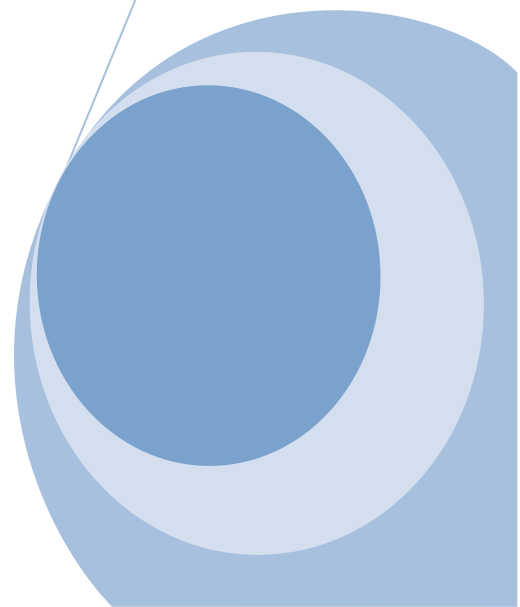
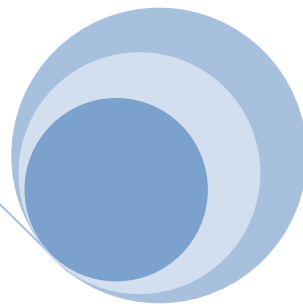
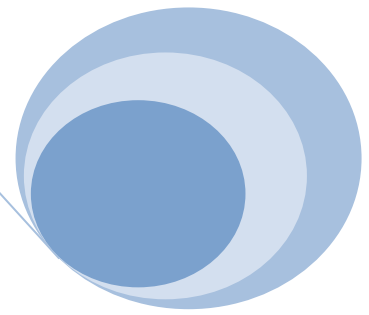




POLYTECH[®]
PARIS-SUD

www.polytech.u-psud.fr



Mécanique Statique

Poly de TD

Chargée de cours : AL HELBERT

Forces-Moments- Torseurs

Exercice 1

On considère une potence soumise au chargement ci-dessous (figure 2).

- a - Associer à chaque effort un torseur.
- b - Calculer les éléments de réduction en O du torseur résultant.
- c - Est-ce un glisseur ? Si oui, déterminer son support.
- d - Déterminer graphiquement le support du glisseur résultant

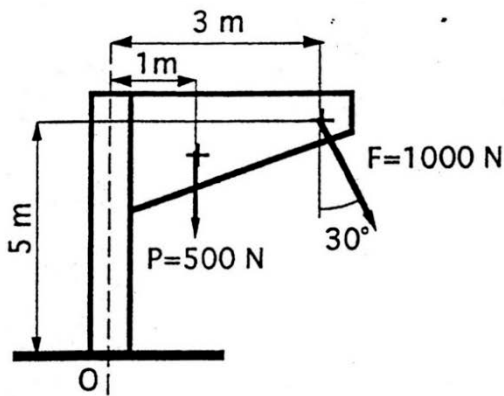


Fig. 2

Exercice 2

On considère une clé que l'on manoeuvre en appliquant les efforts indiqués ci-dessus (figure 3).

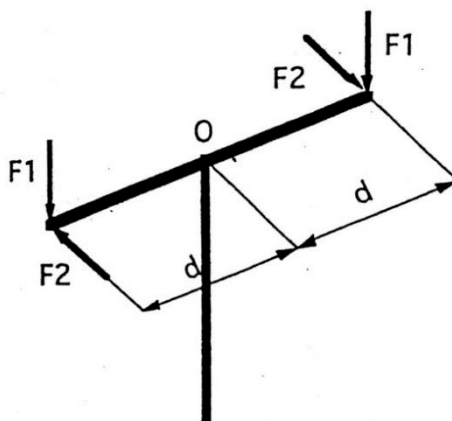


Fig. 3

Déterminer les éléments de réduction du torseur des efforts totaux au point O. Que peut-on dire du point O ?

Liaisons-PFS

Exercice 1

Dans un montage de fraisage, la pièce à usiner (P) est bloquée au moyen d'une came (C) et d'un levier (L) (figure 2). L'intensité de la force exercée par la came sur le levier en A vaut 960 N.

Déterminer par le calcul et graphiquement les actions mécaniques exercées par l'axe et la pièce sur le levier.

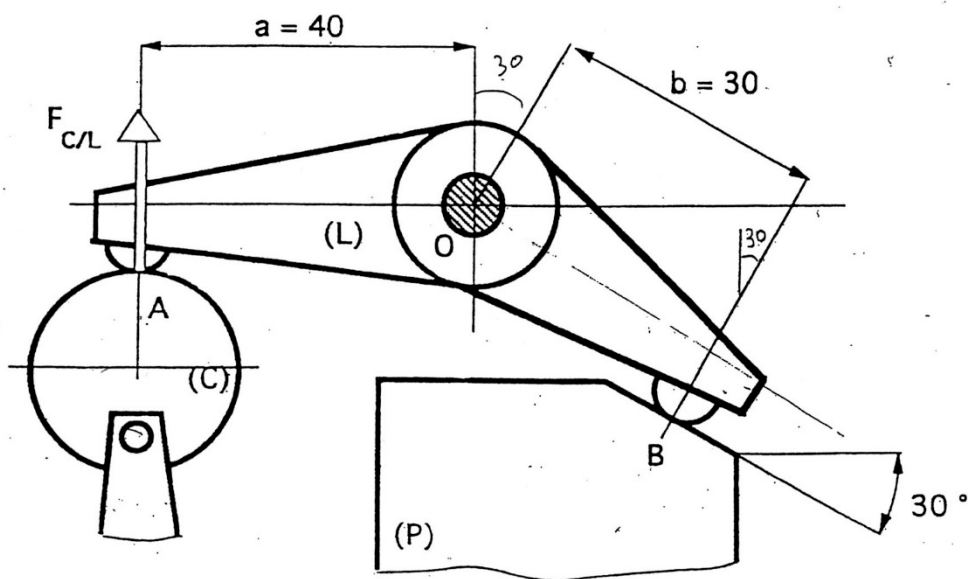
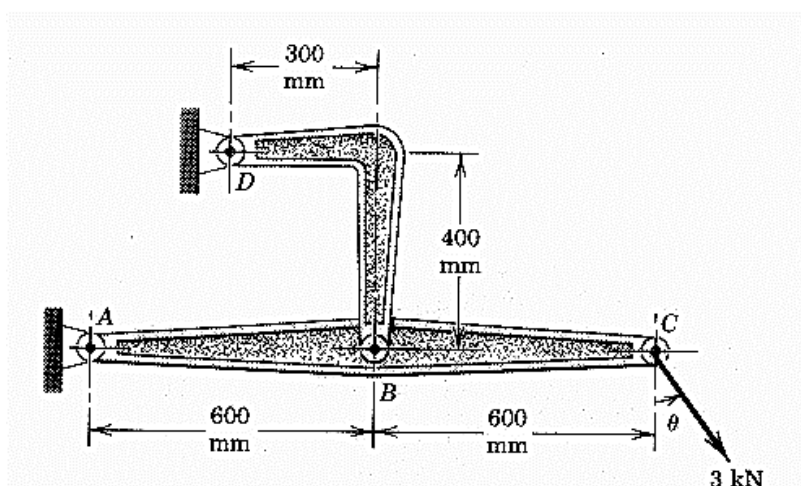


Figure 2.

Exercice 2 : (Session sept.2000)

Les composantes ABC et DB portent une charge de 3kN appliquée suivant un angle θ de 30° comme indiqué sur la figure ci-dessous.

1. Faire le bilan des inconnues si on choisit d'isoler le système global composé des poutres ABC et DB. Conclure sur la possibilité de résoudre le problème dans ce cas.
2. Déterminer analytiquement la charge que supporte l'axe A.
3. Faire une résolution graphique du problème sur la feuille jointe. Prendre 1 cm / 200 mm et 2 cm / 1 kN.



PFS- Statique graphique

EXERCICE 1 : Pistolet d'arrosage

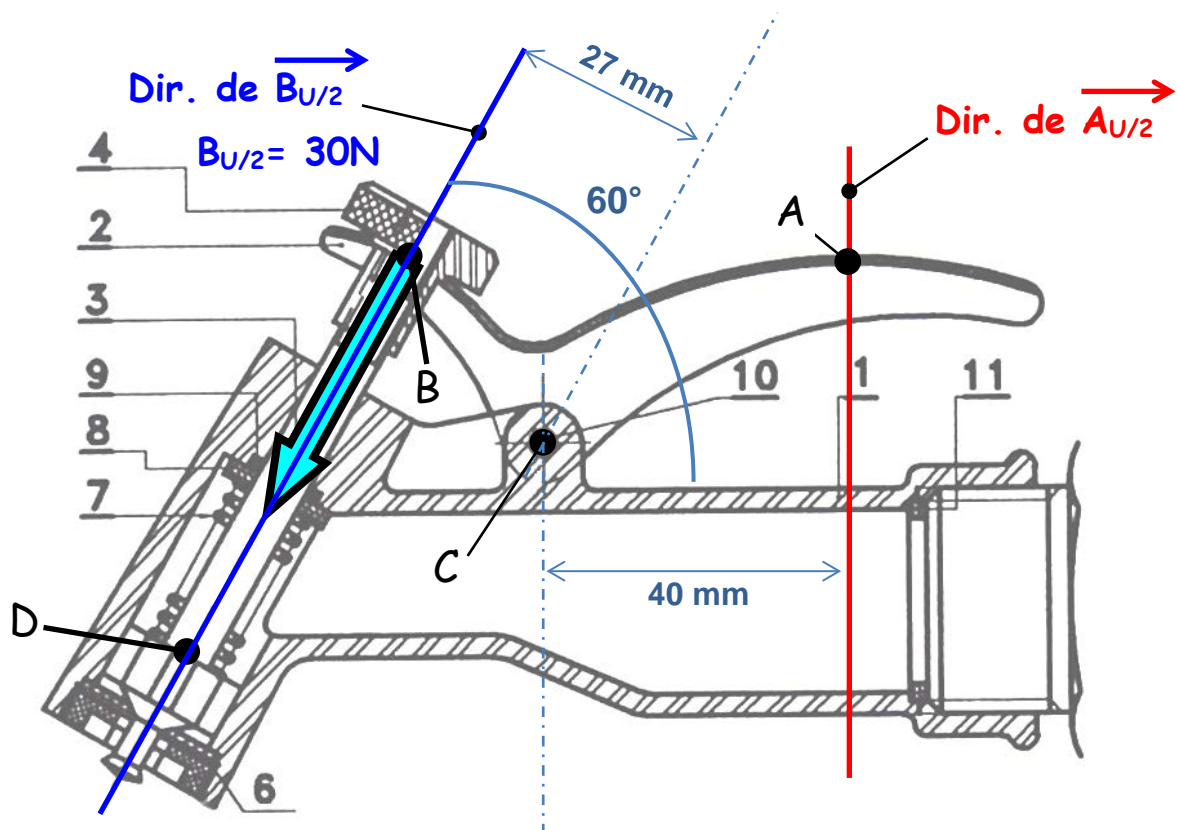
Situation :

Le système représenté ci-dessous est un pistolet d'arrosage. Pour permettre le passage de l'eau, l'utilisateur doit exercer une force verticale sur le levier (2) au point A. Le levier (2) pivote alors autour de l'axe (10) et entraîne la translation de l'ensemble (4+3) en comprimant le ressort de rappel (7). L'orifice de sortie est alors libéré et l'eau peut sortir. On souhaite déterminer l'intensité de la force $\vec{A}_{U/2}$ que doit exercer l'utilisateur sur le levier (2).

Hypothèses :

Liaisons parfaites sans frottement, poids des pièces négligés.

Première partie : Déterminer analytiquement la force $A_{U/2}$ et la force $C_{1/2}$.

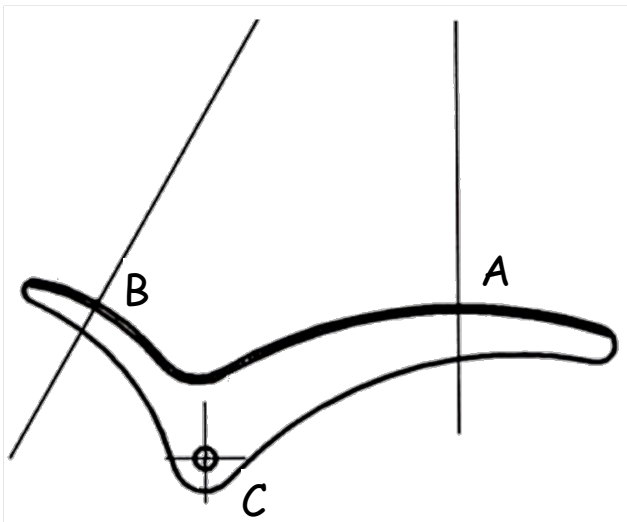


Deuxième partie : Déterminer graphiquement les forces $A_{U/2}$ et $C_{1/2}$.

Réaliser l'étude graphique de l'équilibre du levier 2.

Plan des espaces (la géométrie est déjà tracée, avec une échelle non communiquée)

Plan des forces (1 mm pour 0.5 N)



RESULTATS

CALCUL D'ERREUR RELATIVE AVEC L'ANALYTIQUE

PFS complexe

Exercice 1 : (Examen Mécanique FIUPSO 2-1999)

La figure 1 représente une cisaille utilisée pour sectionner des fers ronds (2) dont la section apparaît sur le dessin. Le fer est placé entre deux lames solidaires chacune des leviers ABCD (1) et MNO (4). Ces leviers sont articulés sur le bâti 5 par leur extrémité A ou O. Une bielle BN (3) oblige les lames à se rapprocher l'une de l'autre quand on manœuvre le levier 1 sous l'action d'une force P. On suppose que le centre du fer reste constamment sur l'axe CM. On néglige les frottements et la pesanteur devant les autres efforts.

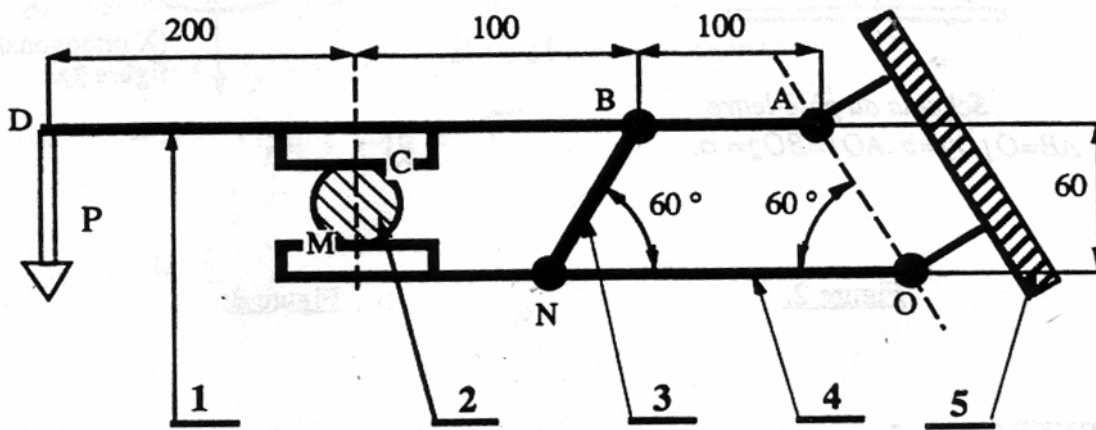


Figure 1.

Sachant que l'effort F, en C, nécessaire pour sectionner le fer est égal à 1295 N, déterminer analytiquement l'effort P, qu'il faut exercer en D, pour que sous l'effet des leviers 1 et 4, le fer soit cisillé (on isolera successivement 2, 3, 4 puis 1). Représenter les différentes pièces à l'équilibre. Résoudre graphiquement, sur la feuille jointe, l'équilibre du levier 4.

Exercice 2

La remorque :

TV La remorque (2 + 3) de poids \vec{P} (800 daN en G) est tractée en A (liaison rotule de centre A) par la rotule d'attelage du véhicule 1. L'ensemble est supposé à l'arrêt dans une pente de 10° . Les roues B, en liaison ponctuelle de normale (B, v) avec le sol 0, ne sont pas freinées.

Isoler la remorque et en déduire les torseurs $A\{T_{1 \rightarrow 3}\}_{x, y, z}$ en A et, $B\{T_{0 \rightarrow 3}\}_{x, y, z}$ en B.

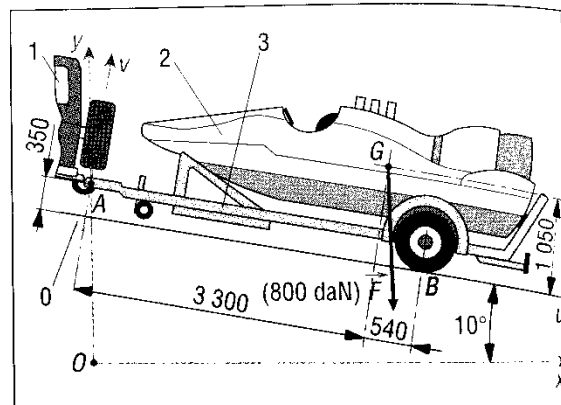


Fig. 26. Remorque dans une pente de 10° .

Treillis

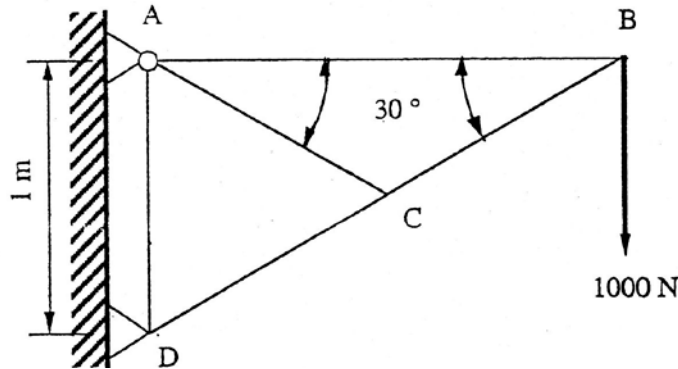
Exercice 1

Soit la potence ci-dessous.

a - Déterminer par la méthode des sections les efforts intérieurs dans les barres (AB), (AC) et (CD) :

- méthode analytique,
- méthode graphique.

c - Déterminer les efforts intérieurs dans les barres (CB) et (AD), ainsi que les actions de contact en A et D.



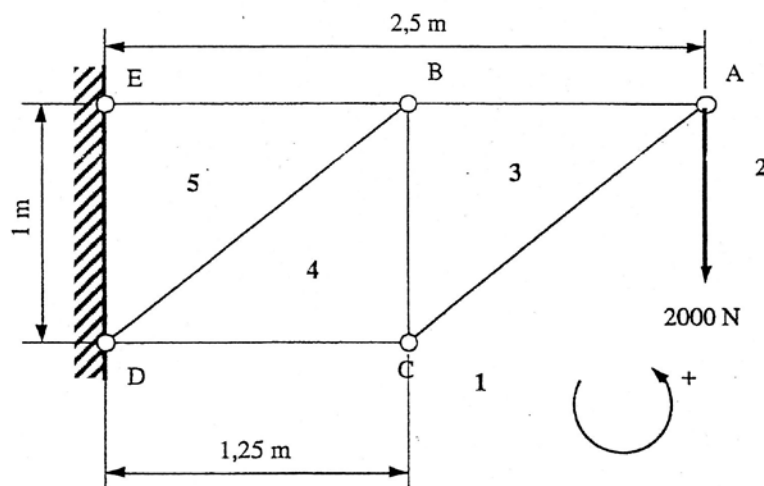
Exercice 2

On considère le système de barres ci-dessous.

a - Discuter du choix du treillis étudié.

b - Déterminer analytiquement les actions de contact en E et D ainsi que les efforts intérieurs (norme, nature ...) dans les barres.

c - Reprendre la question b, mais avec résolution graphique par la méthode des noeuds.



Le Frottement

Exercice 1 : Équilibre d'une échelle

Soit une échelle (E) de masse m_1 , de centre de gravité G, de longueur $2l$. (E) repose sur le sol en A et sur le mur en B. On note α l'angle entre l'échelle et le sol. On fait l'hypothèse que seul le frottement sur le sol assure la stabilité de l'échelle. On note f le coefficient de frottement et f_0 le coefficient de glissement. Soit une personne (P), de masse m_2 , qui grimpe à l'échelle jusqu'à un point M tel que $AM = x$.

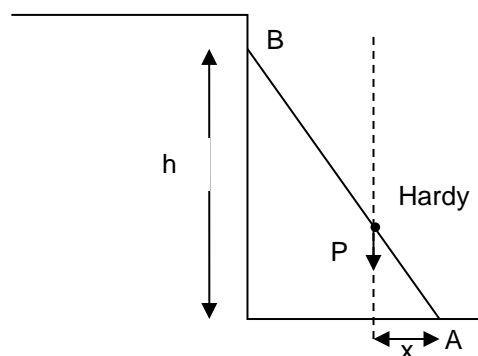
- 1) Faire le bilan des actions mécaniques extérieures sur (S) = (E) U (P).
- 2) Appliquer le principe fondamental de la statique et déterminer les réactions aux appuis en A et B.
- 3) Ecrire la condition de limite de glissement pour (S).
- 4) Donner la position (x) de la personne sur l'échelle entraînant le glissement de celle-ci.
- 5) Exprimer la condition de glissement sur x lorsqu'on néglige la masse de l'échelle.
- 6) Donner la condition pour que l'échelle ne tombe jamais, quelle que soit la position de P.
- 7) Illustrer l'équilibre de l'échelle graphiquement.

Exercice 2 : Laurel et Hardy sur une échelle

Laurel et Hardy se disputent à propos d'une échelle (de masse négligeable) reposant sur le sol en A et sur le mur en B. On fait l'hypothèse que seul le frottement sur le sol assure la stabilité de l'échelle (contact lisse en B). On note f le coefficient de glissement.

Laurel et Hardy dialoguent. **A vous de savoir si Hardy a raison.**

- Laurel : « Attention Hardy l'échelle est trop oblique, ne continue pas de monter ! »
- Hardy : « Mais non, si elle tient alors que je suis sur la première marche, elle tiendra quand je serai à la dernière »
- Hardy reprend : « Tu fais le malin, alors monte à ma place, car tu es plus léger, l'échelle a moins de chance de glisser »



Nature liaison et repère associé \mathcal{R}	Schématisation spatiale	Torseur transmissible $\{\mathcal{T}_S(1 \rightarrow 2)\}$	Forme particulière conservée	Torseur cinématique $\{\mathcal{T}_C(2/1)\}$	Forme particulière conservée
Encastrement \mathcal{R} quelconque		$\begin{Bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	En tout point de l'espace	$\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	En tout point de l'espace
Pivot d'axe (A, \vec{x})		$\begin{Bmatrix} X & 0 \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	En tout point de (A, \vec{x})	$\begin{Bmatrix} \omega_x & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	En tout point de (A, \vec{x})
Glissière d'axe (A, \vec{x})		$\begin{Bmatrix} 0 & L \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	En tout point de l'espace	$\begin{Bmatrix} 0 & v_x \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	En tout point de l'espace
Hélicoïdale d'axe (A, \vec{x})		$\begin{Bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$ $(X = kL)$	En tout point de (A, \vec{x})	$\begin{Bmatrix} \omega_x & v_x \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$ $(v_x = \frac{P}{2\pi} \omega_x)$	En tout point de (A, \vec{x})
Pivot glissant d'axe (A, \vec{x})		$\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	En tout point de (A, \vec{x})	$\begin{Bmatrix} \omega_x & v_x \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	En tout point de (A, \vec{x})
Sphérique à doigt d'axe (A, \vec{x})		$\begin{Bmatrix} X & 0 \\ Y & 0 \\ Z & N \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	Au point A	$\begin{Bmatrix} \omega_x & 0 \\ \omega_y & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	Au point A
Sphérique de centre A		$\begin{Bmatrix} X & 0 \\ Y & 0 \\ Z & 0 \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	Au point A	$\begin{Bmatrix} \omega_x & 0 \\ \omega_y & 0 \\ \omega_z & 0 \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	Au point A
Appui plan de normale (A, \vec{x})		$\begin{Bmatrix} X & 0 \\ 0 & M \\ 0 & N \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	En tout point de l'espace	$\begin{Bmatrix} \omega_x & 0 \\ 0 & v_y \\ 0 & v_z \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	En tout point de l'espace
Linéaire circulaire de centre A et d'axe (A, \vec{x})		$\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y & 0 \\ Z & 0 \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	Au point A	$\begin{Bmatrix} \omega_x & v_x \\ \omega_y & 0 \\ \omega_z & 0 \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	Au point A
Linéaire rectiligne de normale (A, \vec{x}) (Δ) droite de contact (A, \vec{y})		$\begin{Bmatrix} X & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & N \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	En tout point de (A, \vec{x}, \vec{y})	$\begin{Bmatrix} \omega_x & 0 \\ \omega_y & v_y \\ 0 & v_z \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	En tout point de (A, \vec{x}, \vec{y})
Ponctuelle de normale (A, \vec{x})		$\begin{Bmatrix} X & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	En tout point de (A, \vec{x})	$\begin{Bmatrix} \omega_x & 0 \\ \omega_y & v_y \\ \omega_z & v_z \end{Bmatrix}_A \mathcal{R}$	En tout point de (A, \vec{x})

Nom de la liaison	translations		degrés de liberté	Représentation plane (orthogonale)	Représentation en perspective	Torseur d'inter-effort $T_{1/2}$	Exemple	Action sur le solide 2 isolé
	0	rotations						
Rotule à doigt (doigt o, z)	0	R_y R_z	2			$\begin{Bmatrix} X & L \\ Y & 0 \\ Z & 0 \end{Bmatrix}$		
Rotule ou sphérique centre O	0	R_x R_y R_z	3			$\begin{Bmatrix} X & 0 \\ Y & 0 \\ Z & 0 \end{Bmatrix}$		
Appui plan normale O, z	T_x T_y	R_z	3			$\begin{Bmatrix} 0 & L \\ 0 & M \\ Z & 0 \end{Bmatrix}$		
Linéaire rectiligne (axe O, x) (normale O, z)	T_x T_y	R_x R_z	4			$\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & M \\ Z & 0 \end{Bmatrix}$		
Linéaire annulaire (axe O, x)	T_x	R_x R_y R_z	4			$\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y & 0 \\ Z & 0 \end{Bmatrix}$		
Ponctuelle (direction O, z)	T_x T_y	R_x R_y R_z	5			$\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ Z & 0 \end{Bmatrix}$		

Fig. 11. Liaison linéaire annulaire ou sphère cylindre, ponctuelle ou sphère plan.

Nom de la liaison	translations		rotations		Représentation plane (orthogonale)	Représentation en perspective	Torseur d'intereffort $T_{1/2}$	Exemple	Action sur le solide 2 isolé
				degrés de liberté					
Encastrement ou liaison fixe	0	0	0	0	 variante 1 variante 2		$O \begin{pmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & N \end{pmatrix}$		
Pivot (axe O, x)	0	R_x	1	1	 ou		$O \begin{pmatrix} X & O \\ Y & M \\ Z & N \end{pmatrix}$		
Glissière (axe O, x)	T_x	0	0	1			$O \begin{pmatrix} O & L \\ Y & M \\ Z & N \end{pmatrix}$		
Hélicoïdale (axe O, x)	$T_x + R_x$	1 combinées fonction du pas		1	 ou		$O \begin{pmatrix} k.L & L \\ Y & M \\ Z & N \end{pmatrix}$		
Pivot glissant (axe O, x)	T_x	R_x	2				$O \begin{pmatrix} O & O \\ Y & M \\ Z & N \end{pmatrix}$		

Remarque : O est un point quelconque de l'axe de liaison.