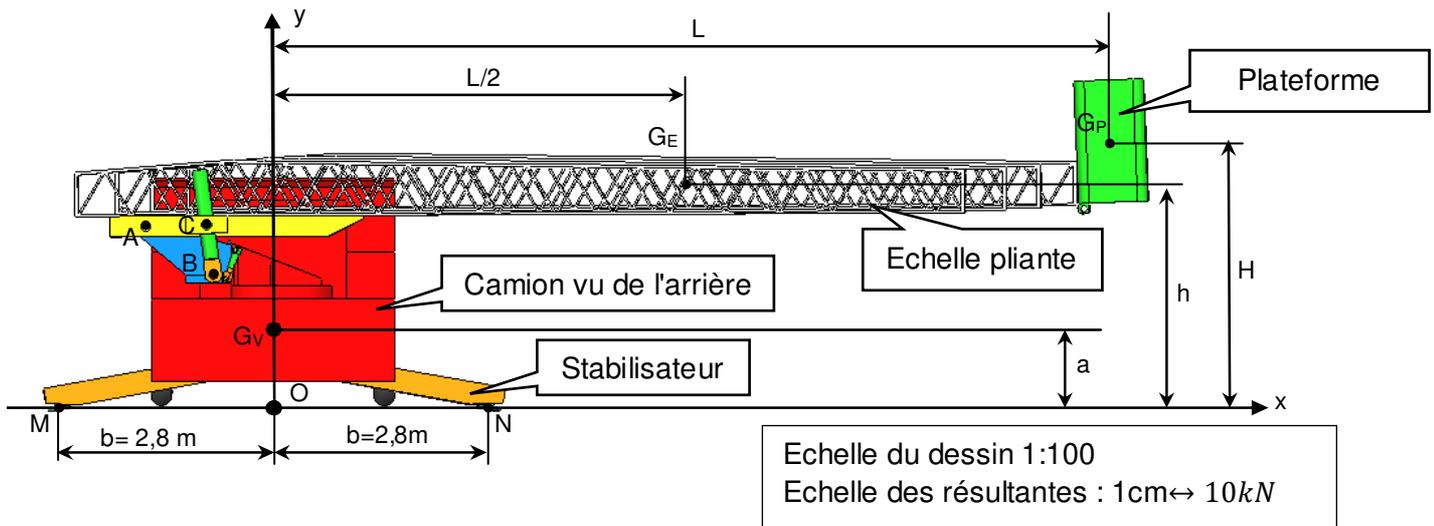


Basé sur l'échelle EPAS (Concours CCP PSI 2007)

- Réaliser l'inventaire des actions mécaniques extérieures s'exerçant sur un solide ou un ensemble de solides
- Associer un modèle à une action mécanique
- Déterminer les inconnues de liaison

Le véhicule porteur de l'E.P.A.S. (Echelle Pivotante Automatique à commande Séquentielle) doit être équipé de stabilisateurs. Une fois en place, les stabilisateurs le soulèvent, afin qu'il ne repose plus sur les roues (les roues touchent le sol mais ne supportent aucun poids) : le mouvement des suspensions du véhicule mettrait en danger sa stabilité.

L'objet de cette partie est de déterminer la longueur de déploiement maximale que le système de sécurité pourra autoriser.



Le véhicule est dans la configuration de la figure précédente :

- Parc échelle horizontale de longueur dépliée $L_{max} = 25m$.
- Stabilisateurs sortis au maximum.
- Pas de charge dans la plate-forme.

Le problème sera traité en statique plane dans le plan (O, \vec{x}, \vec{y}) de la figure précédente.

Les efforts pris en compte sont :

- Les actions de pesanteur sur chaque élément (le poids de la plate-forme est négligée) :

Élément	Centre d'inertie	Masse	
Véhicule + charge utile	G_V	$m_V = 3000 \text{ kg}$	$\vec{OG}_V = a \cdot \vec{y}$
Parc échelle	G_E	$m_E = 900 \text{ kg}$	$\vec{OG}_E = \frac{L}{2} \cdot \vec{x} + h \cdot \vec{y}$

- Les actions de contact de la route sur les stabilisateurs.

Ces actions seront modélisées par des glisseurs passant l'un par M, tel que $\vec{OM} = -b \cdot \vec{x}$ et l'autre par N tel que $\vec{ON} = b \cdot \vec{x}$

Les résultantes de ces glisseurs seront notées respectivement :

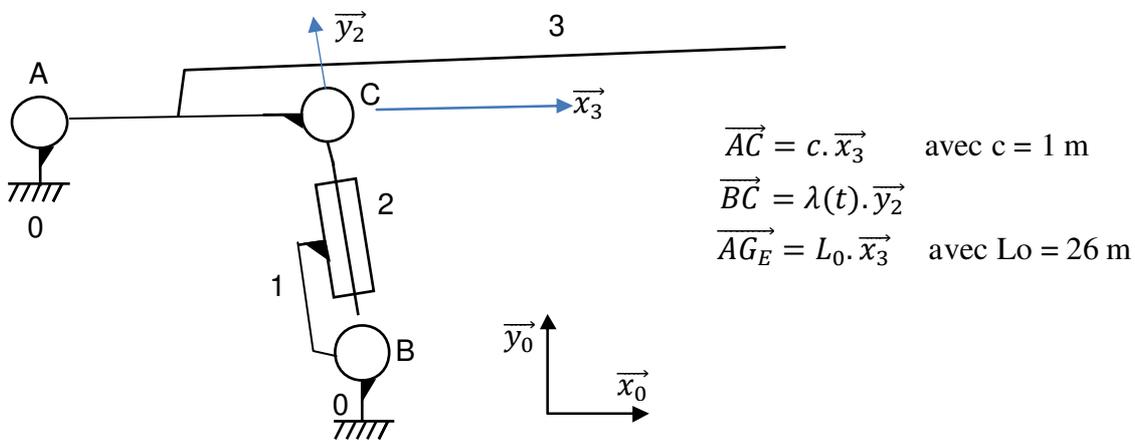
$$\vec{R}_M = X_M \cdot \vec{x} + Y_M \cdot \vec{y} \quad \text{et} \quad \vec{R}_N = X_N \cdot \vec{x} + Y_N \cdot \vec{y}$$

Etude à la limite du basculement

- 1) Faire le bilan des actions mécaniques extérieures à l'ensemble du véhicule. Ecrire les torseurs mécaniques associés à chacune des actions mécaniques. Tracer les composantes de ces résultantes sur le dessin précédent (attention à l'échelle si les composantes sont connues ; les flèches des composantes inconnues se termineront sur le point et seront tracées positives).
- 2) Pourquoi choisir le point N pour l'équilibre des moments sur le véhicule ?
- 3) Exprimer la condition à la limite du basculement du véhicule.
- 4) Exprimer tous les moments des actions mécaniques au point N (à la limite du basculement). On utilisera la formule de Varignon et on vérifiera le résultat à l'aide des bras de levier.
- 5) Ecrire les équations d'équilibre du véhicule au point N (à la limite du basculement).
- 6) En déduire la longueur L_h de déploiement au-delà de laquelle il y aura basculement. En déduire si l'on pourra déplier l'échelle entièrement à l'horizontale.

Relevage de l'échelle

Le schéma cinématique de l'échelle est le suivant :



On note $\alpha = (\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{y_3})$ et $\beta = (\overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{y_2})$.

L'ensemble constitué de 1 et 2 schématise le vérin hydraulique. La position relative entre ces 2 éléments est contrôlée par la pression d'huile à l'intérieur du cylindre 1 du vérin qui développe au maximum une force de 200 kN.

- 7) Ecrire les torseurs des actions mécaniques extérieures à l'échelle 3 dans la base R_0 .
- 8) Simplifier l'écriture des torseurs du fait de la symétrie plane.
- 9) Proposer un isolement afin de déterminer la direction de l'action mécanique en C.
- 10) En déduire, l'intensité de la résultante $\overrightarrow{R_{2 \rightarrow 3}}$ exercée par le vérin sur l'échelle en C pour maintenir l'échelle à l'équilibre en position horizontale si on suppose que $\beta \approx 0$. Conclure sur la possibilité pour le vérin de soulever l'échelle dans cette configuration.