

Séquence 7

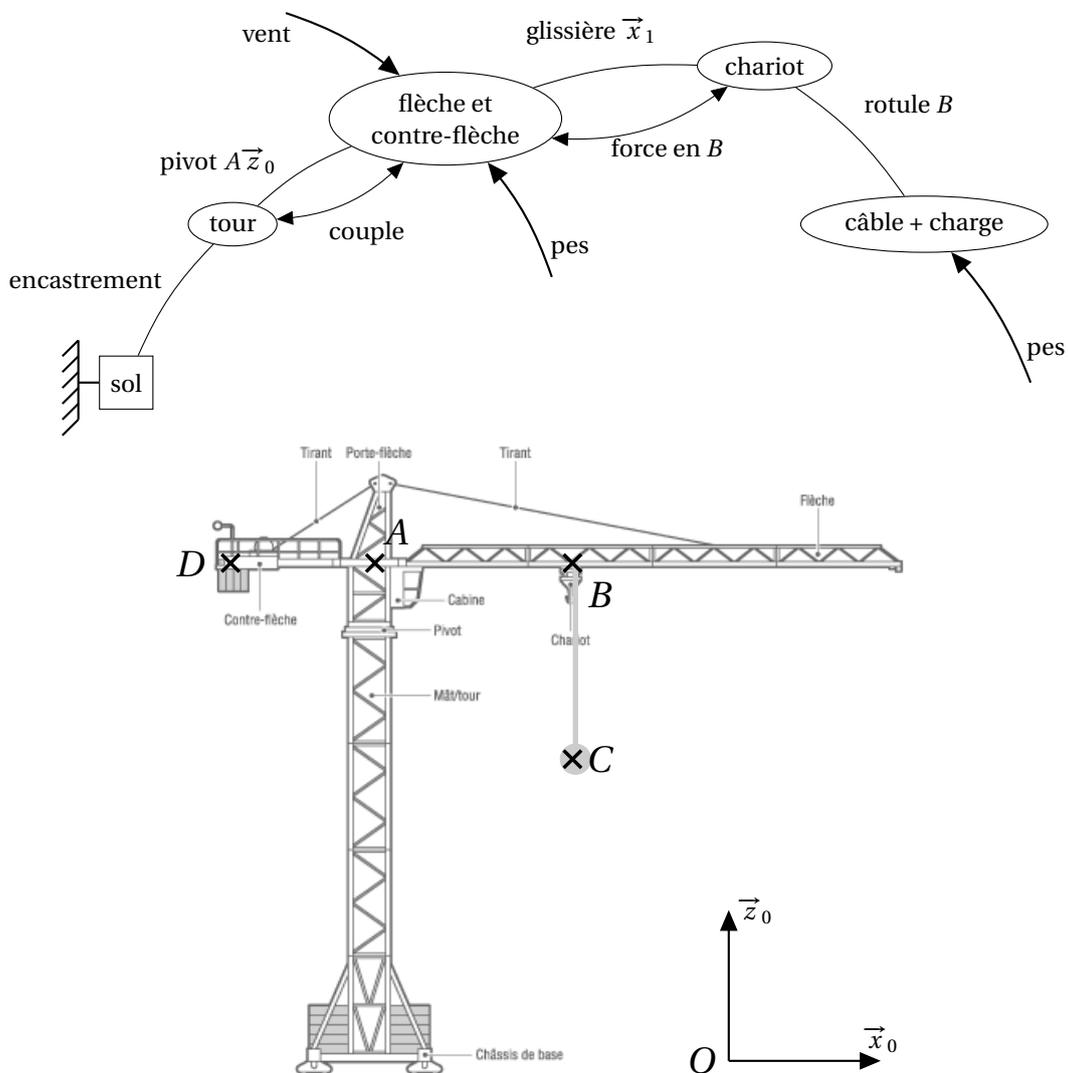
Méthode : déterminer des actions mécaniques en choisissant les isolements pertinents

Objectif de la fiche méthode

Étant donné un système et son chargement, nous allons étudier les méthodes permettant de déterminer les isolements pertinents et les équations scalaires utiles (projections du théorème de la résultante statique ou du moment statique) afin de déterminer les actions mécaniques que doivent exercer les actionneurs pour maintenir l'équilibre. Il est donc ainsi possible de dimensionner les actionneurs.

On s'intéresse à une grue de chantier.

La liaison entre la tour et la flèche aura des dimensions et des caractéristiques qui dépendront de l'effort à transmettre (aussi bien de la force que du moment, de la norme que de la direction et le sens). Surdimensionner cette liaison entraînerait un surcoût, une masse plus importante et donc une liaison tour-sol qui devra supporter plus d'efforts etc. Une liaison sous-dimensionnée peut conduire à la rupture de la liaison avec des conséquences catastrophiques.

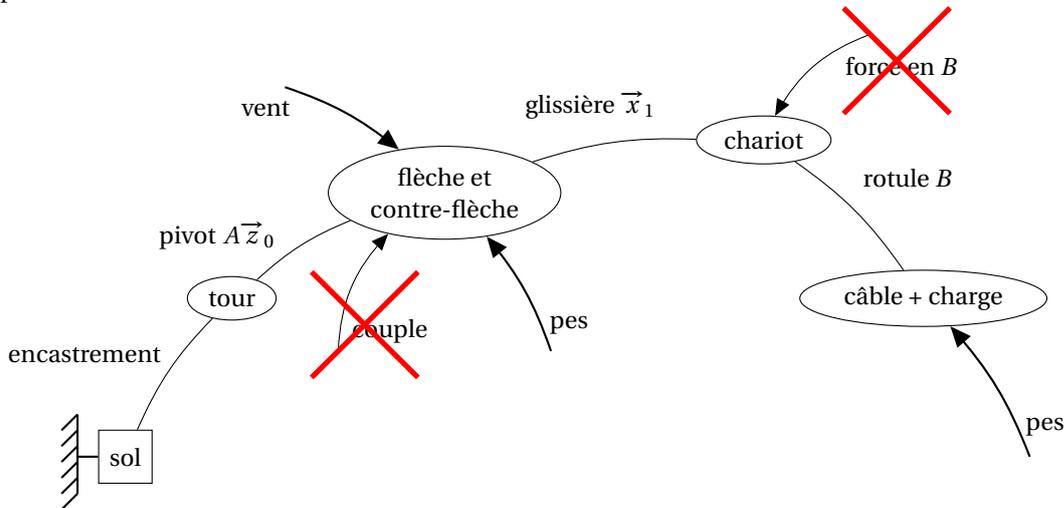


Rappel : Modélisation de l'action mécanique exercée par un actionneur

La présence d'un actionneur entre deux solides se traduit par une action mécanique de chacun de ces deux solides sur l'autre, que l'on peut tracer sur le graphe de liaisons.

Remarque

L'action mécanique d'un actionneur n'est pas une action provenant de l'extérieur du système dans son ensemble puisque chacune des parties de l'actionneur est liée à un solide du graphe. Elle ne sera considérée comme extérieure que si on isole un sous-système ne comprenant que l'un des deux solides principaux composant l'actionneur.



Moteur / Actionneur sur une liaison pivot / Mise en rotation

À savoir

Un moteur permet de mettre en rotation une pièce par rapport à une autre et exerce donc un couple (torseur d'action mécanique de résultante nulle) de direction celle de la rotation qu'il provoque.

Entre la tour et la flèche, il existe un moteur permettant la mise en rotation de la flèche par rapport à la tour. Le stator du moteur est fixe par rapport à la tour alors que le rotor est solidaire de la flèche.

$$\{\mathcal{T}_{\text{tour} \rightarrow \text{flèche}}^{\text{moteur}}\} = \left\{ \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\}$$

Quelques précisions supplémentaires

Un moteur est normalement monté en parallèle d'une liaison pivot qui assure que le seul mouvement possible entre les deux solides est celui provoqué par le moteur.

Vérin / Actionneur sur une liaison glissière / Mise en translation

À savoir

Un vérin permet de mettre en translation une pièce par rapport à une autre et exerce donc un glisseur (torseur d'action mécanique de moment minimal nul, *i.e.* d'invariant scalaire nul) de direction celle de la translation qu'il provoque.

Entre le chariot et la flèche, il existe un système de motorisation équivalent à un vérin permettant la mise en translation du chariot par rapport à la flèche.

$$\{\mathcal{T}_{\text{flèche} \rightarrow \text{chariot}}^{\text{vérin}}\} = \left\{ \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\}$$

Quelques précisions supplémentaires

Un vérin est normalement monté en parallèle d'une liaison glissière qui assure que le seul mouvement possible entre les deux solides est celui provoqué par le vérin.

Stratégie d'isolement

Afin de déterminer une inconnue scalaire d'un torseur d'action mécanique, on essaie d'écrire une seule équation scalaire du Principe Fondamental de la Statique qui fasse intervenir uniquement l'inconnue à déterminer. Voici quelques points clés permettant de choisir une stratégie de résolution d'un problème de statique :

- l'écriture du PFS appliqué à un système matériel isolé fait uniquement intervenir les torseurs d'action mécanique *couper* par la frontière de l'isolement choisi;
 - ↪ l'action mécanique à déterminer doit *couper* la frontière de l'isolement
 - ↪ il faut éviter de *couper* trop d'actions mécaniques (notamment de liaisons) afin d'avoir moins d'inconnues dans les équations
- l'équation en résultante (force) ne fait intervenir que des inconnues de type *force* mais l'équation en moment peut faire intervenir aussi bien les inconnues de type *force* que de type *moment*;
 - ↪ pour déterminer une inconnue en moment, il faut écrire une équation en moment
 - ↪ pour déterminer une inconnue en force, il est possible d'exploiter une équation en moment et/ou en force
- lors de l'écriture d'une équation en moment, le choix du point influence grandement les inconnues intervenant dans l'équation
 - ↪ préférer des points appartenant à l'axe d'une liaison pivot lorsque le torseur statique de celle-ci intervient dans les équations, le centre d'une rotule etc.



Méthode à connaître

La démarche à appliquer est donc de :

- 1) établir le graphe de liaison avec les différents chargements et actionneurs;
- 2) identifier les grandeurs connues, les inconnues et l'inconnue à déterminer;
- 3) choisir le ou les isollements pertinents au même temps que les équations scalaires pertinentes;
- 4) résoudre les équations afin d'isoler l'inconnue à déterminer.



Attention !

Il est possible d'isoler un seul solide, plusieurs solides mais aussi l'ensemble des solides d'un système matériel.



Attention !

Il est impossible d'isoler le bâti puisqu'il est par définition relié à l'extérieur du système et les actions mécaniques entre les deux sont inconnues.

Cas particuliers



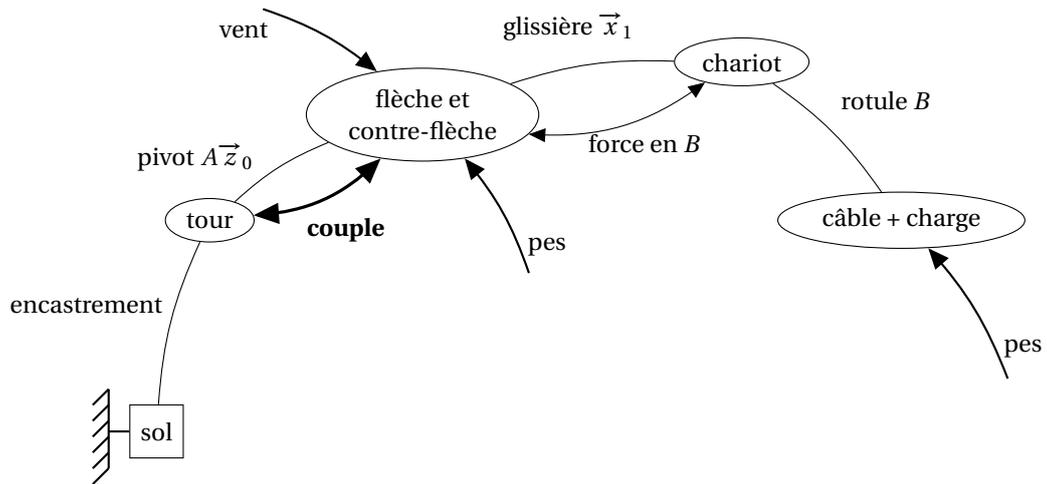
Méthode à connaître

Dans le cas des chaînes ouvertes, il est souvent judicieux d'isoler un ensemble de solides partant de l'extrémité du système et s'arrêtant au niveau de la liaison étudiée. Dans le cas du dimensionnement d'un actionneur, le choix du théorème et de la projection pertinente est alors lié à la nature de l'actionneur (TMS en un point de l'axe projeté sur la direction de celui-ci pour un moteur; TRS projeté sur la direction de la glissière pour un vérin).



Remarque

La résolution de problèmes sur des mécanismes à chaîne fermée sont plus complexes et nécessitent souvent l'écriture de plusieurs équations scalaires.



✎ Appliquons la démarche étudiée ci-dessus pour déterminer le couple fourni par le moteur pour maintenir l'ensemble {flèche et contre-flèche; chariot; charge} en équilibre.