

# Quille pendulaire. Annexe 1 : Modèle cinématique et paramétrage géométrique et inertiel.

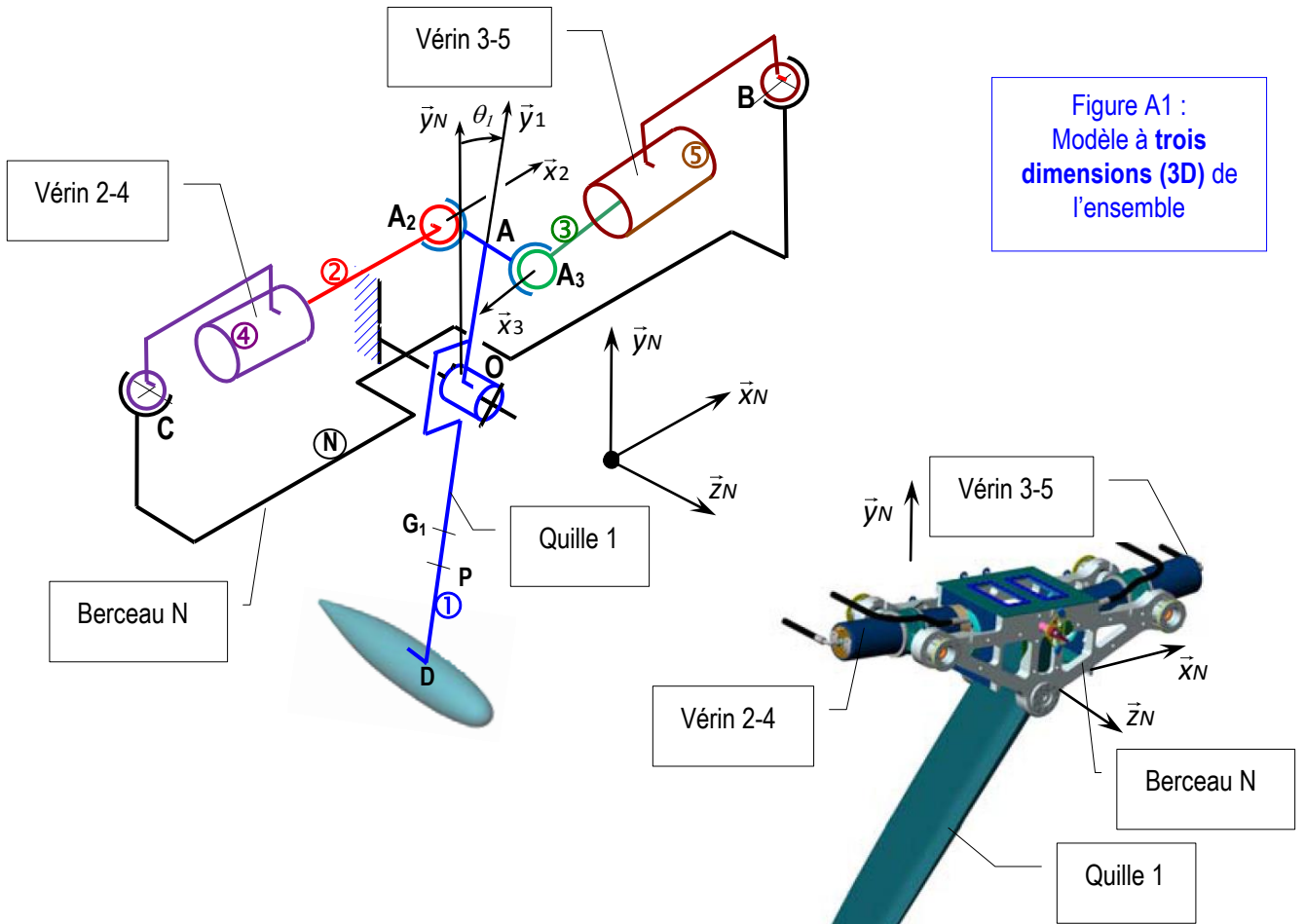


Figure A1 :  
Modèle à trois dimensions (3D) de l'ensemble

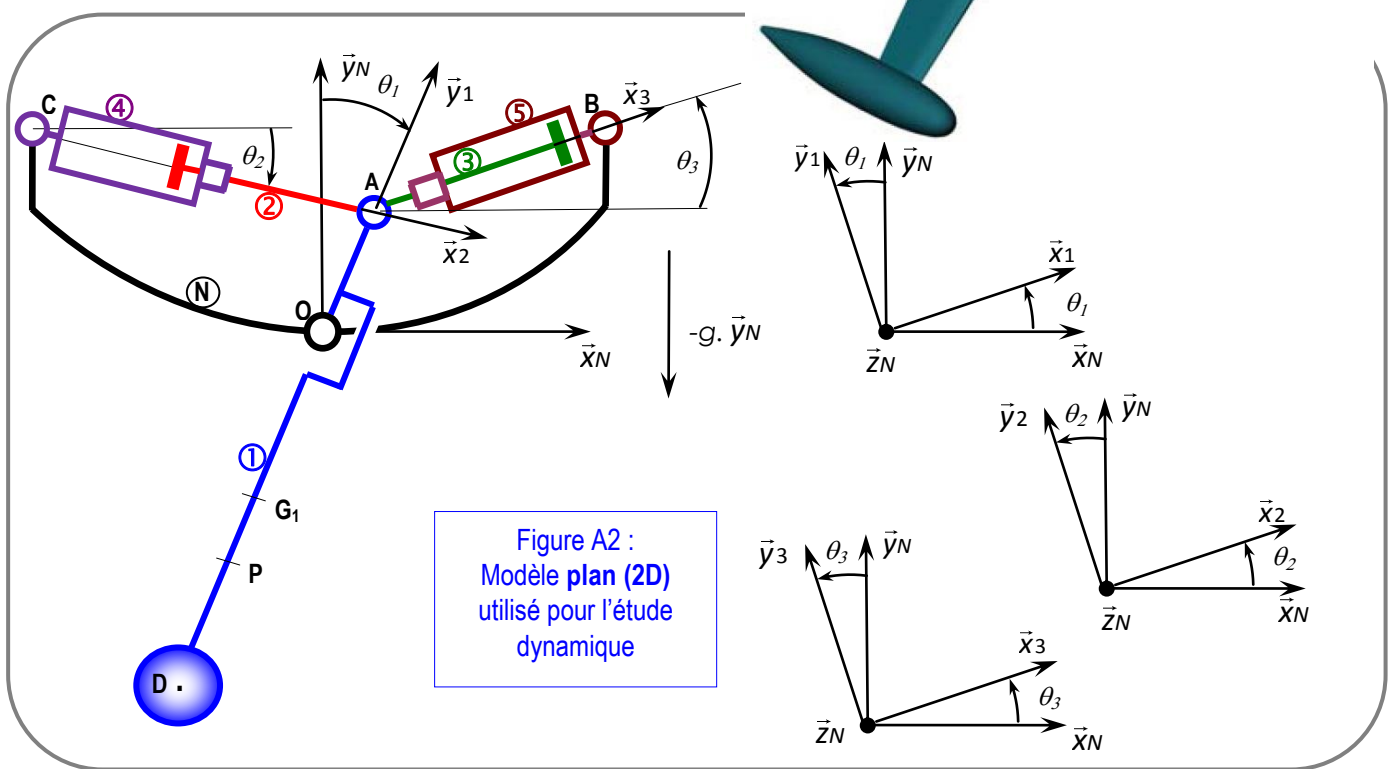
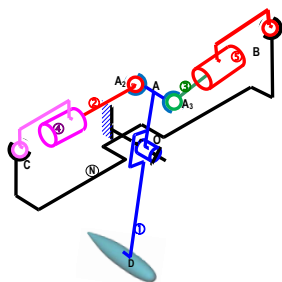


Figure A2 :  
Modèle plan (2D) utilisé pour l'étude dynamique

# Annexe 1 (suite)



## Modèle 3D :

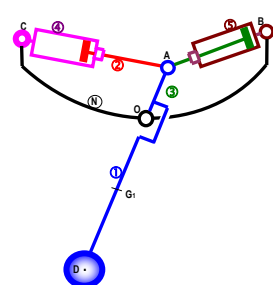
Liaisons entre solides et paramétrage

$$\vec{OA} = R \cdot \vec{y}_1 ; \vec{AA}_2 = -d \cdot \vec{z}_N ; \vec{AA}_3 = d \cdot \vec{z}_N ; \vec{OC} = -a \cdot \vec{x}_N + b \cdot \vec{y}_N - d \cdot \vec{z}_N ; \vec{OB} = a \cdot \vec{x}_N + b \cdot \vec{y}_N + d \cdot \vec{z}_N ;$$

$$\vec{DO} = L t_1 \cdot \vec{y}_1 ; \vec{OG}_1 = -L_1 \cdot \vec{y}_1 \text{ avec } R > 0, a > 0, d > 0, b > 0, L_1 > 0 \text{ et } L t_1 > 0.$$

$$\vec{CA} = x_{24} \cdot \vec{x}_2 (t \rightarrow x_{24}(t)) ; \vec{AB} = x_{35} \cdot \vec{x}_3 (t \rightarrow x_{35}(t))$$

Liaison	type	Caractéristique géométrique	Paramètre(s)	Liaison	type	Caractéristique géométrique	Paramètres
N/1	Pivot	Axe (O, $\vec{z}_N$ )	$\theta_1 = (\vec{x}_N, \vec{x}_1)$	2/4	Pivot glissant	Axe (A <sub>2</sub> , $\vec{x}_2$ )	$\vec{CA}_2 = x_{24} \cdot \vec{x}_2$
N/4	Sphérique	Centre C		5/3	Pivot glissant	Axe (A <sub>3</sub> , $\vec{x}_3$ )	$\vec{A}_3 B = x_{35} \cdot \vec{x}_3$
N/5	Sphérique	Centre B		2/1	Sphérique	Centre A <sub>2</sub>	
				3/1	Sphérique	Centre A <sub>3</sub>	



## Modèle 2D :

Données géométriques

Le plan de l'étude est : (A ;  $\vec{x}_N, \vec{y}_N$ ).

Dans ce modèle, les points A<sub>2</sub> et A<sub>3</sub> sont confondus avec le point A (d=0), et les points C et B sont projetés dans le plan (A ;  $\vec{x}_N, \vec{y}_N$ ).

$$\vec{OA} = R \cdot \vec{y}_1 ; \vec{OC} = -a \cdot \vec{x}_N + b \cdot \vec{y}_N ; \vec{OB} = a \cdot \vec{x}_N + b \cdot \vec{y}_N ; \vec{DO} = L t_1 \cdot \vec{y}_1$$

avec  $R > 0, a > 0, b > 0$  et  $L t_1 > 0$ .

$$\vec{CA} = x_{24} \cdot \vec{x}_2 (t \rightarrow x_{24}(t)) ; \vec{AB} = x_{35} \cdot \vec{x}_3 (t \rightarrow x_{35}(t)).$$

Liaison	type	Caractéristique géométrique	Paramètre(s)	Liaison	type	Caractéristique géométrique	Paramètres
N/1	Pivot	Axe (O, $\vec{z}_N$ )	$\theta_1 = (\vec{x}_N, \vec{x}_1)$	2/4	Glissière	Direction $\vec{x}_2$	$\vec{CA} = x_{24} \cdot \vec{x}_2$
N/4	Pivot	Axe (C, $\vec{z}_N$ )	$\theta_2 = (\vec{x}_N, \vec{x}_2)$	5/3	Glissière	Direction $\vec{x}_3$	$\vec{AB} = x_{35} \cdot \vec{x}_3$
N/5	Pivot	Axe (B, $\vec{z}_N$ )	$\theta_3 = (\vec{x}_N, \vec{x}_3)$	2/1	Pivot	Axe (A, $\vec{z}_N$ )	
				3/1	Pivot	Axe (A, $\vec{z}_N$ )	

Données massiques et inertielles

Solide	Masse	Centre d'inertie	Matrice d'inertie
1	M <sub>1</sub>	G <sub>1</sub> : $\vec{OG}_1 = -L_1 \cdot \vec{y}_1 \quad L_1 > 0$	$[I(G_1, 1)] = \begin{bmatrix} A1 & 0 & 0 \\ 0 & B1 & -D1 \\ 0 & -D1 & C1 \end{bmatrix}_{(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_N)}$
2	M <sub>2</sub>	G <sub>2</sub> : $\vec{AG}_2 = -L_2 \cdot \vec{x}_2 \quad L_2 > 0$	$[I(G_2, 2)] = \begin{bmatrix} A2 & 0 & 0 \\ 0 & B2 & 0 \\ 0 & 0 & B2 \end{bmatrix}_{(\vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_N)}$

# Annexe 1 (fin)

3	$M_3 = M_2$	G3: $\vec{AG3} = +L_2 \cdot \vec{x}_3 \quad L_2 > 0$	$[I(G3,3)] = \begin{bmatrix} A3 & 0 & 0 \\ 0 & B3 & 0 \\ 0 & 0 & B3 \end{bmatrix}_{(\vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_N)}$ $A3=A2, B3=B2$
4	$M4$	C	$[I(C,4)] = \begin{bmatrix} A4 & 0 & 0 \\ 0 & B4 & 0 \\ 0 & 0 & C4 \end{bmatrix}_{(\vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_N)}$
5	$M5=M4$	B	$[I(B,5)] = \begin{bmatrix} A5 & 0 & 0 \\ 0 & B5 & 0 \\ 0 & 0 & C5 \end{bmatrix}_{(\vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_N)}$ $A5=A4, B5=B4 \text{ et } C5=C4$

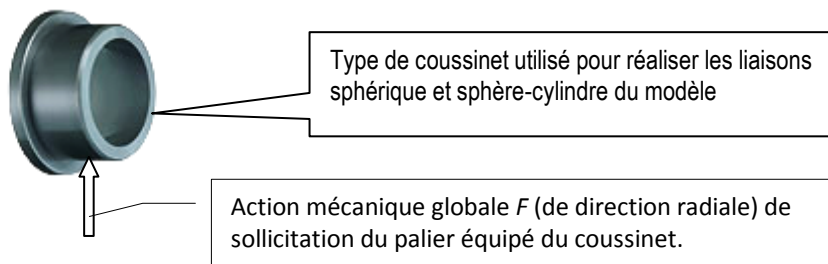
## Actions mécaniques

Actions de		Origine	Torseur représentatif	Actions sur		Origine	Torseur représentatif
de	sur			de	sur		
Huile	2	Pression hydraulique vérin 2-4	$\{ph \rightarrow 2\} : \begin{Bmatrix} F_{h2} \cdot \vec{x}_2 \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_C$	Huile	2	Frottement visqueux vérin 2-4	$\{phf \rightarrow 2\} : \begin{Bmatrix} -k \cdot \frac{dx_{24}}{dt} \cdot \vec{x}_2 \quad (k>0) \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_A$
Huile	3	Pression hydraulique vérin 3-5	$\{ph \rightarrow 3\} : \begin{Bmatrix} -F_{h3} \cdot \vec{x}_3 \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_B$	Huile	3	Frottement visqueux vérin 3-5	$\{phf \rightarrow 3\} : \begin{Bmatrix} -k \cdot \frac{dx_{35}}{dt} \cdot \vec{x}_3 \quad (k>0) \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_A$
				Eau	1	Actions hydro-dynamiques	$\{eau \rightarrow 1\} : \begin{Bmatrix} F_p \cdot \vec{z}_1 + F_t \cdot \vec{x}_1 \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_P$ $\vec{OP} = -h \cdot \vec{y}_1 \quad h > 0$

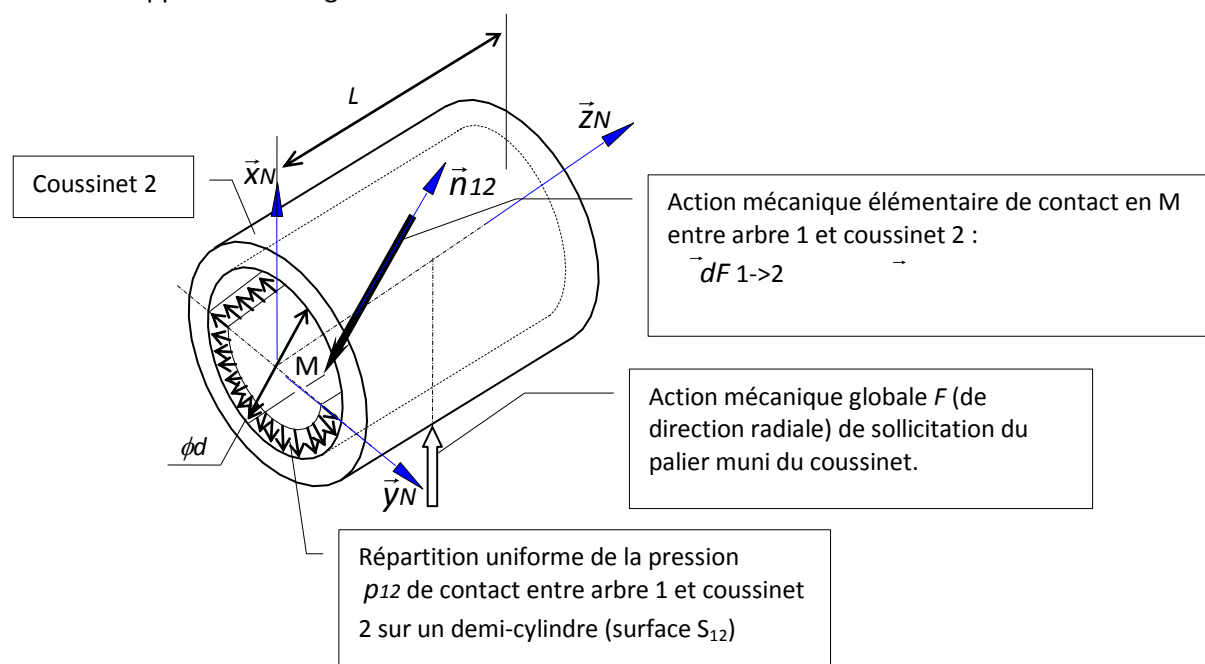
## Hypothèses complémentaires

- **Liaisons parfaites** : toutes les liaisons sont parfaites.
- **Frottement visqueux** : la circulation de l'huile dans les canalisations de l'installation crée un phénomène de frottement visqueux modélisé par les torseurs  $\{phf \rightarrow 3\}$  et  $\{phf \rightarrow 2\}$  (voir tableau ci-dessus pour la modélisation de ces actions).
- **Action hydrodynamique** : l'action mécanique de l'eau sur le voile de quille, lors du basculement de cette dernière, est modélisée par le torseur glisseur  $\{eau \rightarrow 1\} : \begin{Bmatrix} F_p \cdot \vec{z}_1 + F_t \cdot \vec{x}_1 \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_P$  où  $F_p$  est une composante de « portance » et  $F_t$  une composante de « trainée » hydrodynamique.
- **Pesanteur** : l'accélération de pesanteur est définie par :  $\vec{g} = -g \cdot \vec{y}_N$ .

# Quille pendulaire. Annexe 3 : Procédure de validation du choix d'un coussinet.



Méthode de calcul de la pression de contact supposée répartie uniformément sur le demi-cylindre intérieur du coussinet opposé à la charge radiale  $F$ .



$$p_{12}.d.L = F \text{ et donc } p_{12} = \frac{F}{d.L}$$

Critère de validation :

le matériau du coussinet caractérisé par sa pression admissible  $p_{adm}$  convient si :  $p_{12} \leq p_{adm}$ .