



SEQUENCE 14

SCIENCES DE L'INGENIEUR

Cinématique d'une échelle de pompier

ETUDE
DE CAS

1 – Présentation du système

On s'intéresse à un véhicule de pompier et plus particulièrement celui dit « grande échelle ».

Ce véhicule comporte une échelle escamotable de grande hauteur. Le terme grande échelle est utilisée par le grand public, les sapeurs-pompiers parlent tout simplement « d'échelle », ou bien utilisent l'abréviation EPA ou EPSA (Echelle Pivotante Automatique ou Echelle Pivotante Semi-Automatique).

Elle permet :

- d'effectuer des sauvetages dans les étages lorsque les accès normaux sont difficiles : évacuation des personnes lors d'un incendie ou d'une mission de secours à personne
- d'acheminer des personnels et des matériels
- d'arroser un bâtiment par l'extérieur
- la mise en sécurité de biens menaçant de tomber lors d'intempéries
- le sauvetage d'animal
- etc.

Il existe des échelles se déployant à 24m et d'autres à 30m.

Son équipage est constitué de 2 ou 3 sapeurs-pompiers, en fonction de la mission.



2 – Documentation

Le plan d'ensemble qui est donné représente le mécanisme d'élévation de l'échelle ; ce plan est volontairement très simplifié (et donc simple à comprendre).

Fonctionnement : la tourelle (2) peut pivoter autour de l'axe vertical par rapport au châssis du camion. L'échelle (3) est inclinable grâce à l'action du vérin (4+5) articulé respectivement en C avec la tourelle (2) et en B avec l'échelle (3) ; à noter que l'échelle est télescopique.

3 – Problématique

L'étude du fonctionnement mécanique et des exigences techniques d'une échelle de pompier nécessite de mettre en œuvre des domaines variés comme *l'hydraulique*, la *cinématique* ou encore la *résistance des matériaux*.

En préalable à ce genre d'études, il est utile de disposer d'une **modélisation du système** : concernant la partie mécanique, il s'agit du **schéma cinématique** et c'est lui que nous allons chercher à construire dans sa version **minimale et 2D**.

4 – travail demandé

Note 1 : le châssis (1) sera supposé fixe (ça sera le bâti).

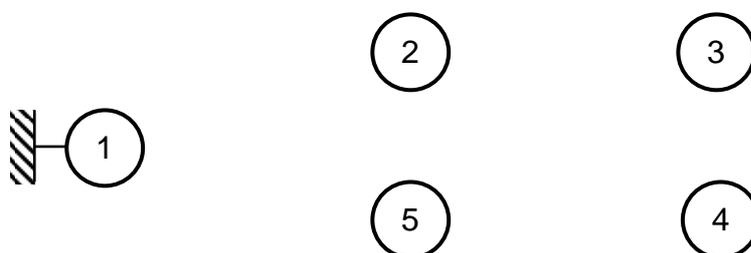
Note 2 : la tige (4) du vérin est cylindrique ; cela implique qu'elle peut tourner sur son axe dans le corps du vérin (5) lorsque les pièces (4) et (5) sont prises seules (la liaison entre (4) et (5) n'est donc pas une glissière...)

Note 3 : le plan ne donne pas de renseignement précis sur la conception des liaisons ; du coup, il n'est pas aisé de dire qui est le « contenant » et qui est le « contenu » dans une liaison. Les deux versions sont donc acceptées.

Q1 – Réaliser les classes d'équivalence du mécanisme par coloriage du plan d'ensemble.

☞ Il y a au total 5 classes d'équivalence.

Q2 – Compléter le graphe des liaisons.



Un repère orthonormé direct $R(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ est donné sur le plan d'ensemble et sur les schémas cinématiques 3D.

Q3 – Reporter le nom des axes \vec{x} , \vec{y} et \vec{z} sur le repère des schémas 3D.

Q4 – Définir les liaisons précédemment identifiées à la Q2 en analysant les mouvements.

- ☞ Les centres des liaisons sont ceux donnés sur le plan d'ensemble.
- ☞ Pour la liaison entre la tige et le corps du vérin, vous introduirez le point E qui n'est pas présent sur le plan.
- ☞ vous indiquerez le centre des liaisons ainsi que leur axe si il existe ; exemple : $L_{ij} = \text{Pivot d'axe } (B, \vec{Y})$
- ☞ L'axe \vec{u} vous sera utile puisque c'est l'axe du vérin...

Q5 – Des trois schémas 3D qui sont fournis, un seul est correct ; le pointer.

Q6 – Réaliser page suivante le schéma cinématique minimal 2D.

- ☞ Complétez dans un premier temps au crayon à papier puis repassez en couleur.
- ☞ Vous renseignerez tous les axes, les centres de liaisons, les numéros de classes (de pièces ici)
- ☞ Identifiez et nommez les paramètres géométriques d'entrée et de sortie avec leur unité.

Plan d'ensemble simplifié de l'échelle.

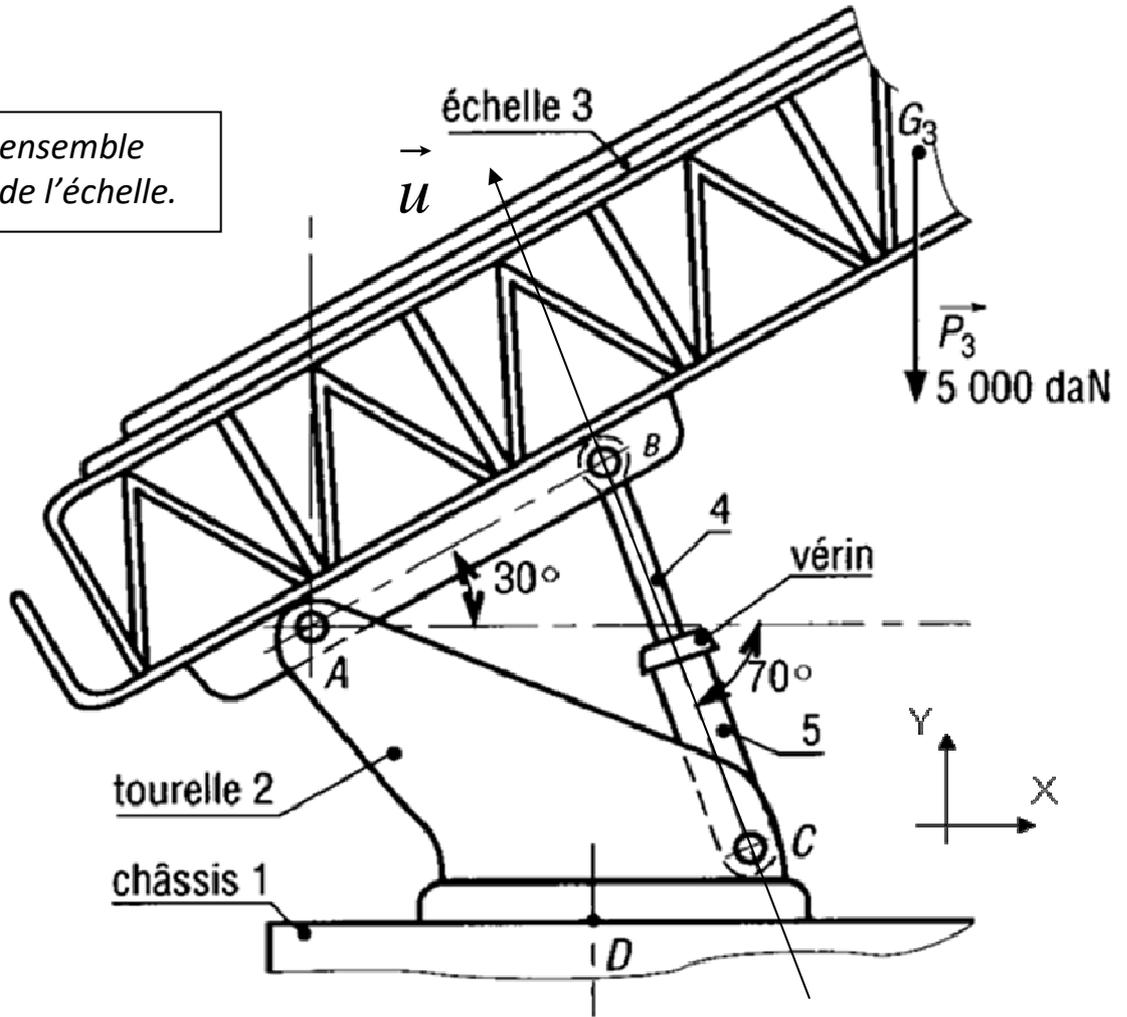
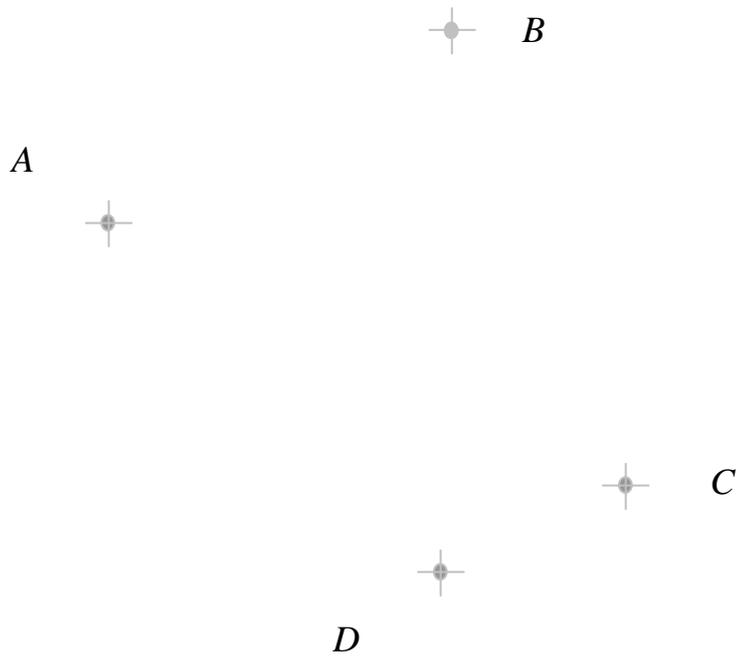
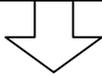


Schéma cinématique minimal 2D (à faire)



Schémas cinématiques minimaux 3D

