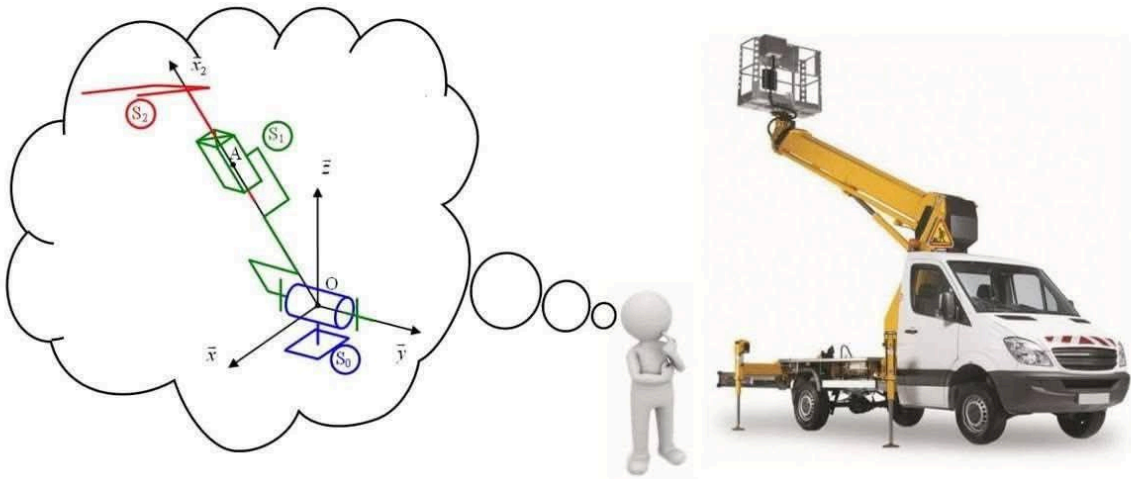


CD3.6 : Modaliser une liaison mécanique.

Problématique

Comment obtenir un modèle du mécanisme représenté sous forme de schéma (image symbolique simplifiée) permettant différentes études : cinématique, statique, dynamique, la résistance des matériaux ... ?

**Notion de degré de liberté**

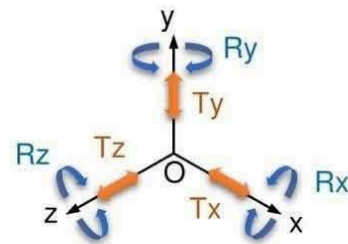
Lors de mouvements quelconques entre solides, on peut décomposer celui-ci en plusieurs mouvements élémentaires :

Sur chacun des trois axes $(\vec{Ox})$, $(\vec{Oy})$ et $(\vec{Oz})$, il y a deux types de mouvements possibles :

- Une translation
- Une rotation

Définition : On appelle degré de liberté la liberté de mouvement en rotation ou en translation d'un solide par rapport à l'autre solide.

Nombre maxi de degrés de liberté : 6

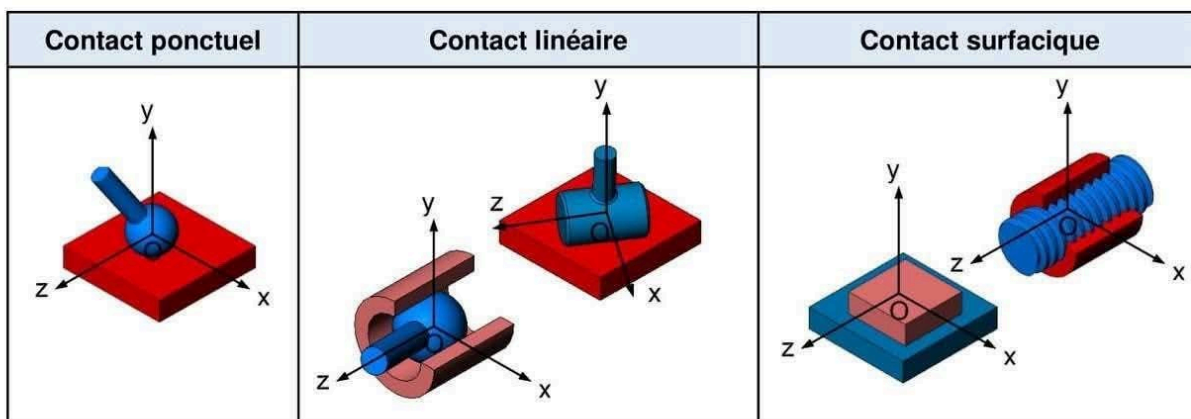
**Définitions relatives aux liaisons entre solides**

A l'intérieur des mécanismes industriels, on rencontre des corps solides dont la nature des contacts mutuels induit des particularités sur les mouvements possibles entre eux.

Définition d'une liaison : Une liaison est une relation de contact entre deux solides.

Les différents types de contact

Les solides étudiés dans ce chapitre sont supposés indéformables. On distingue de manière purement théorique trois grands types de contact :



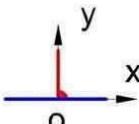
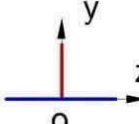
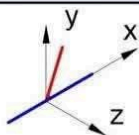
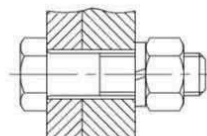
Modélisations des liaisons principales

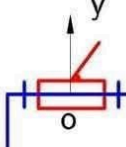
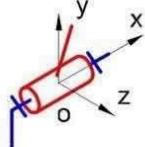
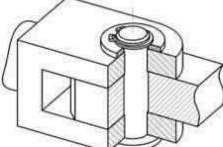
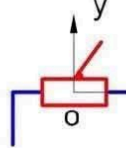
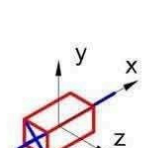
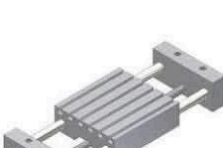
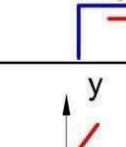
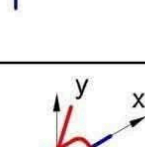
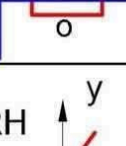
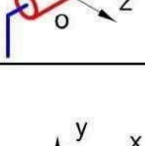
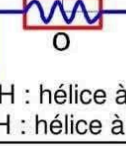
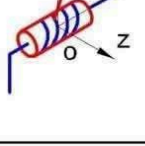
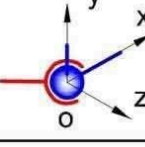
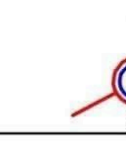
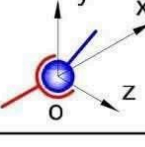
A chaque contact autorisant des déplacements entre deux systèmes matériels notés (1) et (2), sera mis en évidence un repère qui permet d'exprimer simplement les propriétés de ce contact : on l'appelle repère local. Il est également lié à un des systèmes matériels concernés par ce contact.

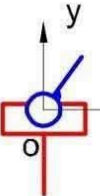
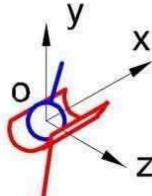
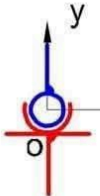
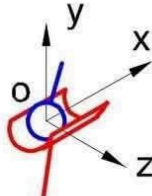
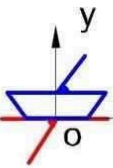
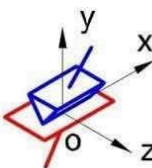
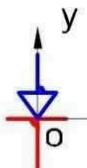
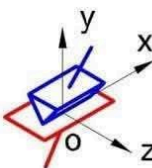
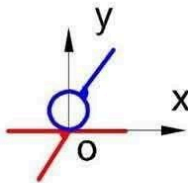
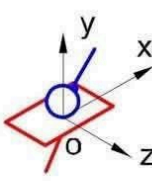
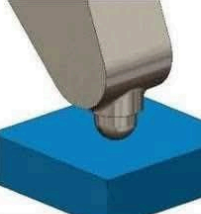
L'origine du repère local est un point privilégié de la surface de contact.

L'axe principal correspond à l'axe de symétrie privilégié de la surface de contact s'il existe. Les deux autres axes sont tels que le repère soit orthonormé de sens direct.

Pour les liaisons qui suivent, les déplacements élémentaires du système (2) par rapport au système (1) et le repère local seront indiqués dans un tableau.

Nom de la liaison	Mouvements relatifs						Symbole		Exemple	
							Représentation plane	Perspective		
Encastrement ou complète	T _x	T _y	T _z	R _x	R _y	R _z				
	0	0	0	0	0	0				
	0 degré de liberté									

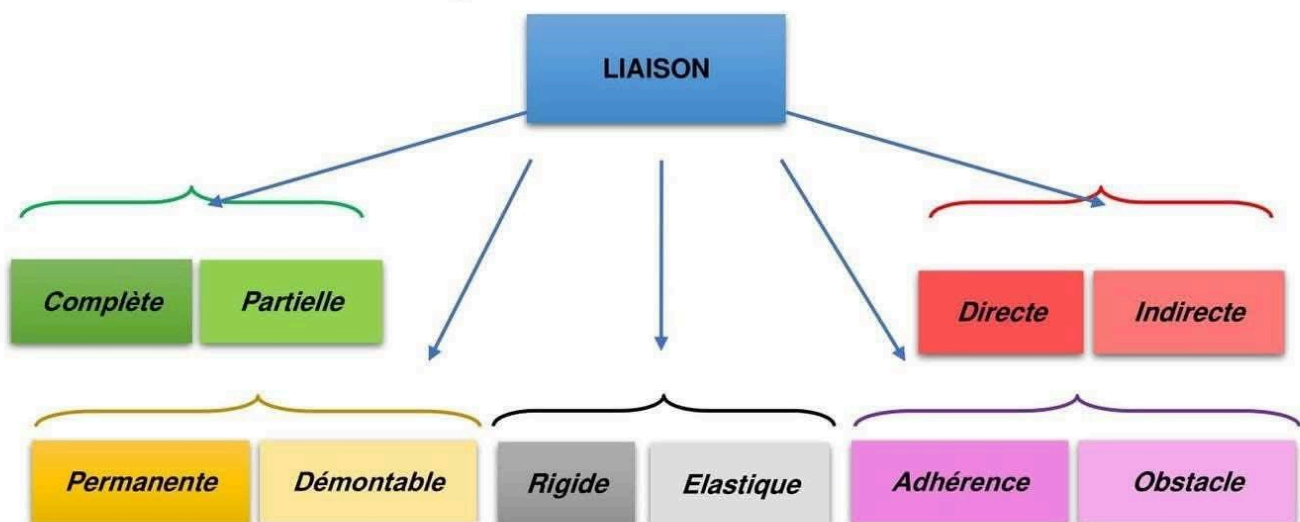
Nom de la liaison	Mouvements relatifs	Symbole		Exemple												
		Représentation plane	Perspective													
Pivot	<table><tr><td>Tx</td><td>Ty</td><td>Tz</td><td>Rx</td><td>Ry</td><td>Rz</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz	0	0	0	1	0	0			
	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz										
	0	0	0	1	0	0										
1 degré de liberté																
Glissière	<table><tr><td>Tx</td><td>Ty</td><td>Tz</td><td>Rx</td><td>Ry</td><td>Rz</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz	1	0	0	0	0	0			
	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz										
	1	0	0	0	0	0										
1 degré de liberté																
Pivot glissant	<table><tr><td>Tx</td><td>Ty</td><td>Tz</td><td>Rx</td><td>Ry</td><td>Rz</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz	1	0	0	1	0	0			
	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz										
	1	0	0	1	0	0										
2 degrés de liberté																
Hélicoïdale	<table><tr><td>Tx</td><td>Ty</td><td>Tz</td><td>Rx</td><td>Ry</td><td>Rz</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz	1	0	0	1	0	0			
	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz										
	1	0	0	1	0	0										
1 degré de liberté (1 translation et 1 rotation conjuguées) $T_x = p \cdot R_x$ p: pas de l'hélice																
RH : hélice à droite LH : hélice à gauche																
Sphérique à doigt	<table><tr><td>Tx</td><td>Ty</td><td>Tz</td><td>Rx</td><td>Ry</td><td>Rz</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz	0	0	0	0	1	1			
	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz										
	0	0	0	0	1	1										
2 degrés de liberté																
Rotule ou sphérique	<table><tr><td>Tx</td><td>Ty</td><td>Tz</td><td>Rx</td><td>Ry</td><td>Rz</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz	0	0	0	1	1	1			
	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz										
	0	0	0	1	1	1										
3 degrés de liberté																
Appui-plan	<table><tr><td>Tx</td><td>Ty</td><td>Tz</td><td>Rx</td><td>Ry</td><td>Rz</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz	1	0	1	0	1	0			
	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz										
	1	0	1	0	1	0										
3 degrés de liberté																

Nom de la liaison	Mouvements relatifs	Symbole		Exemple												
		Représentation plane	Perspective													
Sphère-cylindre ou linéaire annulaire	<table><tr><td>Tx</td><td>Ty</td><td>Tz</td><td>Rx</td><td>Ry</td><td>Rz</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz	1	0	0	1	1	1			
	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz										
	1	0	0	1	1	1										
4 degrés de liberté																
Rectiligne	<table><tr><td>Tx</td><td>Ty</td><td>Tz</td><td>Rx</td><td>Ry</td><td>Rz</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz	1	0	1	1	1	0			
	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz										
	1	0	1	1	1	0										
4 degrés de liberté																
Sphère-plan ou ponctuelle	<table><tr><td>Tx</td><td>Ty</td><td>Tz</td><td>Rx</td><td>Ry</td><td>Rz</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz	1	0	1	1	1	1			
	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz										
	1	0	1	1	1	1										
5 degrés de liberté																

Caractères des liaisons

Une liaison entre deux pièces d'un mécanisme présente 5 caractères :

- ✓ Le nombre de degrés de liberté,
- ✓ La permanence de la liaison,
- ✓ La déformabilité de la liaison,
- ✓ La transmission d'une action
- ✓ L'existence ou non d'organes associés à la réalisation de la liaison.



Liaison complète (c)

La liaison est complète lorsqu'aucun mouvement relatif entre les pièces liées n'est possible.

Exemples : A - B - C - D

Liaison rigide (r)

La liaison est rigide lorsqu'elle n'est élastique dans aucune direction.

(Voir liaison élastique)

Exemples : A - B - C - D - E

Liaison démontable (dé)

La liaison est démontable lorsqu'il est possible de supprimer la liaison sans provoquer la détérioration des pièces liées ou des éléments de liaison.

Exemples : C - D - E - F

Liaison est par adhérence (a)

La Liaison est « par adhérence » lorsqu'un phénomène d'adhérence s'oppose à la suppression de la liaison.

Exemples : C - D

Liaison directe (di)

La liaison par obstacle ou par adhérence est directe lorsque la forme des pièces liées participe directement à la liaison.

Exemples :

B : Liaison par obstacle, directe

D : Liaison par adhérence, directe

Liaison partielle ($\bar{c}$)

La liaison est partielle (non complète) lorsque, dans une direction au moins, un mouvement relatif entre les pièces liées est possible.

Exemples : E - F

Liaison élastique ($\bar{r}$)

La liaison est élastique (non rigide) lorsque, dans une direction au moins, le déplacement provoque, directement ou indirectement, la déformation d'un élément élastique.

Exemple : F

Liaison non démontable ($\bar{d}\bar{e}$)

La liaison est non démontable (permanente) lorsqu'il n'est pas possible de supprimer la liaison sans provoquer la détérioration des pièces liées ou des éléments de liaison.

Exemples : A - B

Liaison par obstacle ($\bar{a}$)

La liaison est par obstacle lorsque la rupture d'un obstacle est nécessaire pour supprimer la liaison.

Nous dirons également que la liaison est par obstacle lorsqu'elle n'est pas par adhérence.

Exemples : A - B

Liaison indirecte ($\bar{d}\bar{i}$)

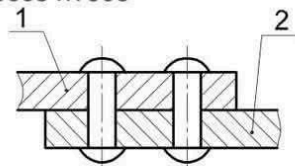
La liaison par obstacle ou par adhérence est indirecte lorsqu'elle nécessite un élément ou un ensemble d'éléments intermédiaires pour assurer la liaison.

Exemples :

A : Liaison par obstacle, indirecte

C : Liaison par adhérence, indirect

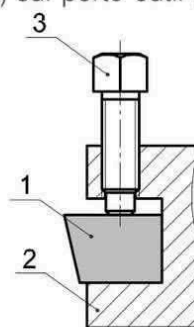
(A) Pièces rivées



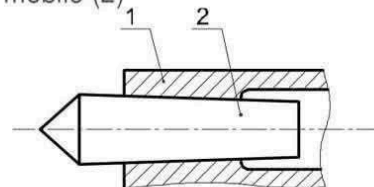
(B) Pièces serties



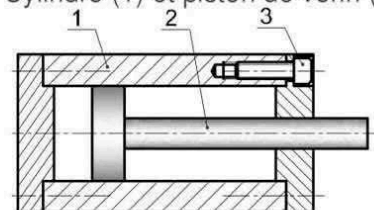
(C) Outil (1) sur porte-outil (2)



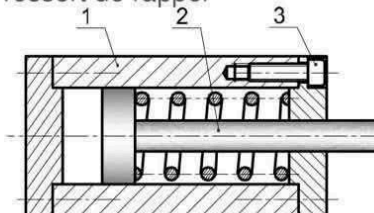
(D) Contrepointe (1) et poupée mobile (2)



(E) Cylindre (1) et piston de vérin (2)



(F) Cylindre (1) et piston (2) avec ressort de rappel

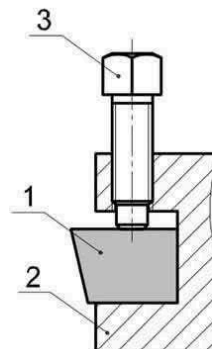
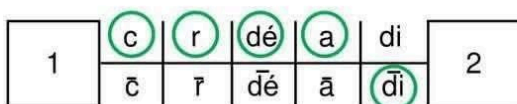


Graphe d'une fonction

Énoncé et graphe de la fonction d'un organe de fixation.

Exemple : fixation de l'outil avec une vis de pression.

Établir une liaison entre (1) et (2) :



Pour compléter les graphes : entourer les éléments qui caractérisent la fonction ou la liaison

Graphe de caractère d'une liaison

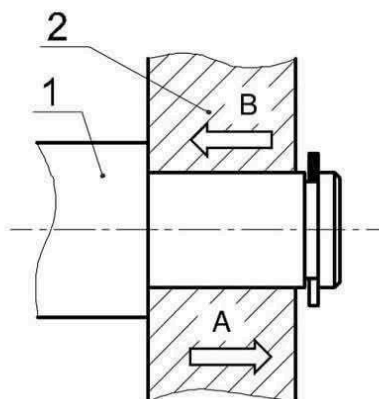
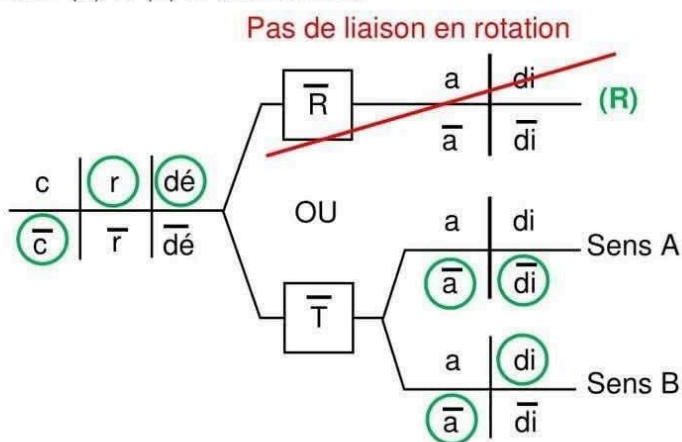
Exemple 1 : liaison par obstacle.

Le graphe ci-dessous est identique pour les liaisons $\bar{R}\bar{T}$ et $\bar{R}T$ (pivot et glissière). Au moment de remplir le graphe, le choix offert entre $\bar{R}$ ou $\bar{T}$ oblige l'élève à plus de réflexion.

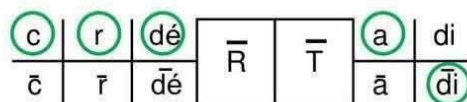
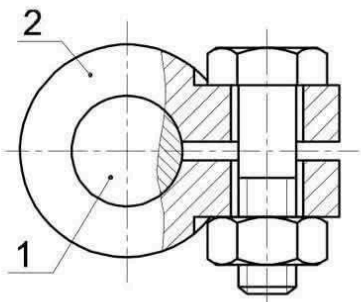
Il est possible ensuite, de compléter le graphe en faisant rayer la liaison non utilisée : celle-ci devient alors une liberté

(R) ou (T).

Entre (1) et (2) la liaison est :

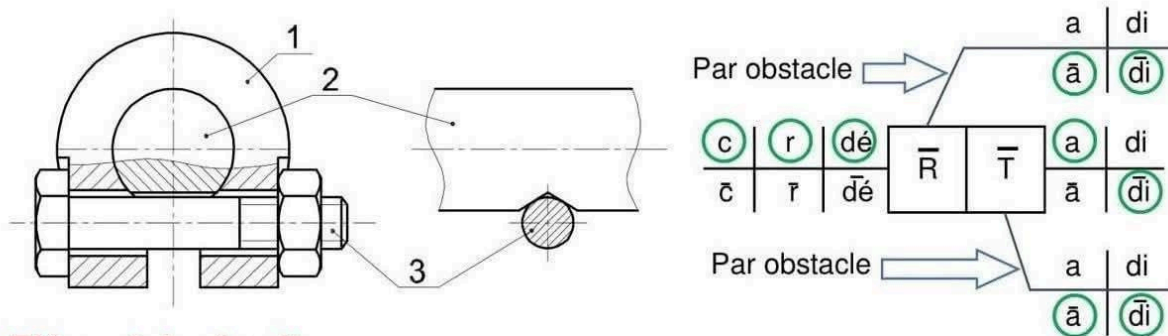


Exemple 2 : liaison par adhérence entre (1) et (2).



Les liaisons mécaniques

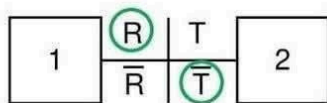
Exemple 2 : liaison par adhérence et obstacle entre (1) et (2).



Élément de circuit

Pour compléter les éléments de circuit : entourez les conditions (liberté-liaison) assurées par la partie d'ensemble étudiée.

Suivant l'axe référentiel OX



R = Liberté en rotation

$\bar{T}$ = Liaison en translation (non-liberté)

