

# Statique analytique

## Compétences

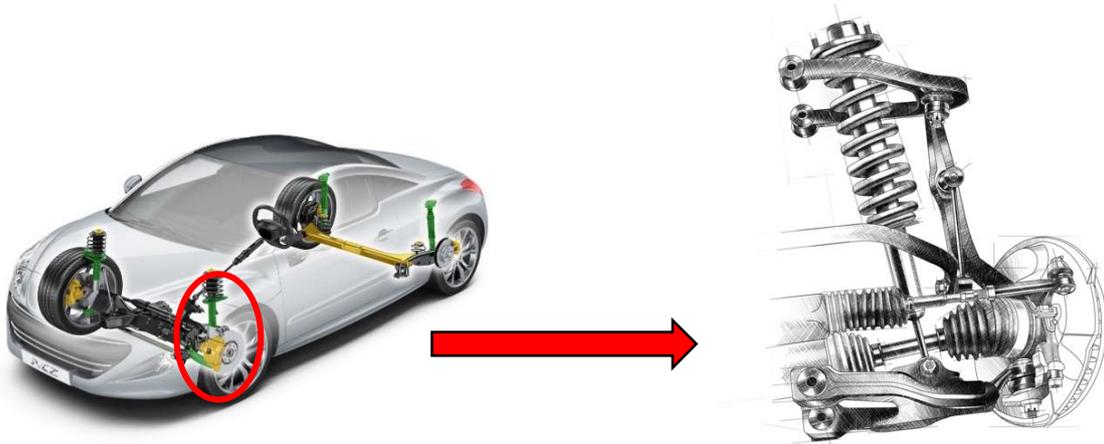
### Modéliser :

- Principe fondamental de la statique

### Résoudre :

- Actions mécaniques dans les liaisons

## 1. Suspension automobile



### 1.1. Analyser et modéliser le système de suspension

L'objet de l'étude est une suspension automobile dont on donne ci-dessous un extrait de cahier des charges fonctionnel (Figure 1).

Fonction	Description	Critère	Niveau
FS1	Ne pas faire ressentir au conducteur les perturbations de la route	Affaissement statique	12 cm maxi

Figure 1-1 - Extrait du cahier des charges

La modélisation du système sous forme de schéma cinématique est alors donnée en Figure 2. Il schématise la suspension en vue de face de la voiture. **1** est le châssis de la voiture. **9** est le ressort de la suspension. **0** est la route.

Les hypothèses sont les suivantes :

- Le problème est plan,
- La pesanteur sur les différentes pièces constituant la suspension est négligée,
- Toutes les liaisons sont parfaites,
- L'action du sol sur la roue est modélisée au point  $K$ , par  $\vec{F}_{0 \rightarrow 6} = F_{06} \vec{y}$  (où  $F_{06}$  représente le quart du poids de la voiture qui se répartie également sur les quatre roues).

**Q.1.** Proposer un graphe d'analyse pour le système étudié.

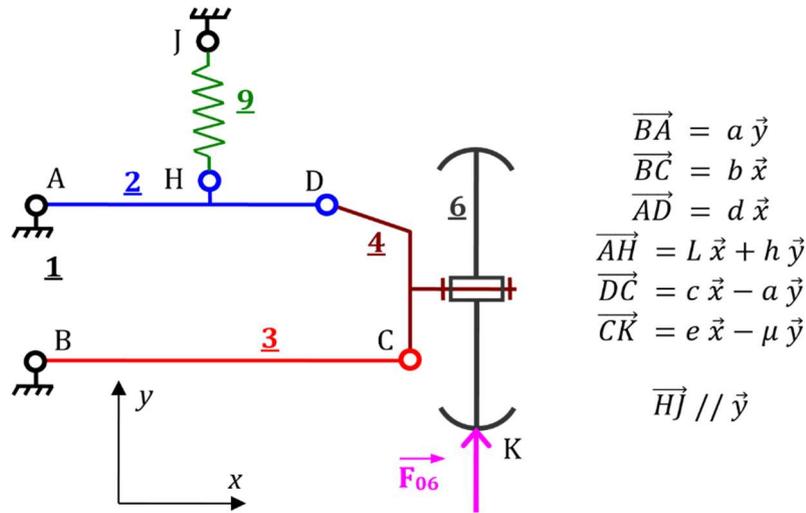


Figure 1-2 - Schéma cinématique plan

### 1.2. Résoudre et analyser le résultat

L'objectif est de vérifier si la suspension satisfait le niveau du critère d'affaissement statique maximal de la fonction FS1 ou non, c'est-à-dire vérifier si la voiture, soumise à son propre poids, s'affaisse de moins ou de plus de 12 cm, suite à l'écrasement des amortisseurs.

- Q.2.** Montrer que  $Y_{43} = 0$ .
- Q.3.** Déterminer les équations obtenues en appliquant le P.F.S à l'ensemble 4 + 6 au point D.
- Q.4.** Montrer que  $X_{92} = 0$ .
- Q.5.** Déterminer les équations obtenues en appliquant le P.F.S au solide 2 au point A.
- Q.6.** Déterminer toutes les inconnues d'effort en fonction de  $F_{06}$ .

On donne les valeurs numériques suivantes :

- $a = 16\text{cm}, b = 33\text{cm}, c = 8\text{cm}, d = 25\text{cm}, h = 3\text{cm}, L = 15\text{cm}, e = 9\text{cm}, \mu = 18\text{cm}$
- La raideur du ressort  $k$  vaut  $100000 \text{ N/m}$ .
- La masse de la voiture est de  $2200 \text{ kg}$ .

**Q.7.** Conclure quant à la capacité de la suspension de voiture à satisfaire le niveau du critère de la fonction FS1.

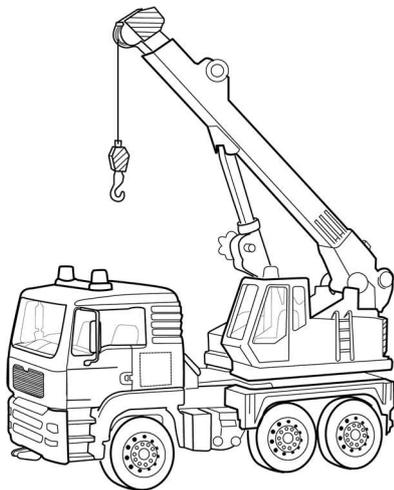
## 2. Camion grue

Le système étudié est un camion grue dont le cahier des charges fonctionnel définit la fonction de service FS1 « permettre au conducteur de soulever la charge », dont le critère « masse de la charge » possède un niveau  $M_{maxi} < 10000 \text{ kg}$ .

L'objectif de cet exercice est de vérifier que le dimensionnement du vérin retenu est satisfaisant (le vérin peut développer un effort de  $1 \times 10^6 \text{ N}$ ).

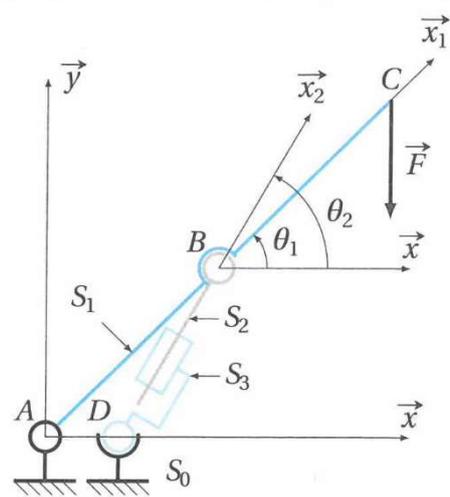
Le système est modélisé comme suit :

- La liaison pivot entre  $S_0$  et  $S_1$ , la liaison pivot-glissant entre  $S_2$  et  $S_3$  et les liaisons sphériques entre  $S_0$  et  $S_3$  et entre  $S_1$  et  $S_2$  sont supposées parfaites.
- Les actions de la pesanteur sur les pièces de la grue sont négligées devant l'action de pesanteur  $\vec{F} = -Mg \vec{y}$  sur la charge qui est soulevée.
- L'action du fluide (dans le vérin) sur la tige du vérin  $S_2$  est modélisée par un glisseur  $\overrightarrow{F_{huile \rightarrow S_2}}$  dirigé suivant  $\vec{x}_2$ .



- $S_0$  : bâti
- $S_1$  : bras de grue
- $S_2$  : tige du vérin
- $S_3$  : corps du vérin

- $\theta_1 = 45^\circ$
- $\theta_2 = 60^\circ$
- $AD = a = 2,1 \text{ m}$
- $AB = b = 7,5 \text{ m}$
- $AC = c = 15,6 \text{ m}$
- $DB = \lambda$



- Q.1.** Réaliser le graphe d'analyse du système. Vous préciserez les actions mécaniques connues et celles recherchées.
- Q.2.** Montrer que le torseur des actions mécaniques dans la liaison sphérique entre  $S_1$  et  $S_2$  est un glisseur de direction  $\vec{x}_2$ .
- Q.3.** Déterminer l'action mécanique dans la liaison sphérique en B en fonction de F et de la géométrie.
- Q.4.** Le vérin a été dimensionné pour pouvoir développer des efforts de  $1 \times 10^6 \text{ N}$ . Conclure quant à la capacité du camion grue à satisfaire le critère de masse de la charge de la fonction FS1 dans la configuration géométrique retenue.