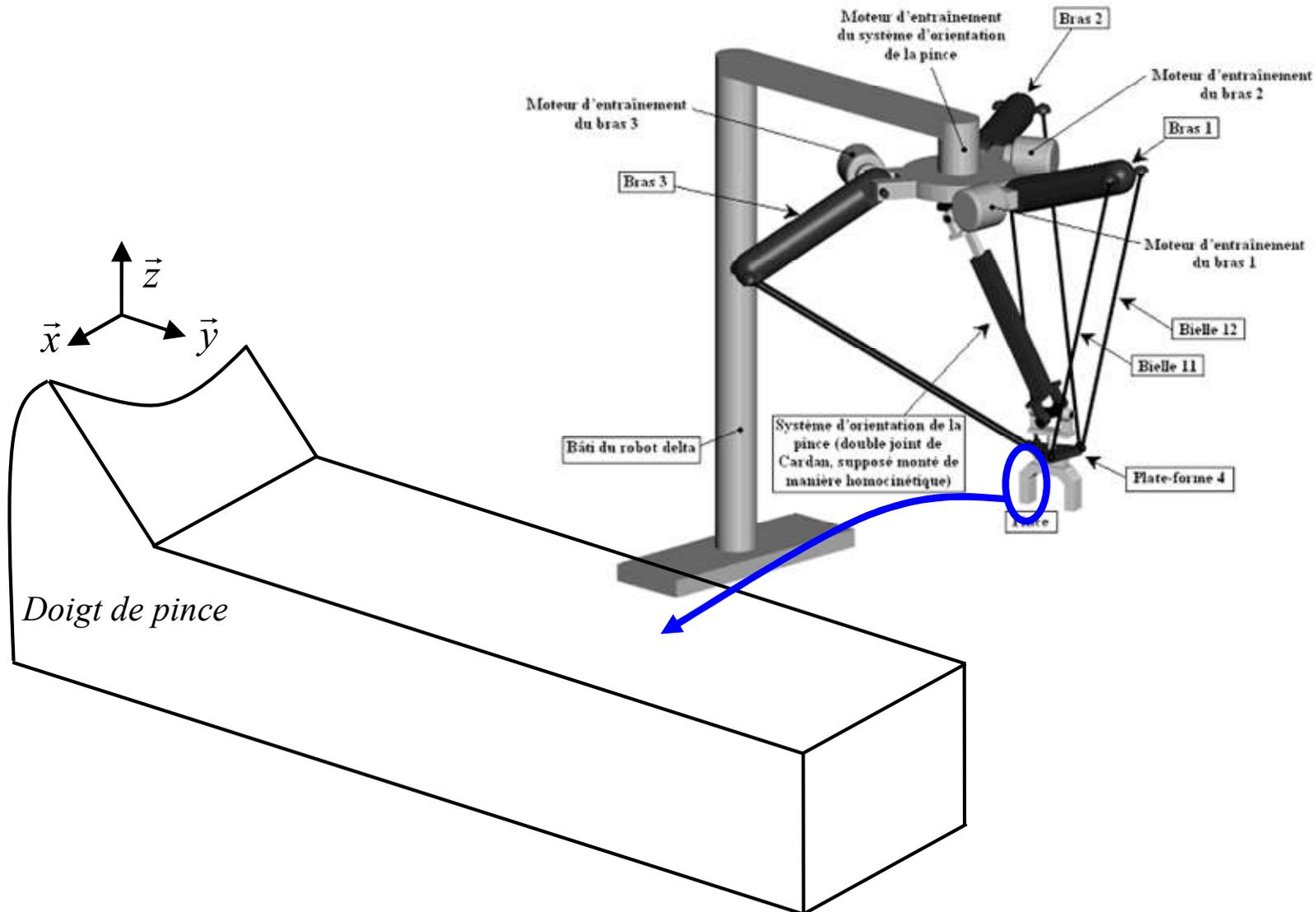
1. Définitions
- 2. Introduction à la modélisation globale et locale des AM**
3. Modèle global général des AM
4. Action mécanique de la pesanteur dans le cas de solides homogènes
5. Actions mécaniques de contact sans frottement – Torseur d'action mécanique transmissible des liaisons normalisées
6. Actions mécaniques de contact avec frottement (voir cours 25)

## 2. Introduction à la modélisation globale et locale des AM



SII - F.MATHURIN

### Modélisation locale - Exemple de la pince du robot



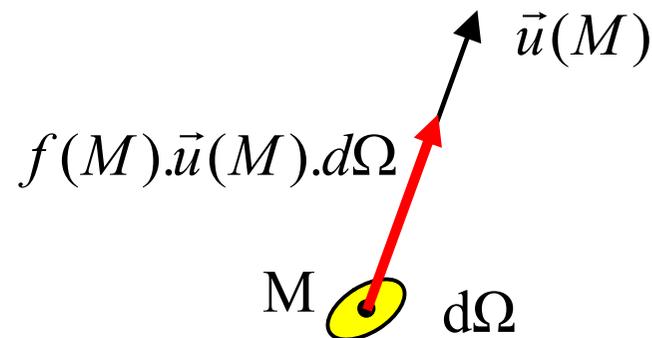
## 2. Introduction à la modélisation globale et locale des AM



SII - F.MATHURIN

**Modélisation locale** - Exemple de la pince du robot

**Etape 1** : Modélisation de l'action mécanique élémentaire



$\vec{u}(M)$  : Vecteur unitaire quelconque

$f(M)$  : Fonction (qui dépend de M) appelée densité d'effort

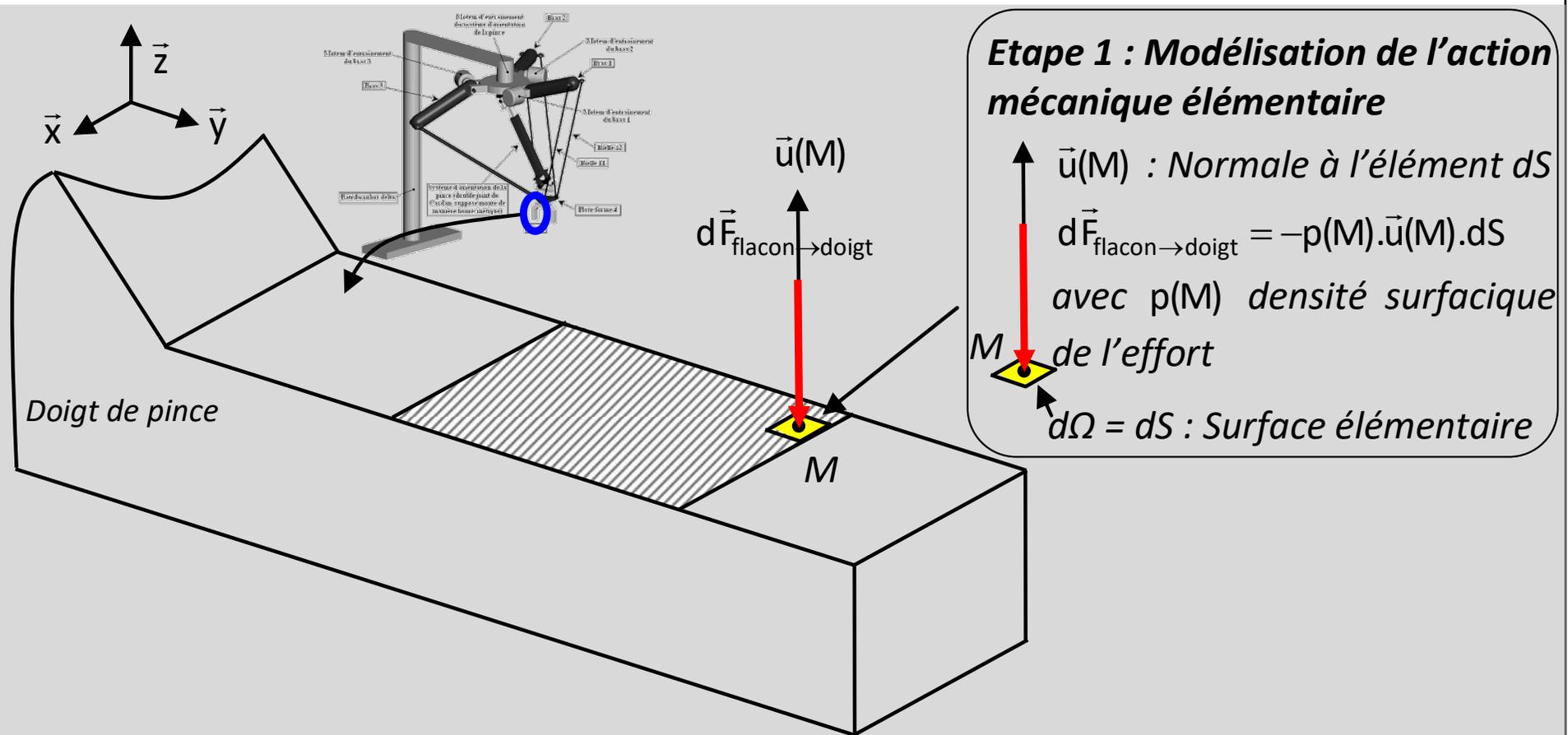
## 2. Introduction à la modélisation globale et locale des AM



SII - F.MATHURIN

Modélisation locale - Exemple de la pince du robot

Etape 1 : Modélisation de l'action mécanique élémentaire



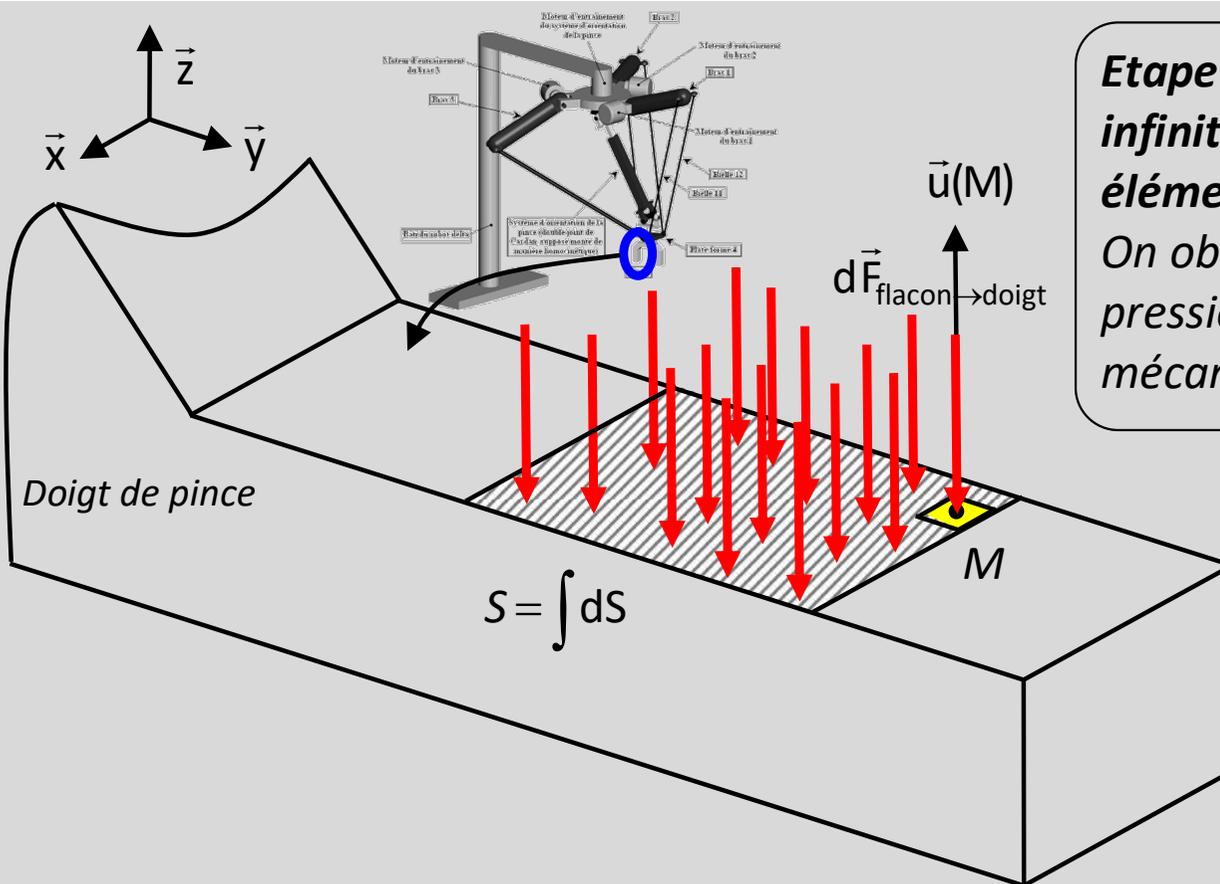
## 2. Introduction à la modélisation globale et locale des AM



SII - F.MATHURIN

**Modélisation locale** - Exemple de la pince du robot

**Etape 2 :** On considère que l'on a une infinité d'actions mécaniques élémentaires sur la surface (S)



*Etape 2 : On considère que l'on a une infinité d'actions mécaniques élémentaires sur la surface (S)  
On obtient donc au final un champ de pression comme modèle d'action mécanique.*

## 2. Introduction à la modélisation globale et locale des AM



SII - F. MATHURIN

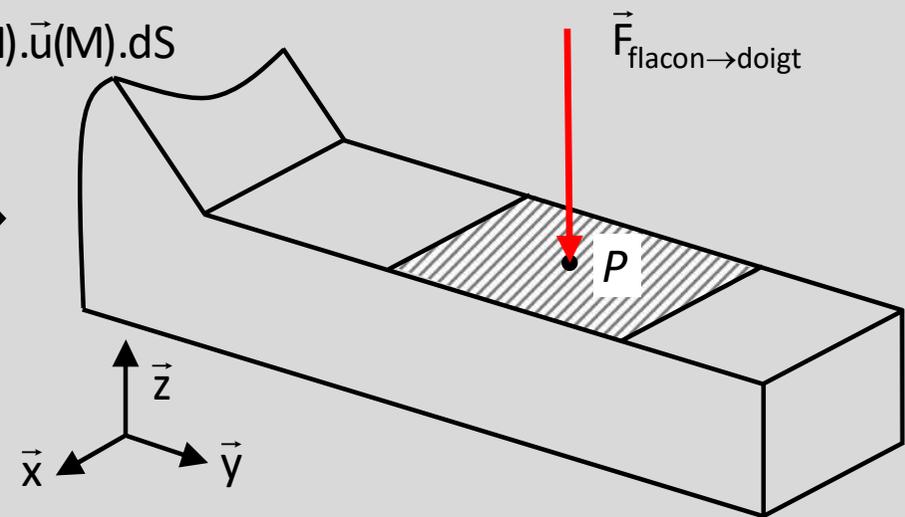
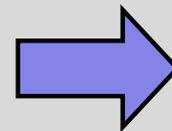
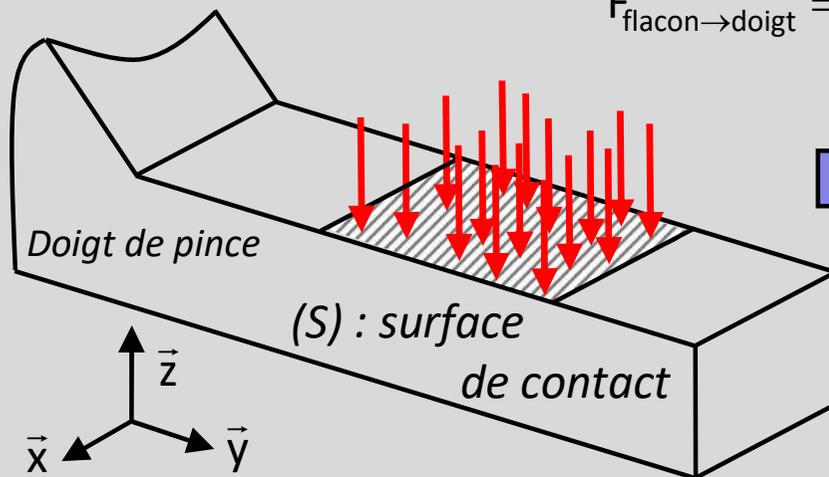
Modélisation globale - Exemple de la pince du robot

*Modèle local*

*Modèle global au point P*

Intégration

$$\vec{F}_{\text{flacon} \rightarrow \text{doigt}} = - \int_S p(M) \cdot \vec{u}(M) \cdot dS$$



## 2. Introduction à la modélisation globale et locale des AM



SII - F. MATHURIN

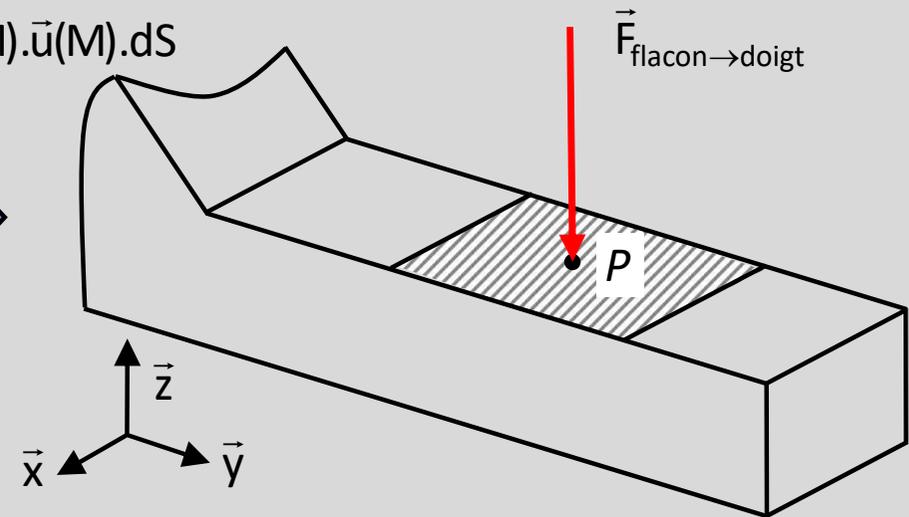
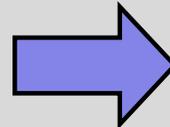
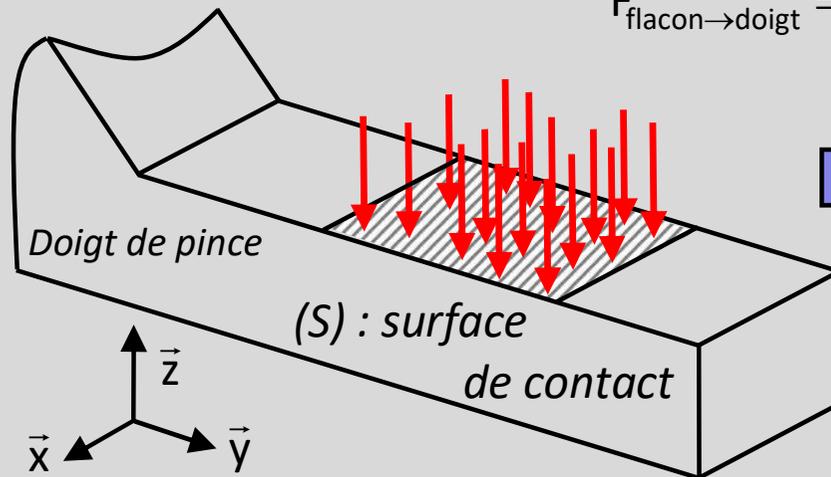
### Modélisation globale - Exemple de la pince du robot

*Modèle local*

*Modèle global au point P*

Intégration

$$\vec{F}_{\text{flacon} \rightarrow \text{doigt}} = - \int_S p(M) \cdot \vec{u}(M) \cdot dS$$



**Problème :** La force (vecteur lié) est insuffisante pour représenter d'un point de vue global toutes les AM et notamment la tendance que peut avoir une force à modifier le mouvement de rotation du système sur lequel elle agit → notion de **moment d'une force**.

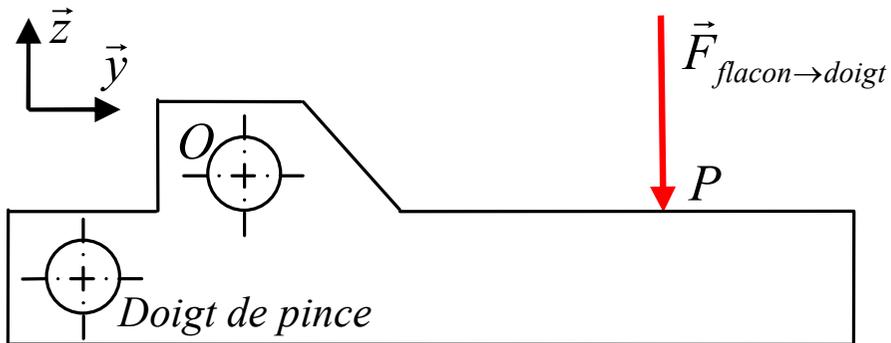
## 2. Introduction à la modélisation globale et locale des AM



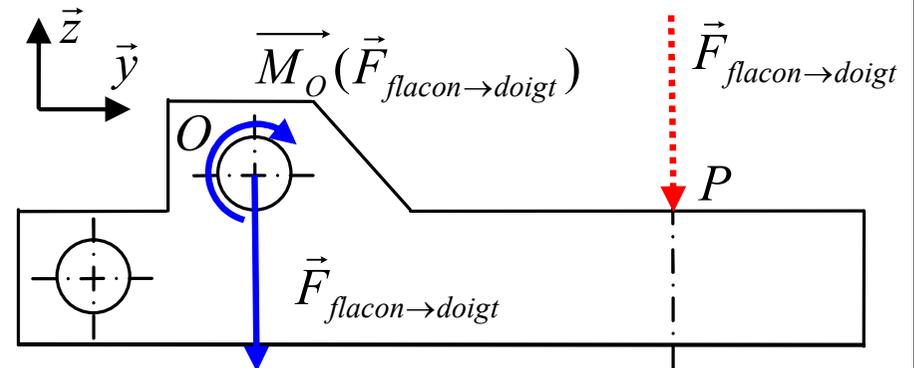
SII - F. MATHURIN

### Modélisation globale - Technique du bras de levier

*Modèle global de l'action mécanique du flacon sur la pince au point P*



*Modèle global de l'action mécanique du flacon sur la pince au point O*



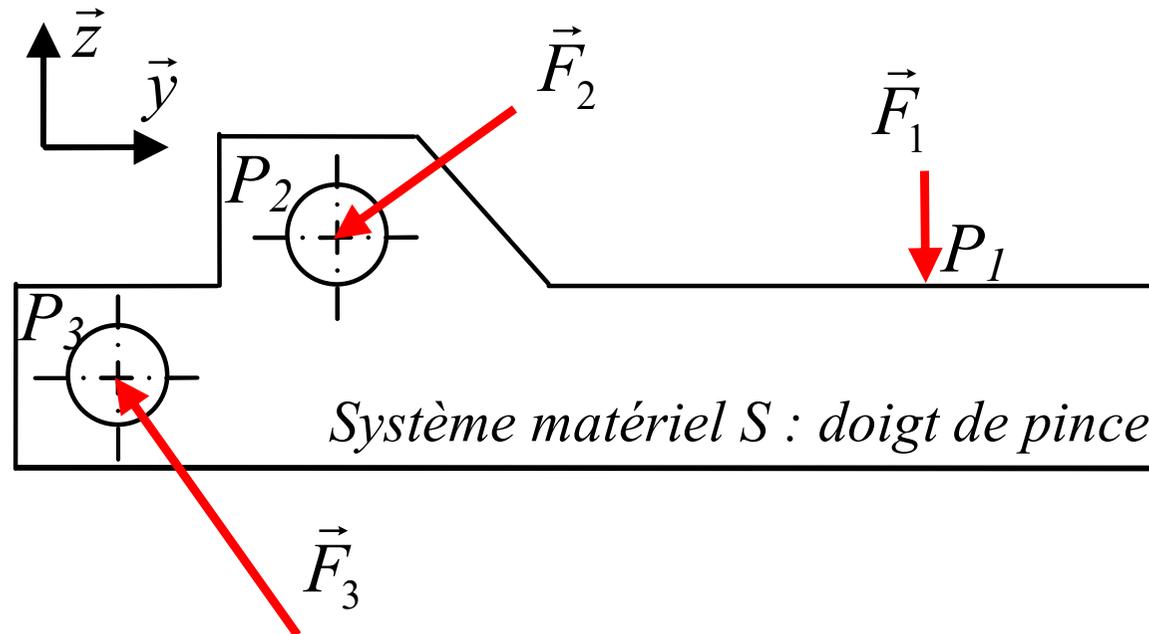


1. Définitions
2. Introduction à la modélisation globale et locale des AM
- 3. Modèle global général des AM**
4. Action mécanique de la pesanteur dans le cas de solides homogènes
5. Actions mécaniques de contact sans frottement – Torseur d'action mécanique transmissible des liaisons normalisées
6. Actions mécaniques de contact avec frottement (voir cours 25)

### 3. Modèle global général des AM



SII - F.MATHURIN



*Ensemble matériel E : ensemble des éléments extérieurs au doigt de la pince*

Résultante de l'AM de E→S :  $\overrightarrow{R_{E \rightarrow S}} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$

Moment en A de l'AM de E→S :  $\overrightarrow{M_{A(E \rightarrow S)}} = \sum_{i=1}^n \overrightarrow{AP_i} \wedge \vec{F}_i$

### 3. Modèle global général des AM



SII - F.MATHURIN

Torseur de l'AM de E→S

Résultante de l'AM de E→S

$$\{F_{E \rightarrow S}\} = \left\{ \begin{array}{c} \vec{R}_{E \rightarrow S} \\ \vec{M}_{A(E \rightarrow S)} \end{array} \right\}_A = \left\{ \begin{array}{c} \sum_{i=1}^n \vec{F}_i \\ \sum_{i=1}^n \vec{AP}_i \wedge \vec{F}_i \end{array} \right\}_A = \sum_{i=1}^n \left\{ \begin{array}{c} \vec{F}_i \\ \vec{M}_A(\vec{F}_i) \end{array} \right\}_A$$

Moment en A de l'AM de E→S

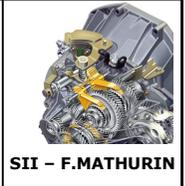
Notations

$$\{F_{E \rightarrow S}\} = \left\{ \begin{array}{cc} X & L \\ Y & M \\ Z & N \end{array} \right\}_A (\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}) \quad \{F_{E \rightarrow S}\} = \left\{ \begin{array}{c} X.\vec{x} + Y.\vec{y} + Z.\vec{z} \\ L.\vec{x} + M.\vec{y} + N.\vec{z} \end{array} \right\}_A$$

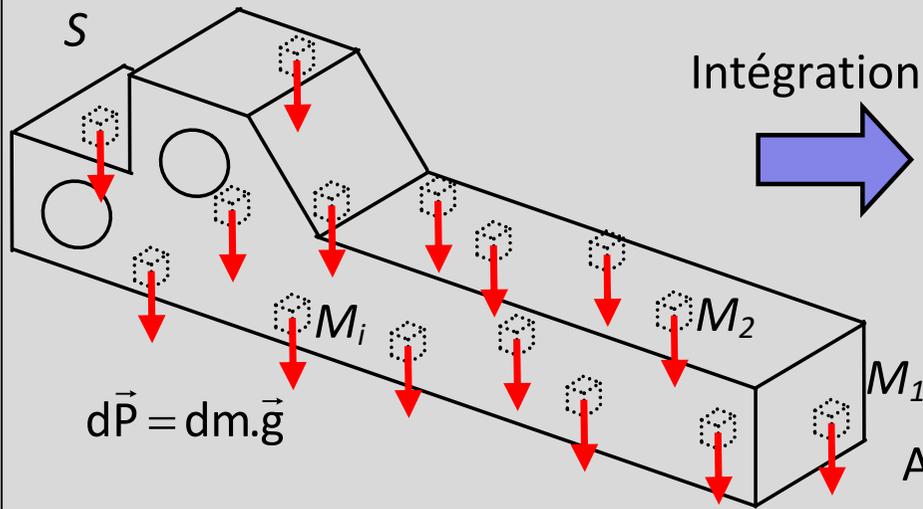


1. Définitions
2. Introduction à la modélisation globale et locale des AM
3. Modèle global général des AM
- 4. Action mécanique de la pesanteur dans le cas de solides homogènes**
5. Actions mécaniques de contact sans frottement – Torseur d'action mécanique transmissible des liaisons normalisées
6. Actions mécaniques de contact avec frottement (voir cours 25)

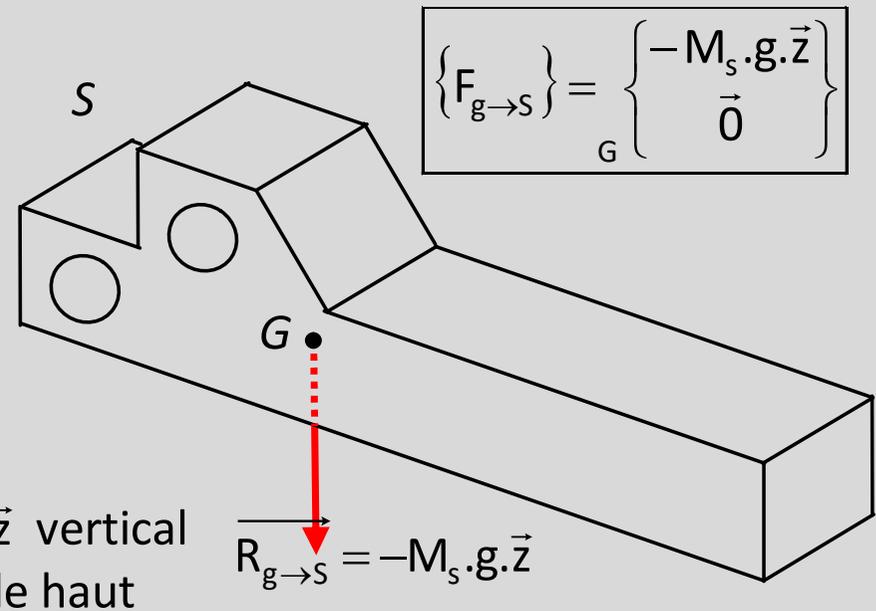
# 4. Action mécanique de la pesanteur dans le cas de solides homogènes



Modèle local



Modèle global



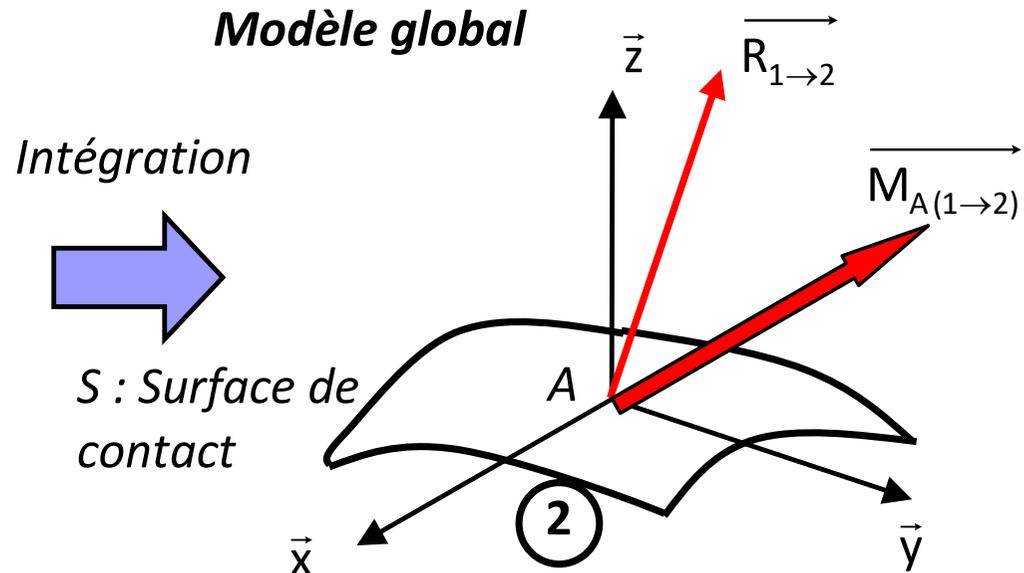
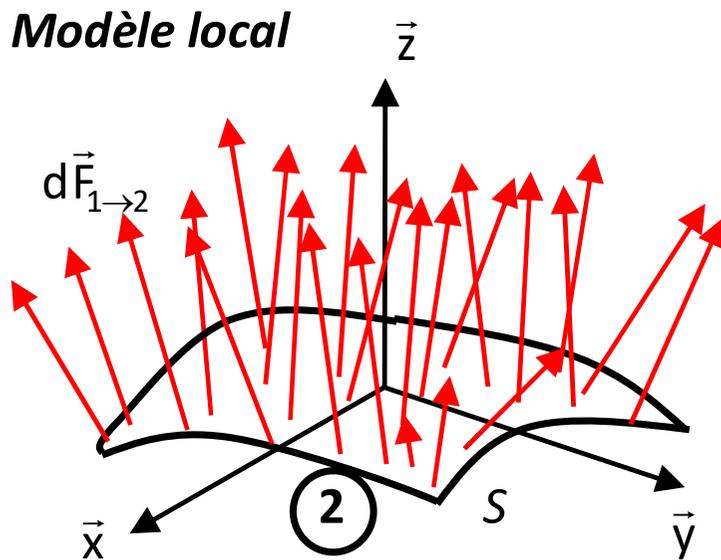


1. Définitions
2. Introduction à la modélisation globale et locale des AM
3. Modèle global général des AM
4. Action mécanique de la pesanteur dans le cas de solides homogènes
- 5. Actions mécaniques de contact sans frottement – Torseur d'action mécanique transmissible des liaisons normalisées**
6. Actions mécaniques de contact avec frottement (voir cours 25)

# 5. Actions mécaniques de contact sans frottement – Torseur d'action mécanique transmissible des liaisons normalisées



Modélisation globale -  $\{F_{1 \rightarrow 2}\} = \left\{ \begin{array}{l} \vec{R}_{1 \rightarrow 2} = \int d\vec{F}_{1 \rightarrow 2} \\ \vec{M}_{A(1 \rightarrow 2)} = \int_{(S)} \vec{AM} \wedge d\vec{F}_{1 \rightarrow 2} \end{array} \right\}$

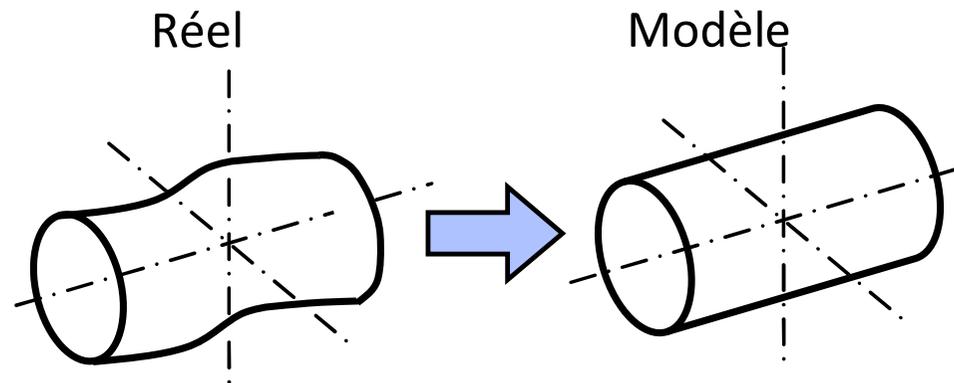


# 5. Actions mécaniques de contact sans frottement – Torseur d'action mécanique transmissible des liaisons normalisées

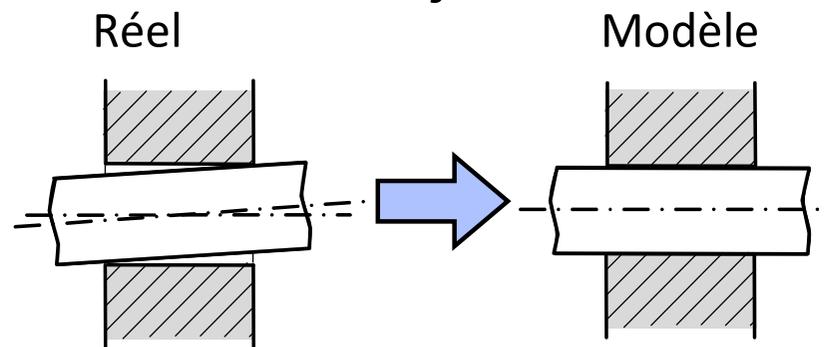


## Liaison parfaite - Hypothèses

Hypothèse 1 : géométrie parfaite



Hypothèse 2 : liaison sans jeu



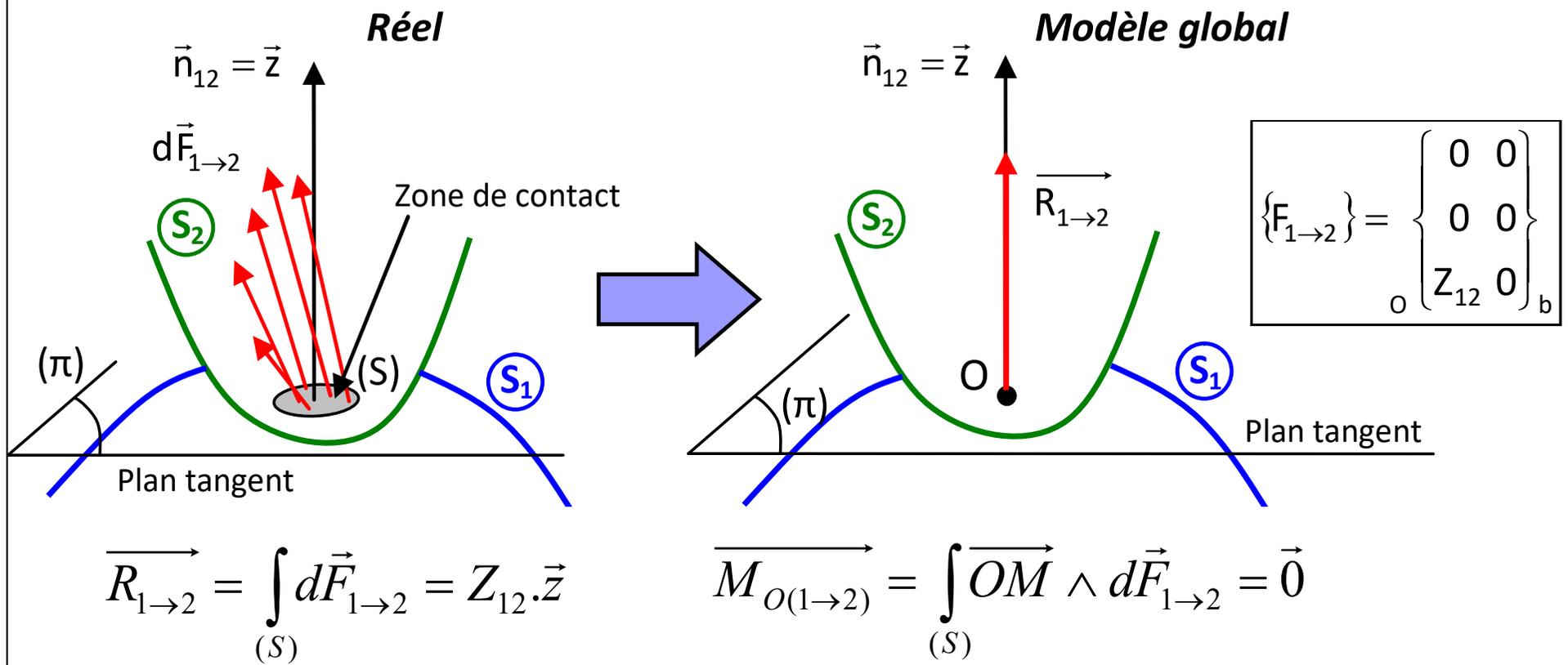
Hypothèse 3 : déformations nulles

Hypothèse 4 : pas de frottement

# 5. Actions mécaniques de contact sans frottement – Torseur d'action mécanique transmissible des liaisons normalisées



## Torseur d'action mécanique transmissible - Exemple



# 5. Actions mécaniques de contact sans frottement – Torseur d'action mécanique transmissible des liaisons normalisées

## Torseur d'action mécanique transmissible / Torseur cinématique

Torseur d'action  
mécanique  
transmissible

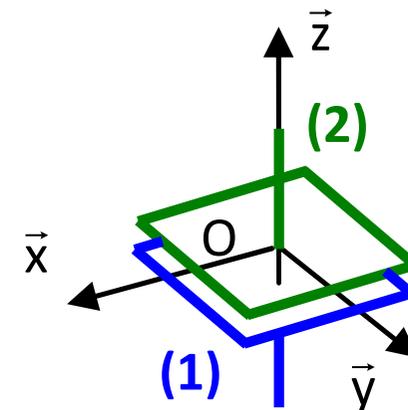
$$\{F_{1 \rightarrow 2}\} = \begin{Bmatrix} 0 & L_{12} \\ 0 & M_{12} \\ Z_{12} & 0 \end{Bmatrix}_{(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})}$$

A une vitesse linéaire nulle correspond une force

Torseur  
cinématique

$$\{C_{1/2}\} = \begin{Bmatrix} 0 & v_{x12} \\ 0 & v_{y12} \\ \Omega_{z12} & 0 \end{Bmatrix}_{(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})}$$

A une vitesse angulaire nulle correspond un moment non nul pour le  
torseur d'action mécanique transmissible





1. Définitions
2. Introduction à la modélisation globale et locale des AM
3. Modèle global général des AM
4. Action mécanique de la pesanteur dans le cas de solides homogènes
5. Actions mécaniques de contact sans frottement – Torseur d'action mécanique transmissible des liaisons normalisées
6. **Actions mécaniques de contact avec frottement (voir cours 25)**

