

LES LIAISONS MECANIQUES	Chaîne d'énergie	CI 4	Thème E 14	Niveau 3	Réf. Savoirs B 21
-------------------------	------------------	------	------------	----------	-------------------

Compétence(s) accessible(s) :

- Vérifier les caractéristiques fonctionnelles d'une solution constructive (cinématique, précision des guidages, efforts transmissibles, faisabilité d'assemblage).

## MOBILITE des MECANISMES

### Définitions :

Iso statisme : Un mécanisme est dit isostatique lorsque l'ensemble des liaisons mécaniques, entre pièces qui le constituent, interdit de façon optimale (sans surabondance) certains degrés de liberté, en vue d'obtenir le ou les mouvement(s) de sortie attendu(s).

Hyper statisme : Un mécanisme est dit hyper statique lorsque l'ensemble des liaisons mécaniques entre pièces qui le constituent interdit de façon surabondante certains degrés de liberté, en vue d'obtenir le ou les mouvements de sortie attendus (pour des questions de résistance, de précision, de pièces déformables notamment, pour permettre le fonctionnement dans certains cas de figure,...).

L'assemblage d'un mécanisme hyperstatique suppose alors une précision d'usinage accrue des pièces qui le constituent.

Exemple : Une liaison glissière réalisée par - 2 liaisons pivot glissant d'axes parallèles  
Ou - 2 liaisons appui plan de normales non parallèles

La recherche d'une liaison isostatique est préférable (simplicité, facilité de réalisation, économie).

Cependant, on est souvent contraint de la concevoir « hyperstatique » pour répondre à la qualité du produit exigée par le cahier des charges (rigidité, résistance aux efforts...)

**A TITRE D'EXEMPLE, on peut calculer ce degré d'hyper statisme de la manière suivante :**

La « théorie des mécanismes » permet de déterminer le degré  $h$  d'hyper statisme d'une chaîne cinématique :

$$h = Is - (Es - m) = m + Is - Es$$

avec -  $h$  : degré d'hyper statisme du mécanisme

-  $Is$  : nombre total d'inconnues statiques dues aux liaisons (= somme des inconnues statiques de toutes les liaisons du système (ou sous système) étudié)

-  $Es$  : nombre total d'équations statiques avec  **$n$**  : nombre total de solides du mécanisme (bâti compris)

$$Es = 6(n - 1)$$

-  $m = m_u + m_i$  : mobilités du mécanisme telles que :

$m_u$  : mobilités utiles = (nombre de mouvements nécessaires pour le fonctionnement du système = nombre de mouvements d'entrée)

$m_i$  : mobilités internes (nombre de mouvement possible d'une (ou plusieurs) pièce n'entraînant pas de modification de position de l'ensemble étudié)

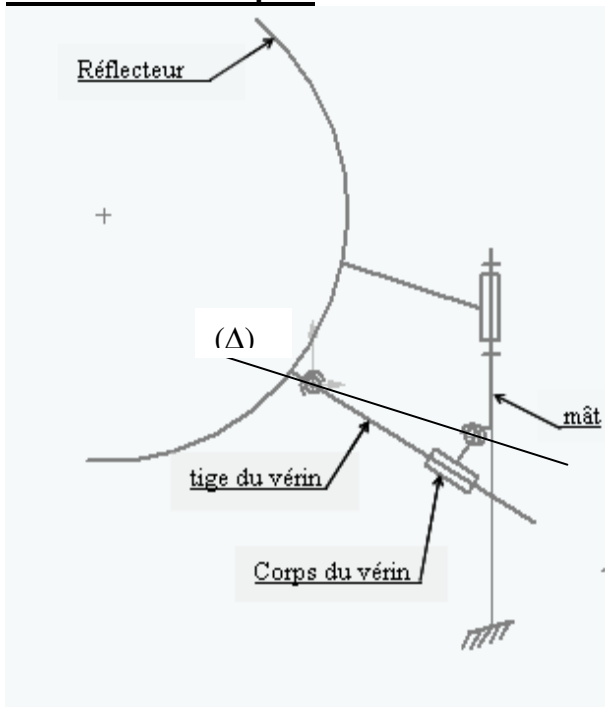
$$h = m + Is - Es = m_u + m_i + Is - 6(n - 1)$$

si  **$h = 0$**  : le système est isostatique

Exemple : la parabole à vérin

Recherche du degré d'hyper statisme

**Schéma cinématique :**



Nombre de pièces :  $n = 4$  donc  
 Nombre d'équations statiques:  $E_s = 6(n - 1) = 6(4 - 1) = 18$  eq.  
 Nombre d'inconnues statiques:  
 -1 pivot (réflecteur/mât) 5 inc  
 -1 pivot glissant (tige/corps du vérin) 4 inc  
 -1 rotule (corps du vérin/mât) 3 inc  
 -1 rotule (tige du vérin/réflecteur) 3 inc  
 -----  
 total des inconnues:  $I_s = 15$  inc

Mobilités :  $m = m_u + m_i = 1 + 2 = 3$

Donc  $h = m_u + m_i + I_s - 6(n - 1) = 1 + 2 + 15 - 18 = 0$

**$h = 0$  : le système est isostatique**  
 avec un degré de mobilité de 3

mobilité utile :  $m_u = 1$  = mouvement d'entrée = translation de la tige du vérin / corps du vérin

mobilité interne :  $m_i = 2$

- 1° mobilité interne : la tige du vérin peut pivoter autour de son axe sans modifier la position du système c'est-à-dire la position du réflecteur (liaison sur la tige : 1 pivot glissant + 1 rotule)
- 2° mobilité interne : l'ensemble vérin peut pivoter autour de l'axe (Δ) sans faire bouger le système (2 rotules);  
 axe (Δ) = axe passant par les centres des 2 rotules

Utilisation en Méca.3D : ceci sert à rentrer les données dans l'étude mécanique (en cinématique)

**Liaisons**

- + Pivot1
- + Rotule2
- + Rotule3
- + Pivot glissant4

Analyse statique:

Le mécanisme comprend 3 pièce(s) ( bâti non compris ).

Le système statique comporte:  
 18 équation(s) et  
 15 inconnue(s) de liaison(s) et  
 0 inconnue(s) de effort(s) extérieur(s).

L'étude des efforts est possible...

En résumé:

Le mécanisme est isostatique et possède un degré de mobilité égal à : 3

No.	Liaison	Composante	Type Mvt.	Vitesse
1	Pivot glissant4	Tx ( 6.4531...	Imposé	-0.007000
2	Pivot glissant4	Rx ( 6.453...	Imposé	0.000000
3	Rotule2	Ry ( 0.000...	Imposé	0.000000

No 1 :  $m_u$  : translation de la tige du vérin : vitesse connue ( ici 7 mm/s)

No 2 :  $m_i$  : rotation de la tige du vérin : vitesse à définir ( $\omega = 0$ )

No 3 :  $m_i$  : rotation autour de l'axe (Δ) : vitesse à définir en supprimant l'un des mouvements de rotation sur la rotule 2 ( $\omega = 0$ )