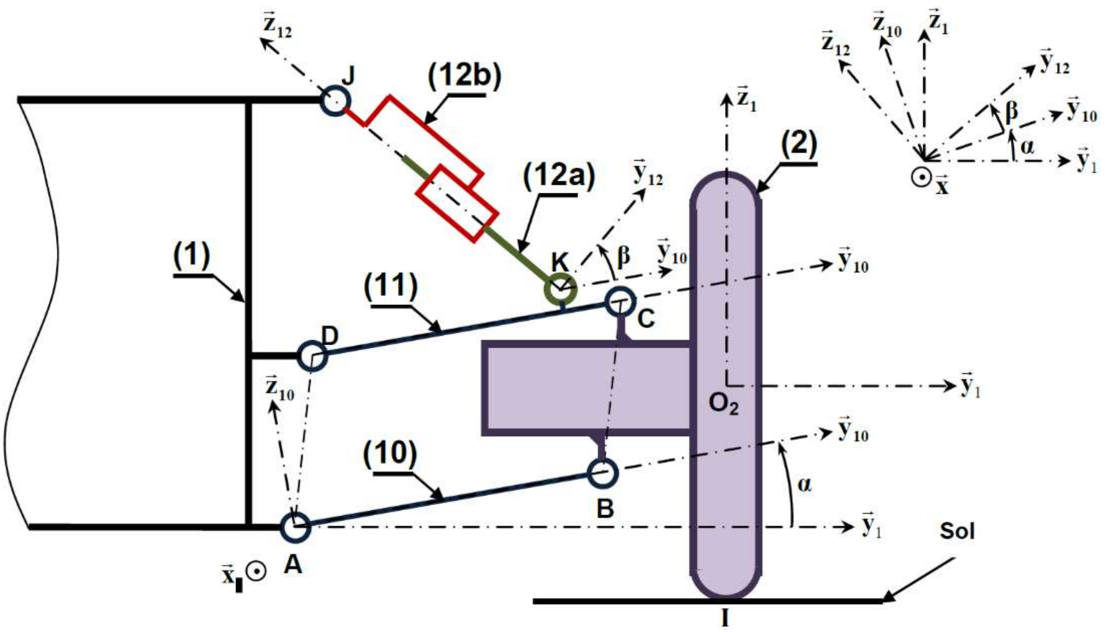
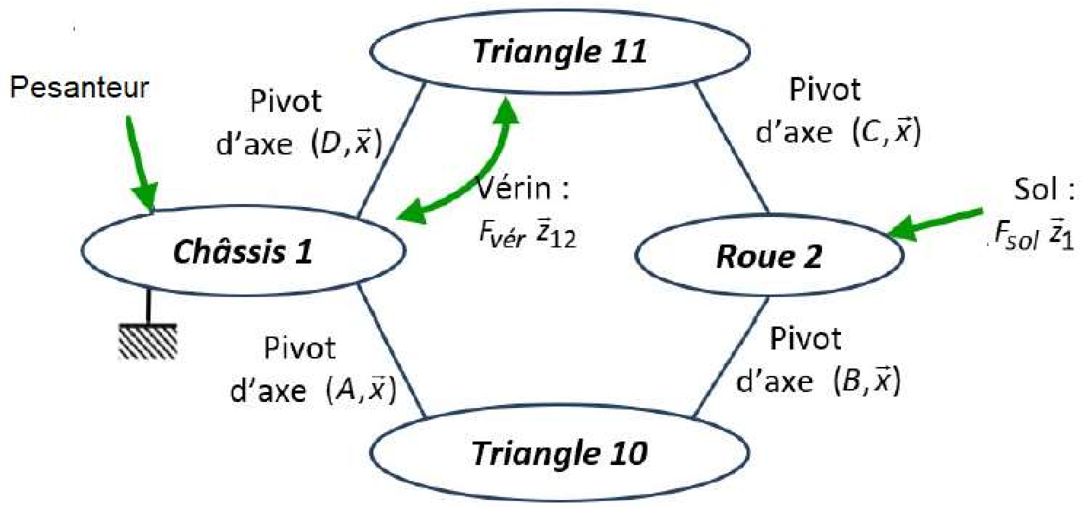
Ex. 1 : Robucar

– l'action de la pesanteur est négligée sauf sur le châssis de la voiture ;
– le problème sera considéré plan $(A, \overrightarrow{y_1}, \overrightarrow{z_1})$ et l'étude se fera sur un seul système de suspension.



$\overrightarrow{AD} = \overrightarrow{BC} = a\,\overrightarrow{y_1} + b\,\overrightarrow{z_1}$ $\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{DC} = l\,\overrightarrow{y_{10}}$ $\overrightarrow{DK} = c\,\overrightarrow{y_{10}} + d\,\overrightarrow{z_{10}}$

$\overrightarrow{BO_2} = e\,\overrightarrow{y_1} + f\,\overrightarrow{z_1}$ $\overrightarrow{O_2I} = -R\,\overrightarrow{z_1}$



– l'action du sol sur la roue 2 est modélisée au point I par un glisseur dont la résultante est $\overrightarrow{R}_{sol\to 2} = F_{sol}\,\overrightarrow{z_1}$ avec F_{sol} le quart du poids de la voiture (m = 720 kg).

Question 1. Repasser en couleur les différents solides sur le schéma cinématique.

Question 2. Réaliser le graphe d'analyse de ce mécanisme.

Question 3. Répondre à l'objectif ci-dessus. NB : après avoir isolé les solides soumis à 2 glisseurs, on commencera par isoler la roue 2...

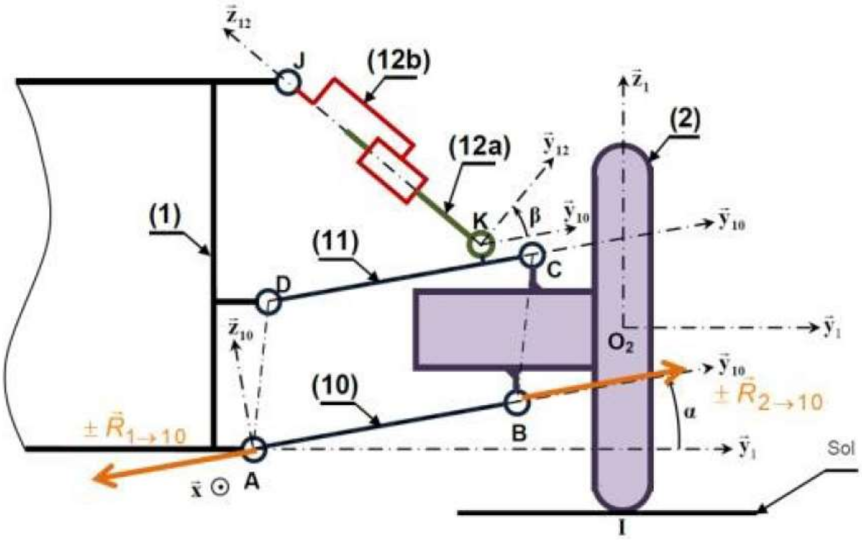
On isole 10, la pièce est soumise à 2 actions mécaniques :

- liaison pivot en A : $\{T_{1\to10}\} = {}_A\begin{Bmatrix} Y_{1\to10}.\overrightarrow{y_{10}} + Z_{1\to10}.\overrightarrow{z_{10}} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$

- liaison pivot en B : $\{T_{2\to10}\} = {}_B\begin{Bmatrix} Y_{2\to10}.\overrightarrow{y_{10}} + Z_{2\to10}.\overrightarrow{z_{10}} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$

La pièce 10 étant soumise à deux actions mécaniques modélisables par des torseurs glisseurs, on en déduit que :

$$\{T_{1\to10}\} = -\{T_{2\to10}\} = {}_{\forall P\in(A,\overrightarrow{y_{10}})}\begin{Bmatrix} Y_{1\to10}.\overrightarrow{y_{10}} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$$



On isole 2, la pièce est soumise à 3 actions mécaniques :

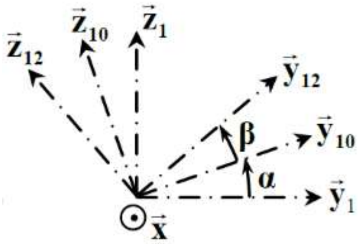
- liaison pivot en B :$\{T_{10\to 2}\} = -\{T_{2\to 10}\} = {}_B\begin{cases} Y_{1\to 10}.\overrightarrow{y_{10}} \\ \vec{0} \end{cases}$

- liaison pivot en C : $\{T_{11\to 2}\} = {}_C\begin{cases} Y_{11\to 2}.\overrightarrow{y_{10}} + Z_{11\to 2}.\overrightarrow{z_{10}} \\ \vec{0} \end{cases}$

- action du sol : $\{T_{sol\to 2}\} = {}_I\begin{cases} F_{sol}.\overrightarrow{z_1} \\ \vec{0} \end{cases}$

On souhaite appliquer le PFS en résultante suivant $\overrightarrow{z_{10}}$:

$$Z_{11\to 2} + F_{sol}\cos(\alpha) = 0$$
$$\Leftrightarrow Z_{11\to 2} = -F_{sol}\cos(\alpha)$$



On isole 11, la pièce est soumise à 3 actions mécaniques :

- liaison pivot en C :$\{T_{2\to 11}\} = -\{T_{11\to 2}\} = {}_C\begin{cases} -Y_{11\to 2}.\overrightarrow{y_{10}} - Z_{11\to 2}.\overrightarrow{z_{10}} \\ \vec{0} \end{cases}$

- liaison pivot en D : $\{T_{1\to 11}\} = {}_D\begin{cases} Y_{1\to 11}.\overrightarrow{y_{10}} + Z_{1\to 11}.\overrightarrow{z_{10}} \\ \vec{0} \end{cases}$

- action du vérin : $\left\{T_{1\xrightarrow{vérin}11}\right\} = {}_K\begin{cases} F_{vér}.\overrightarrow{z_{12}} \\ \vec{0} \end{cases}$

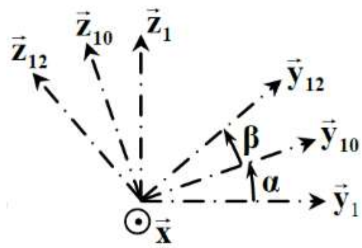
On souhaite appliquer le PFS en moment, au point D, suivant $\overrightarrow{x_1}$. Pour cela, nous devons déplacer nos torseurs :

$$\overrightarrow{M}_{D,\ 2\rightarrow 11} = \overrightarrow{M}_{C,\ 2\rightarrow 11} + \overrightarrow{DC} \wedge \left(-Y_{11\rightarrow 2}.\overrightarrow{y_{10}} - Z_{11\rightarrow 2}.\overrightarrow{z_{10}}\right)$$

$$= \vec{0} + l\ \overrightarrow{y_{10}} \wedge \left(-Y_{11\rightarrow 2}.\overrightarrow{y_{10}} - Z_{11\rightarrow 2}.\overrightarrow{z_{10}}\right)$$

$$= -l.Z_{11\rightarrow 2}\ \overrightarrow{x_1}$$

$$\overrightarrow{M}_{D,\ 1\xrightarrow{vérin}11} = \overrightarrow{M}_{K,\ 1\xrightarrow{vérin}11} + \overrightarrow{DK} \wedge F_{vér}.\overrightarrow{z_{12}}$$



$$= \vec{0} + \left(c\ \overrightarrow{y_{10}} + d\ \overrightarrow{z_{10}}\right) \wedge F_{vér}.\overrightarrow{z_{12}}$$

$$= \left(c\ \overrightarrow{y_{10}} + d\ \overrightarrow{z_{10}}\right) \wedge F_{vér}.\left(\cos(\beta)\ \overrightarrow{z_{10}} - \sin(\beta)\ \overrightarrow{y_{10}}\right)$$

$$= F_{vér}\left(c.\cos(\beta) + d.\sin(\beta)\right)\overrightarrow{x_1}$$

On applique le PFS en moment au point D suivant $\overrightarrow{x_1}$:

$$-l.Z_{11\rightarrow 2} + F_{vér}\left(c.\cos(\beta) + d.\sin(\beta)\right) = 0$$

$$\Leftrightarrow +\ l.F_{sol}\cos(\alpha) + F_{vér}\left(c.\cos(\beta) + d.\sin(\beta)\right) = 0$$

$$\Leftrightarrow F_{vér} = \frac{-l.\cos(\alpha)}{c.\cos(\beta) + d.\sin(\beta)}F_{sol}$$