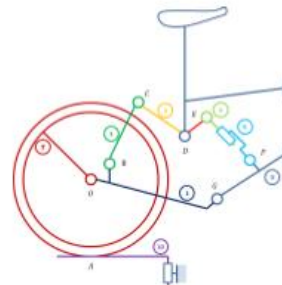


Cycle 6: Modélisation, prévision et vérification du comportement statique des systèmes mécaniques

Chapitre 5 : Résolution des problèmes de statique plane



VTT Kona One à suspension blocable [1]



Modélisation cinématique

Le calcul des efforts dans un système peut paraître fastidieux quand il s'agit de le résoudre analytiquement. L'application du principe fondamental de la statique permet de développer des méthodes plus rapides.

Problématique

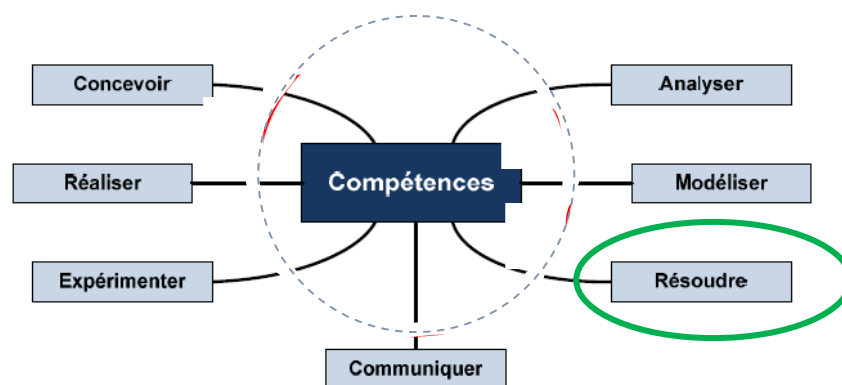
PROBLÉMATIQUE :

- Appliquer le PFS lors de problèmes plans.

Savoir

SAVOIRS :

- Résoudre méthodiquement des problèmes de statiques planes (méthode analytique et graphique)
- Résoudre méthodiquement des problèmes graphiques pour des solides soumis à 2 ou 3 glisseurs
- Résoudre les problèmes d'arcboutements



Sommaire

1. <u>Généralités</u>	3
2. <u>Résolution graphique des problèmes de statique plane</u>	3
2.1. Solide soumis à 2 forces	3
2.2. Solide soumis à 3 forces	4
3. <u>Cas du frottement en statique plane</u>	5
4. <u>Résolution des problèmes d'arc-boutement</u>	5



1. Généralités

Certains cas fréquemment rencontrés concernent les systèmes en équilibre sous l'effet d'actions mécaniques dont les résultantes sont toutes coplanaires. Cette particularité permet nous l'avons vu, de simplifier les torseurs mais, on peut aussi représenter ces actions graphiquement comme en cinématique graphique.

Les grandeurs calculées sont toujours homogènes à **des vecteurs**, donc nous pouvons les représenter sur un schéma à l'échelle.

Malheureusement, ces méthodes graphiques vont être réservées à un certain nombre de cas simples et soumis à des restrictions : le **problème doit être plan**. Le problème sera qualifié de plan si le système étudié est soumis à **des actions coplanaires et dont les moments éventuels sont perpendiculaires à ce plan**.

2. Résolution graphique des problèmes de statique plane

Résoudre graphiquement un problème de statique plane revient à déterminer le **point d'application**, la **direction**, ainsi que la **norme** de la résultante du torseur statique.

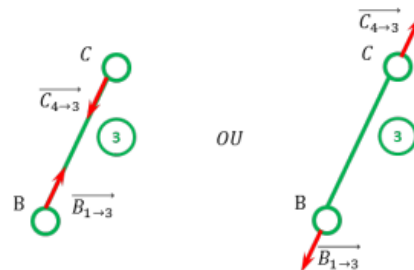
2.1. Solide soumis à 2 forces

Résultat

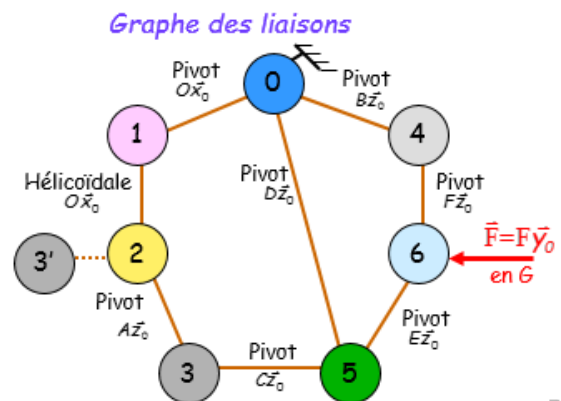
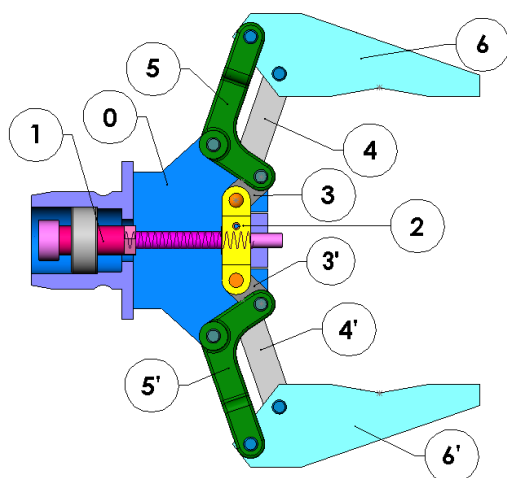
On montre que lorsqu'un solide est soumis à 2 forces, l'application du PFS implique que les deux forces sont :

- de même direction ;
- de même norme ;
- de sens opposé.

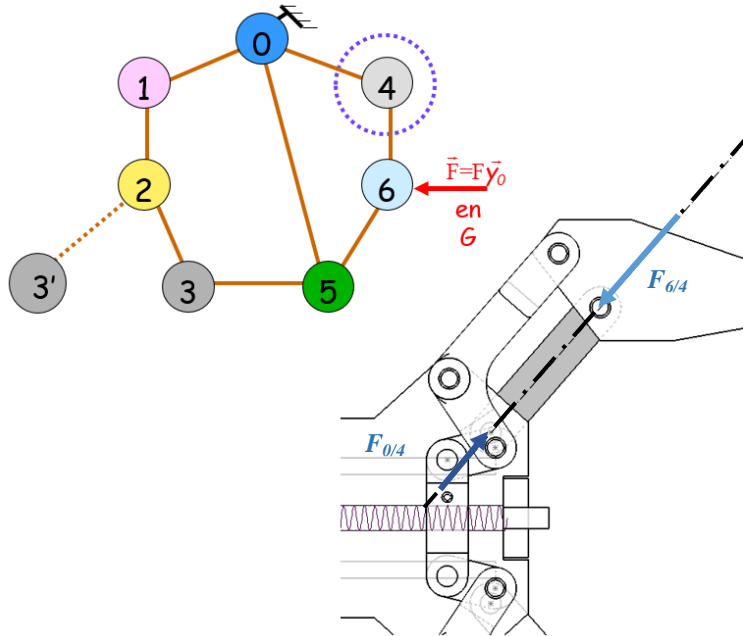
La direction des efforts est la droite liant les points sur lesquels agissent les efforts.



Exemple : pince de robot



Si on isole la biellette 4, on s'aperçoit sur le graphe des liaisons qu'elle est soumise à 2 efforts. Donc le support des efforts est la droite matérialisée et les actions $F_{6/4}$ et $F_{0/4}$ s'opposent.



2.2. Solide soumis à 3 forces

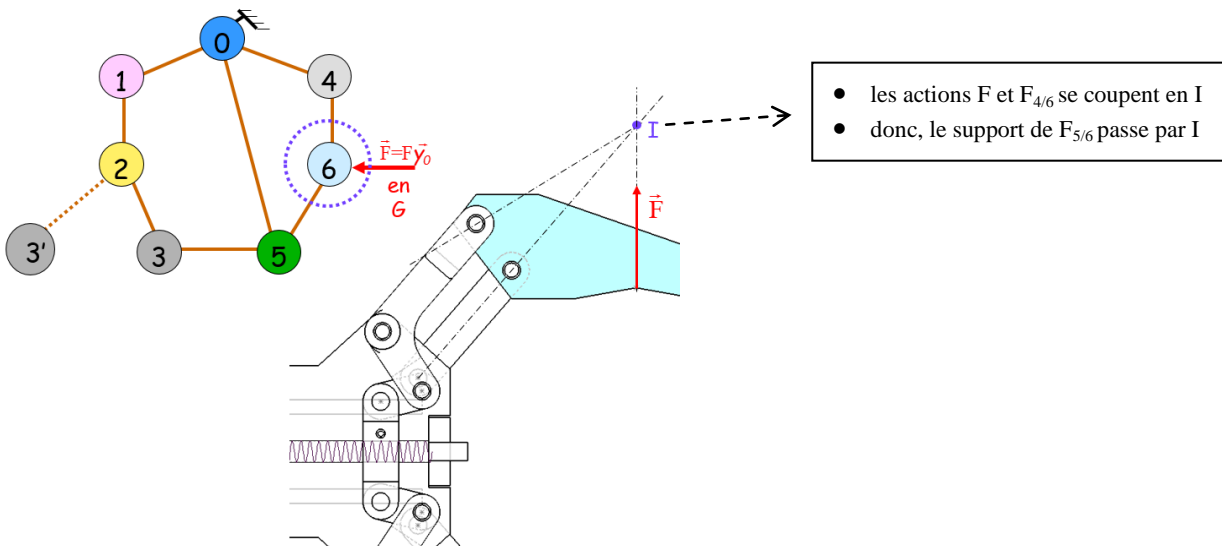
Résultat

On montre que lorsqu'un solide est soumis à 3 forces, l'application du PFS implique que les trois forces sont :

- coplanaires ;
- concourantes ou parallèles ;
- de somme nulle.

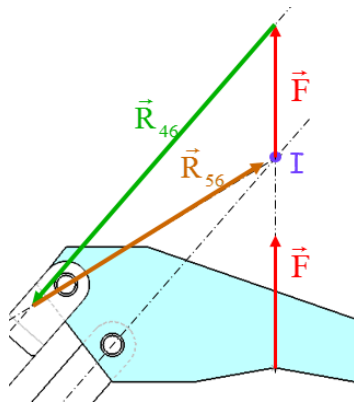
Exemple : pince de robot

Si on isole le mors de serrage 6, celui-ci est soumis à 3 efforts : action pièce sur mors (F : connue, verticale haut), action biellette 4 sur 6 : $F_{4/6}$ (connue par isolement précédent : support = droite) et l'action de la biellette 5 sur 6 : $F_{5/6}$ (inconnue)

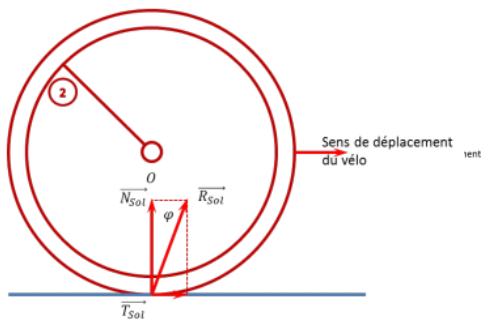




Il n'y a plus qu'à faire le **triangle des forces** (dynamique) pour trouver la norme de l'action $F_{5/6}$.



3. Cas du frottement en statique plane



Lorsqu'il y a un contact avec frottement, commencer par tracer l'effort normal. Ici, si on isole la roue, l'effort normal va du sol vers la roue.

Tracer ensuite le cône de frottement. A la limite du glissement, la résultante de l'effort se trouve sur le cône de frottement ($f = \tan \varphi$ avec φ demi angle au sommet du cône).

Choisir le côté du cône de manière à ce que l'effort tangentiel s'oppose à la vitesse de glissement.

Remarque pour tracer un cône de frottement : si le coefficient de frottement est de 0, 1, dans la situation ci-contre, à la limite du glissement, la résultante de l'effort sera orientée par le vecteur (1, 10)

4. Résolution des problèmes plans d'arc-boutement

L'arc-boutement résulte d'une modification du contact entre deux pièces, lors du basculement d'une d'entre elles.

Mécanisme d'une perche

Modélisation de la liaison perche – câble dans la zone de stockage

Modélisation de la liaison perche – câble en cours d'ascension du skieur

Lorsque les perches sont dans la zone de stockage, le câble glisse dans la perche. A contrario, lorsqu'il est nécessaire au skieur de prendre une perche dans le but de gravir la pente, l'orientation de la perche par rapport au câble se modifie provoquant une modification de la zone de contact. Ce changement se modéliser par le passage d'une liaison pivot glissant à deux liaisons sphère-plan.

Dans la réalité, au poste de stockage, une pièce supplémentaire permet d'éviter le basculement de la perche. Le déblocage (automatique ou par le perchman) de cette pièce permet à la perche de s'arc-bouter.

Exemple

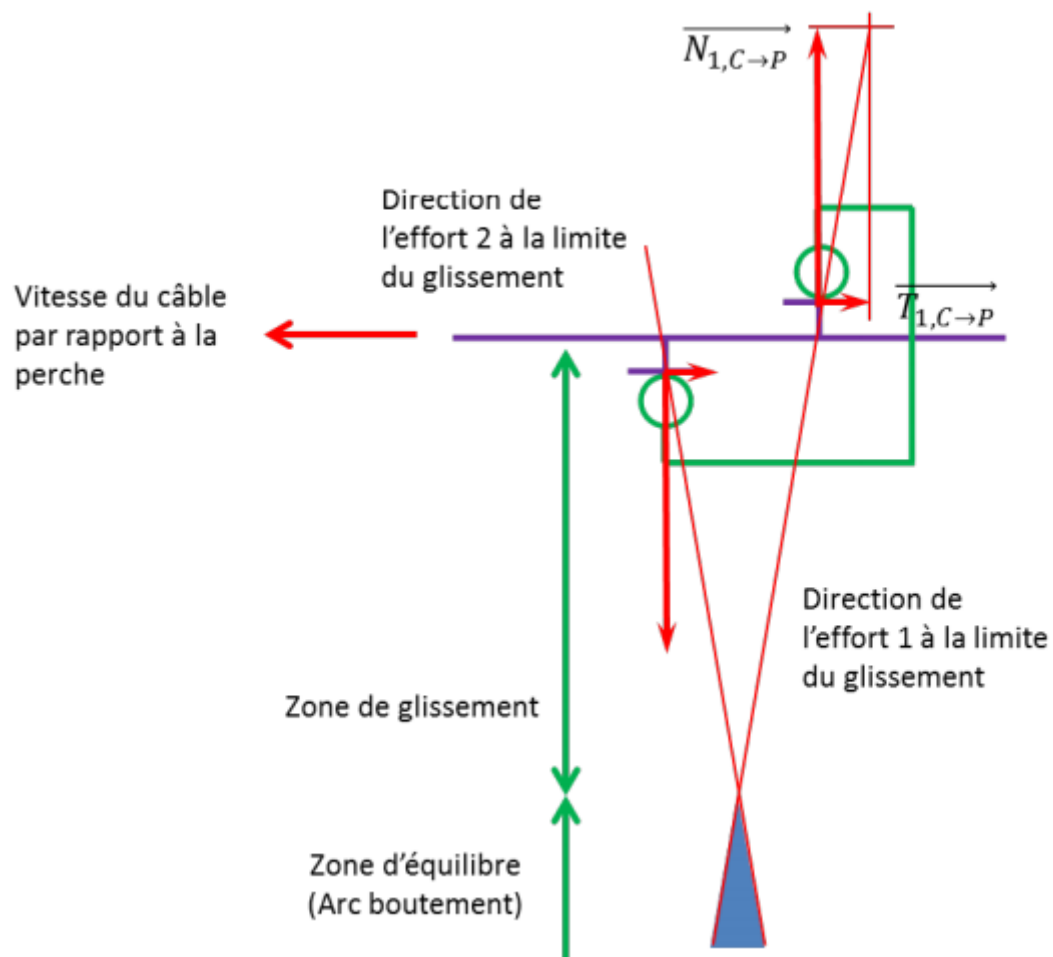
Comportement statique des systèmes mécaniques: statique plane

Un problème d'arc-boutement peut être résolu par une méthode graphique ou une méthode analytique. En règle générale le solide est soumis à 3 forces dont 2 qui sont des liaisons ponctuelles. L'inconnue peut être :

- le coefficient de frottement ;
- le jeu dans un mécanisme ou la dimension des éléments ;
- la direction ou le point d'application du troisième effort.

Méthode

1. Tracer le dessin en situation d'arc boutement.
2. Tracer la vitesse de glissement.
3. Tracer les efforts normaux et tangentiels dans les deux liaisons ponctuelles à l'aide des lois de Coulomb.
4. A la limite du glissement, tracer les directrices des résultantes.
5. L'intersection des résultantes permet de définir la zone de coincement et la zone de glissement.



Dans le cas où est l'effort est horizontal :

- si le point de l'application de l'effort est dans la zone supérieure, il y a glissement et le câble ne peut pas tirer la perche
- si le point de l'application de l'effort est dans la zone inférieure il y a équilibre et le câble tracte le skieur.

Pour augmenter la taille de la zone d'équilibre on peut augmenter le coefficient de frottement, diminuer l'écart suivant x ou augmenter la distance suivant y.