

- ➔ **I. QUELLE EST L'UTILITÉ DU SCHÉMA CINÉMATIQUE ?**
- ➔ **II. QUE FAUT-IL DONC REPRÉSENTER ?**
- ➔ **III. RÈGLES DE REPRÉSENTATION**
- ➔ **IV. MODÉLISATION DES LIAISONS**
- ➔ **V. ETUDES DES LIAISONS ENTRE PIÈCES**

I. QUELLE EST L'UTILITÉ DU SCHÉMA CINÉMATIQUE ?

- Par définition, un **mécanisme** est composé de plusieurs **sous-ensembles** reliés entre eux par une ou plusieurs **liaisons**.
- Mais, la lecture des plans d'ensemble n'est pas toujours aisée (cas de mécanismes existants) et il est utile d'en simplifier la représentation.
- Lorsque le mécanisme n'existe pas (**phase de conception**), on a besoin d'un schéma illustrant le fonctionnement attendu sans toutefois **limiter le concepteur** dans les formes et dimensions à concevoir.



II. QUE FAUT-IL DONC REPRÉSENTER ?

- Le schéma cinématique doit présenter le plus fidèlement possible les relations **entre les différents groupes de pièces**.
 - On trouvera donc :
 - des **groupes de pièces** représentés sous forme de « **blocs cinématiques** ».
- On les appelle aussi « **sous-ensembles rigides** » ou « **classes d'équivalence** ».
- un ensemble de pièces liées entre elles par une **liaison encastrement**.
- des **liaisons normalisées** situées au niveau de chaque contact entre les groupes de pièces.

III. RÈGLES DE REPRÉSENTATION

- Un schéma cinématique peut être **plan (2D) ou spatial (3D)**. Son orientation doit être judicieusement choisie pour permettre la compréhension du mécanisme.
- Les schémas des liaisons sont **normalisés**. Il est donc **impératif** de les représenter tels que la norme les définit.
- Les **groupes cinématiques** sont coloriés. Les éléments du schéma cinématique doivent avoir les mêmes couleurs que celles utilisées sur le dessin d'ensemble.
- Il s'agit de mettre en place les symboles des liaisons **en respectant leur position et leur orientation**.
- On essaie de respecter **l'allure générale du mécanisme**, mais les formes et les dimensions des pièces ne sont pas respectées.

- Hypothèses: Liaisons parfaites

H1 : Les solides sont **indéformables**.

H2 : Le contact s'établit théoriquement en un point, une portion de ligne ou d'une surface de définition géométriquement simple: point, droite, cercle, plan, cylindre, sphère, surface hélicoïdale.

H3 : Les surfaces de chacune des pièces sont **supposées géométriquement parfaites et le maintien du contact est toujours assuré**.

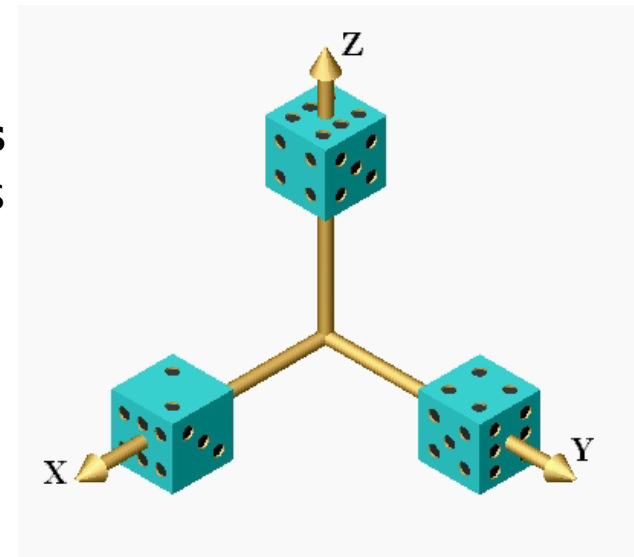
H4 : Les liaisons sont **considérées parfaites (sans jeux, sans frottements)**.



- **Nombre de degrés de liberté :**

C'est le **nombre de déplacements indépendants autorisés par la liaison**. Les déplacements élémentaires sont au nombre de **6** :

- **3 translations** suivant **X, Y** et **Z**
(nommées respectivement T_x, T_y, T_z)
- **3 rotations** autour de **X, Y** et **Z**
(nommées respectivement R_x, R_y, R_z)



Ce nombre est appelé **ddl** ou n_c (**nombre d'inconnues cinématiques**).

$$n_c \leq 6$$

- **Nombre de degrés de liaison :**

C'est le **nombre de déplacements indépendants éliminés par la liaison**.

Ce nombre est appelé n_s (**nombre d'inconnues statiques**).

$$n_c + n_s = 6$$

III. MODÉLISATION DES LIAISONS

- Liaisons élémentaires :**

C'est une **liaison simple** entre deux pièces obtenue par contact entre des surfaces géométriques élémentaires appartenant aux deux pièces.

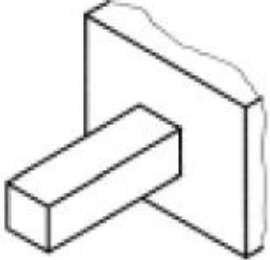
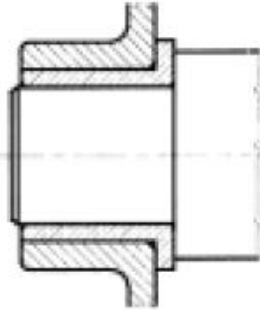
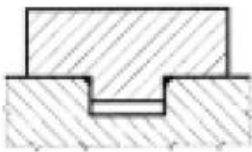
Les surfaces de contact sont appelées **surfaces fonctionnelles**.

	Plan	cylindre	Sphère
Sphère	Liaison sphère plan ou ponctuelle	Liaison sphère cylindre ou linéaire annulaire	Liaison sphérique ou rotule
Cylindre	Liaison linéaire rectiligne	Liaison pivot glissant	
Plan	Liaison appui plan		

III. MODÉLISATION DES LIAISONS

- Liaisons composées :**

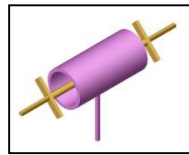
Elles sont obtenues par **association cohérente de plusieurs liaisons élémentaires.**

Association de liaisons élémentaires	Exemple	Association de liaisons élémentaires	Exemple
Liaison complète	 <p>Poutre encastrée</p>	Liaison pivot	 <p>Guidage en rotation</p>
Liaison glissière	 <p>Guidage en translation</p>	Liaison sphérique à doigt	 <p>Joint de cardan</p>

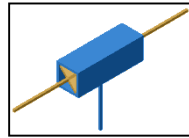
IV. ETUDES DES LIAISONS ENTRE PIÈCES

➔ **Liaison encastrement**

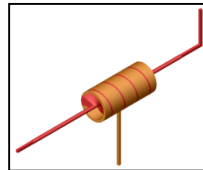
➔ **Liaison pivot**



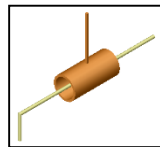
➔ **Liaison glissière**



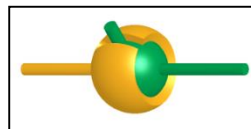
➔ **Liaison hélicoïdale**



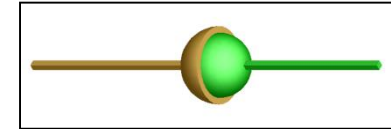
➔ **Liaison pivot glissant**



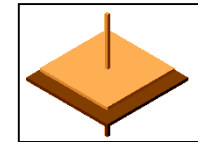
➔ **Liaison sphérique à doigt**



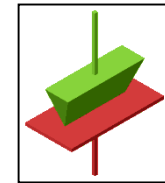
➔ **Liaison sphérique ou rotule**



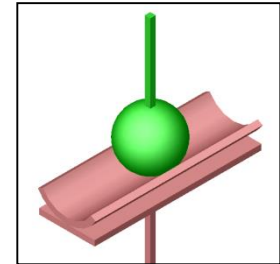
➔ **Liaison appui plan**



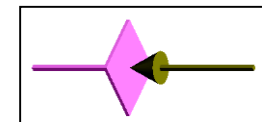
➔ **Liaison linéaire rectiligne**



➔ **Liaison sphère cylindre ou linéaire annulaire**



➔ **Liaison sphère plan ou ponctuelle**



1. Etude de la LIAISON ENCASTREMENT

Animation :

Pas d'animation pour cette liaison, car elle concerne des pièces **immobiles** les unes par rapport aux autres

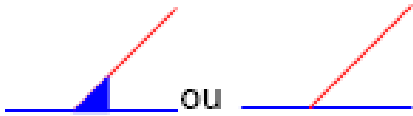

Degrés de liberté :

T	R
0	0
0	0
0	0

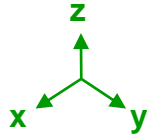
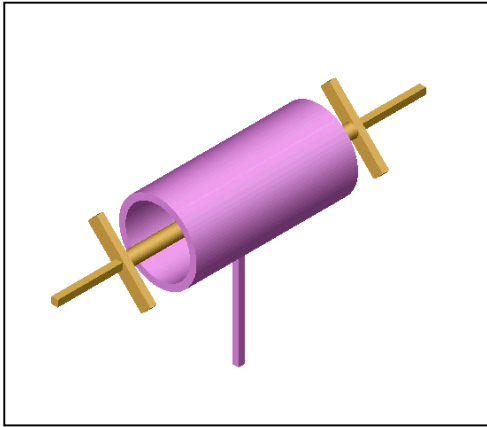
Nombre de degrés de liberté : $n_c = 0$

Nombre de degrés de liaison : $n_s = 6$

Schématisation normalisée :

Dans le plan :	Dans l'espace :
	

Animation :



Une liaison **pivot** est définie par **son axe de rotation**.

ex: liaison **pivot d'axe (A, x)**

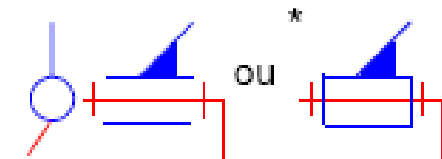
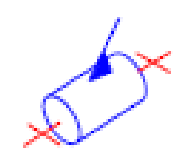
Degrés de liberté :

T	R
0	R_x
0	0
0	0

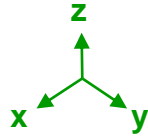
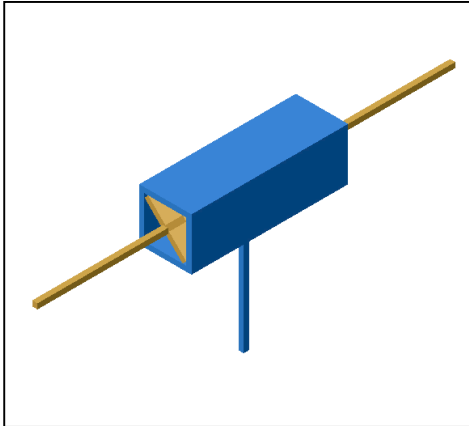
Nombre de degrés de liberté : $n_c = 1$

Nombre de degrés de liaison : $n_s = 5$

Schématisation normalisée :

Dans le plan :	Dans l'espace :
	

Animation :



Une liaison **GLISSIÈRE** est définie par **la direction de translation**.

(ex : Liaison **glissière de direction x**)


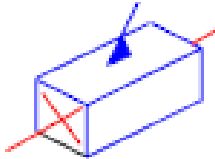
Degrés de liberté :

T	R
T_x	0
0	0
0	0

Nombre de degrés de liberté : $n_c = 1$

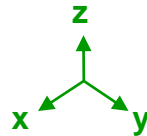
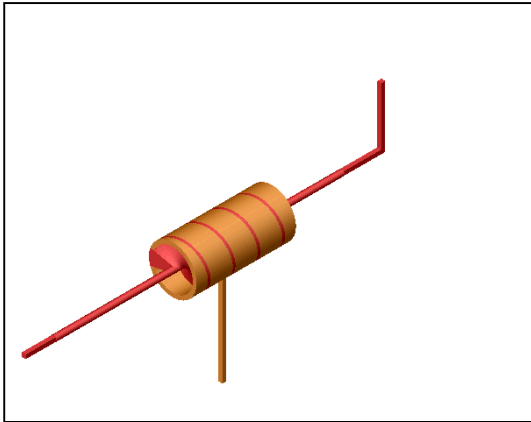
Nombre de degrés de liaison : $n_s = 5$

Schématisation normalisée :

Dans le plan :	Dans l'espace :
	

4. Etude de la LIAISON HELICOÏDALE

Animation :



Une liaison **HELICOÏDALE** est définie par **son axe**.

(ex : Liaison **hélicoïdale d'axe (A, x)**)

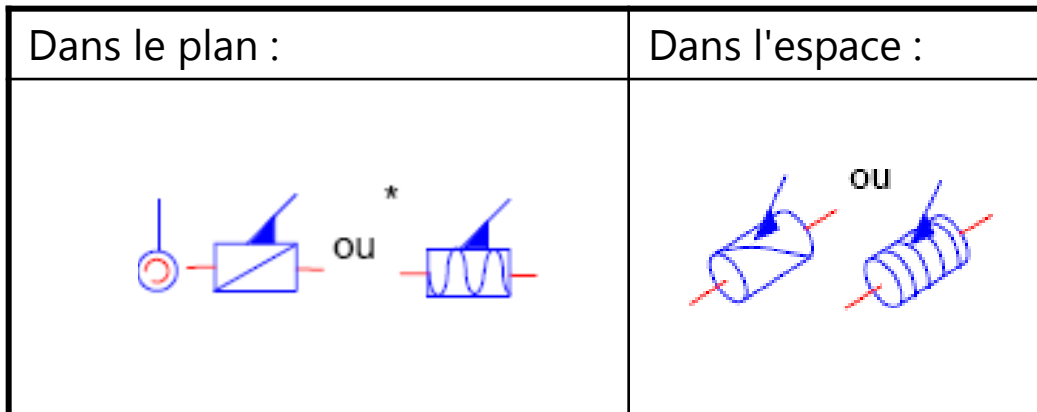
Degrés de liberté :

T	R
T_x	R_x
0	0
0	0

Nombre de degrés de liberté : $n_c = 1$
(2 mouvements liés)

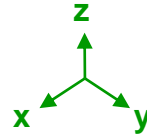
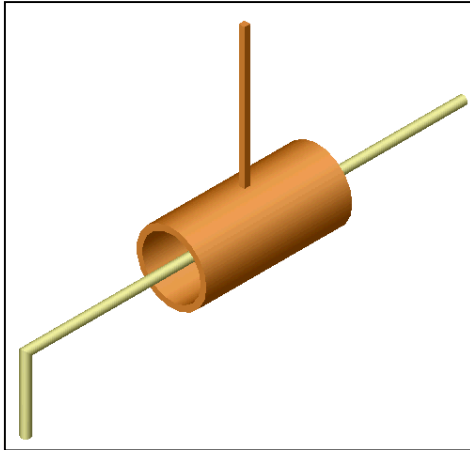
Nombre de degrés de liaison : $n_s = 5$

Schématisation normalisée :



5. Etude de la LIAISON PIVOT GLISSANT

Animation :



Une liaison **PIVOT GLISSANT** est définie par **son axe**.

(ex : Liaison **pivot glissant d'axe (A, x)**)

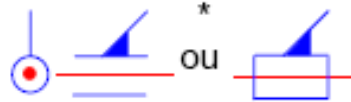

Degrés de liberté :

T	R
T_x	R_x
0	0
0	0

Nombre de degrés de liberté : $n_c = 2$

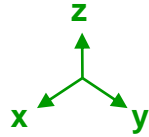
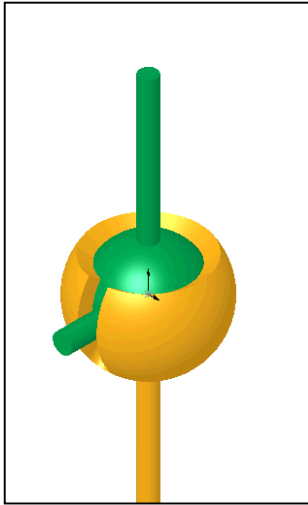
Nombre de degrés de liaison : $n_s = 4$

Schématisation normalisée :

Dans le plan :	Dans l'espace :
	

6. Etude de la LIAISON SPHÉRIQUE À DOIGT

Animation :



Une liaison **SPHÉRIQUE À DOIGT** est définie par **les axes de rotation**.

(ex : Liaison **SPHERIQUE À DOIGT d'axes (A, x) et (A, y)**)

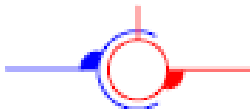

Degrés de liberté :

T	R
0	R_x
0	R_y
0	0

Nombre de degrés de liberté : $n_c = 2$

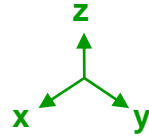
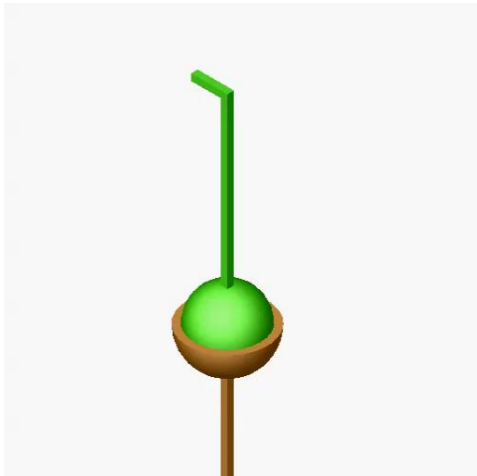
Nombre de degrés de liaison : $n_s = 4$

Schématisation normalisée :

Dans le plan :	Dans l'espace :
	

7. Etude de la LIAISON SPHERIQUE

Animation :



Une liaison **SPHÉRIQUE** ou ROTULE est définie par **son centre**.

(ex : Liaison **sphérique de centre A**)


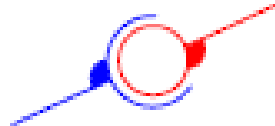
Degrés de liberté :

T	R
0	R_x
0	R_y
0	R_z

Nombre de degrés de mobilité : $n_c = 3$

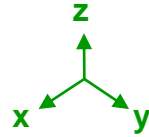
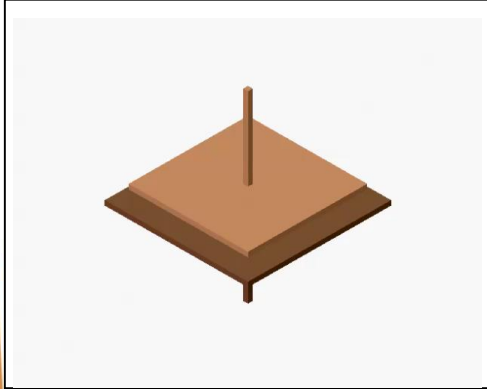
Nombre de degrés de liaison : $n_s = 3$

Schématisation normalisée :

Dans le plan :	Dans l'espace :
	

8. Etude de la LIAISON APPUI PLAN

Animation :



Une liaison **APPUI PLAN** est définie par **la direction normale au plan.**

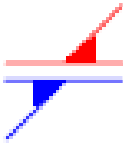
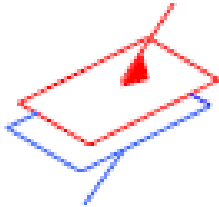
(ex : Liaison **appui plan de direction normale z**)

Degrés de liberté :

T	R
T_x	0
T_y	0
0	R_z

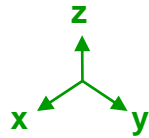
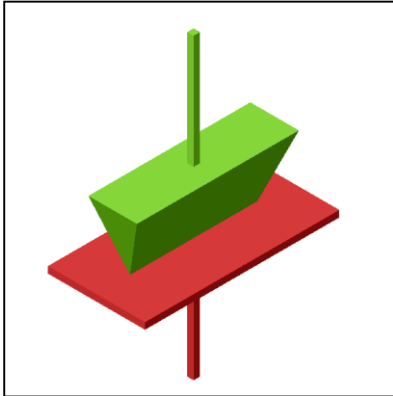
Nombre de degrés de liberté : $n_c = 3$
 Nombre de degrés de liaison : $n_s = 3$

Schématisation normalisée :

Dans le plan :	Dans l'espace :
	

9. Etude de la LIAISON LINÉAIRE RECTILIGNE

Animation :



Une liaison **LINEAIRE RECTILIGNE** est définie par **son axe et la direction normale au plan.**

(ex : Liaison **linéaire rectiligne d'axe (A, x) et de direction normale z**)

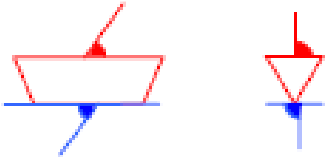
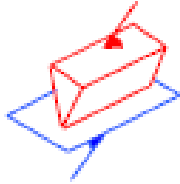
Degrés de liberté :

T	R
T_x	R_x
T_y	0
0	R_z

Nombre de degrés de liberté : $n_c = 4$

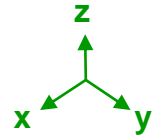
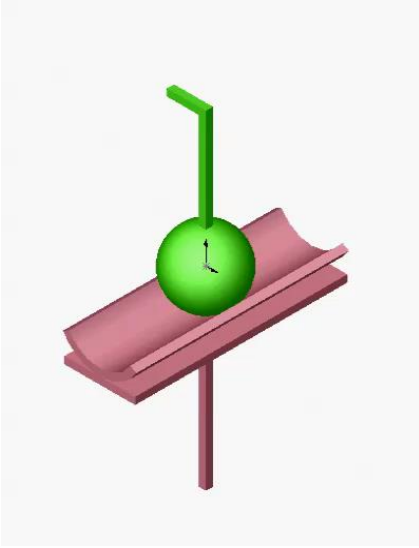
Nombre de degrés de liaison : $n_s = 2$

Schématisation normalisée :

Dans le plan :	Dans l'espace :
	

10. Etude de la LIAISON SPHERE CYLINDRE

Animation :



Une liaison **SPHERE CYLINDRE** ou LINEAIRE ANNULAIRE est définie par **son centre et sa direction**.

(ex : Liaison **sphère cylindre de centre A et de direction x**)

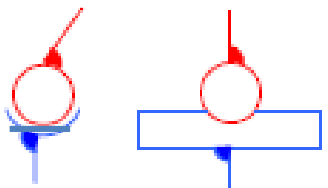

Degrés de liberté :

T	R
T_x	R_x
0	R_y
0	R_z

Nombre de degrés de liberté : $n_c = 4$

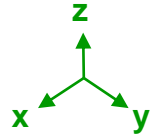
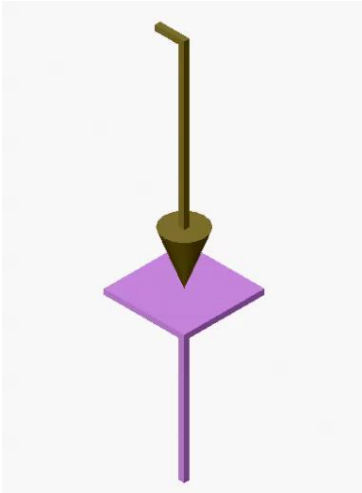
Nombre de degrés de liaison : $n_s = 2$

Schématisation normalisée :

Dans le plan :	Dans l'espace :
	

11. Etude de la LIAISON SPHERE PLAN

Animation :



Une liaison **SPHERE PLAN** ou PONCTUELLE est définie par **sa normale**.

(ex : Liaison **sphère plan de normale (A, z)**)

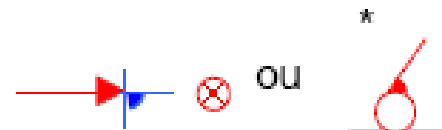
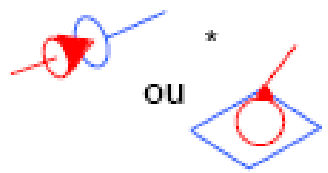
Degrés de liberté :

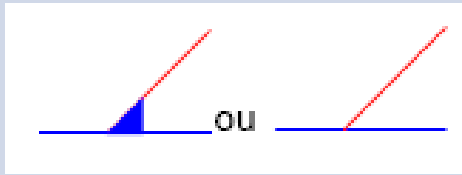
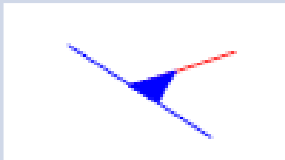
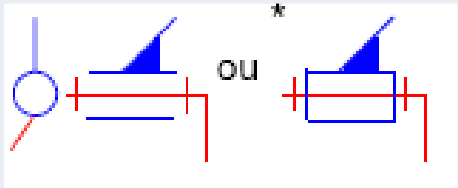
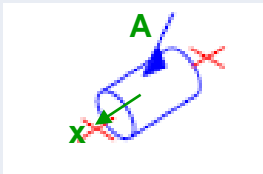
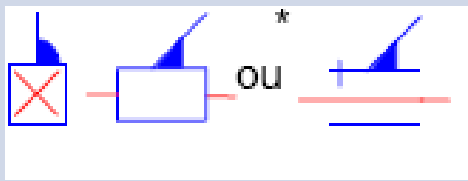
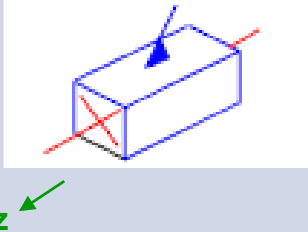
T	R
T_x	R_x
T_y	R_y
0	R_z

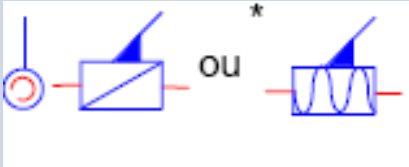
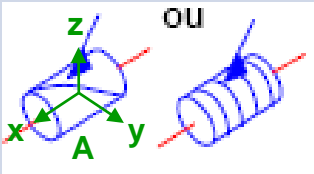
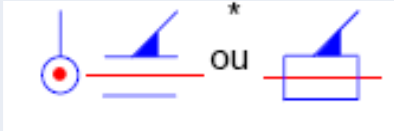
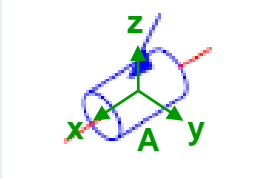
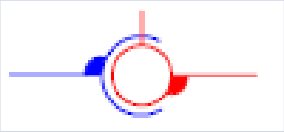
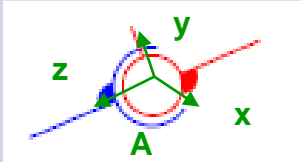
Nombre de degrés de liberté : $n_c = 5$

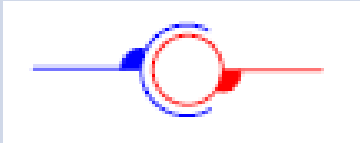
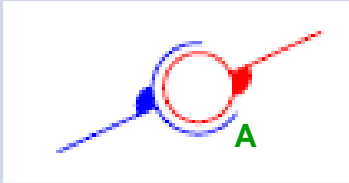
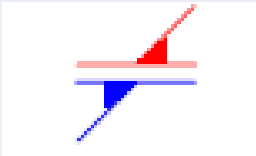
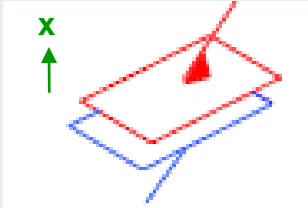
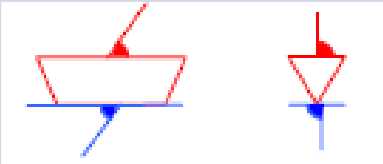
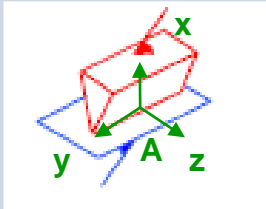
Nombre de degrés de liaison : $n_s = 1$

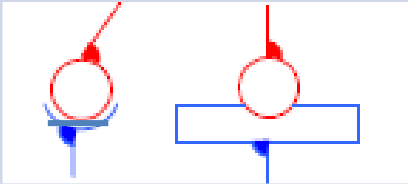
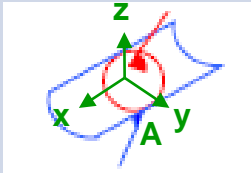
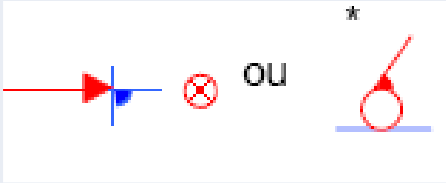
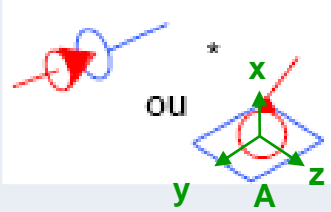
Schématisation normalisée :

Dans le plan :	Dans l'espace :
	

Nature liaison	Schématisation plane	Schématisation spatiale	Degrés de liberté	n_c	n_s								
Liaison encastrement			<table border="1"> <tr><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	T	R	0	0	0	0	0	0	0	6
T	R												
0	0												
0	0												
0	0												
Liaison pivot d'axe (A,x)			<table border="1"> <tr><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>0</td><td>R_x</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	T	R	0	R_x	0	0	0	0	1	5
T	R												
0	R_x												
0	0												
0	0												
Liaison glissière de direction z			<table border="1"> <tr><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>T_z</td><td>0</td></tr> </table>	T	R	0	0	0	0	T_z	0	1	5
T	R												
0	0												
0	0												
T_z	0												

Nature liaison	Schématisation plane	Schématisation spatiale	Degrés de liberté	n_c	n_s								
Liaison hélicoïdale d'axe (A,x)			<table border="1"> <tr><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>T_x</td><td>R_x</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	T	R	T_x	R_x	0	0	0	0	1	5
T	R												
T_x	R_x												
0	0												
0	0												
				T_x et R_x sont liées									
Liaison pivot glissant d'axe (A,x)			<table border="1"> <tr><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>T_x</td><td>R_x</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	T	R	T_x	R_x	0	0	0	0	2	4
T	R												
T_x	R_x												
0	0												
0	0												
Liaison sphérique à doigt d'axes (A,x) et (A,y)			<table border="1"> <tr><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>0</td><td>R_x</td></tr> <tr><td>0</td><td>R_y</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	T	R	0	R_x	0	R_y	0	0	2	4
T	R												
0	R_x												
0	R_y												
0	0												

Nature liaison	Schématisation plane	Schématisation spatiale	Degrés de liberté	n_c	n_s								
Liaison sphérique de centre A			<table border="1"> <tr><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>0</td><td>R_x</td></tr> <tr><td>0</td><td>R_y</td></tr> <tr><td>0</td><td>R_z</td></tr> </table>	T	R	0	R_x	0	R_y	0	R_z	3	3
T	R												
0	R_x												
0	R_y												
0	R_z												
Liaison appui plan de direction normale x			<table border="1"> <tr><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>0</td><td>R_x</td></tr> <tr><td>T_y</td><td>0</td></tr> <tr><td>T_z</td><td>0</td></tr> </table>	T	R	0	R_x	T_y	0	T_z	0	3	3
T	R												
0	R_x												
T_y	0												
T_z	0												
Liaison linéaire rectiligne d'axe (A, y) et de direction normale x			<table border="1"> <tr><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>0</td><td>R_x</td></tr> <tr><td>T_y</td><td>R_y</td></tr> <tr><td>T_z</td><td>0</td></tr> </table>	T	R	0	R_x	T_y	R_y	T_z	0	4	2
T	R												
0	R_x												
T_y	R_y												
T_z	0												

Nature liaison	Schématisation plane	Schématisation spatiale	Degrés de liberté	n_c	n_s								
<p>Liaison sphère cylindre de centre A et de direction x</p>			<table border="1"> <tr> <td>T</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>T_x</td> <td>R_x</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>R_y</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>R_z</td> </tr> </table>	T	R	T_x	R_x	0	R_y	0	R_z	4	2
T	R												
T_x	R_x												
0	R_y												
0	R_z												
<p>Liaison sphère plan de normale (A,x)</p>			<table border="1"> <tr> <td>T</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>R_x</td> </tr> <tr> <td>T_y</td> <td>R_y</td> </tr> <tr> <td>T_z</td> <td>R_z</td> </tr> </table>	T	R	0	R_x	T_y	R_y	T_z	R_z	5	1
T	R												
0	R_x												
T_y	R_y												
T_z	R_z												