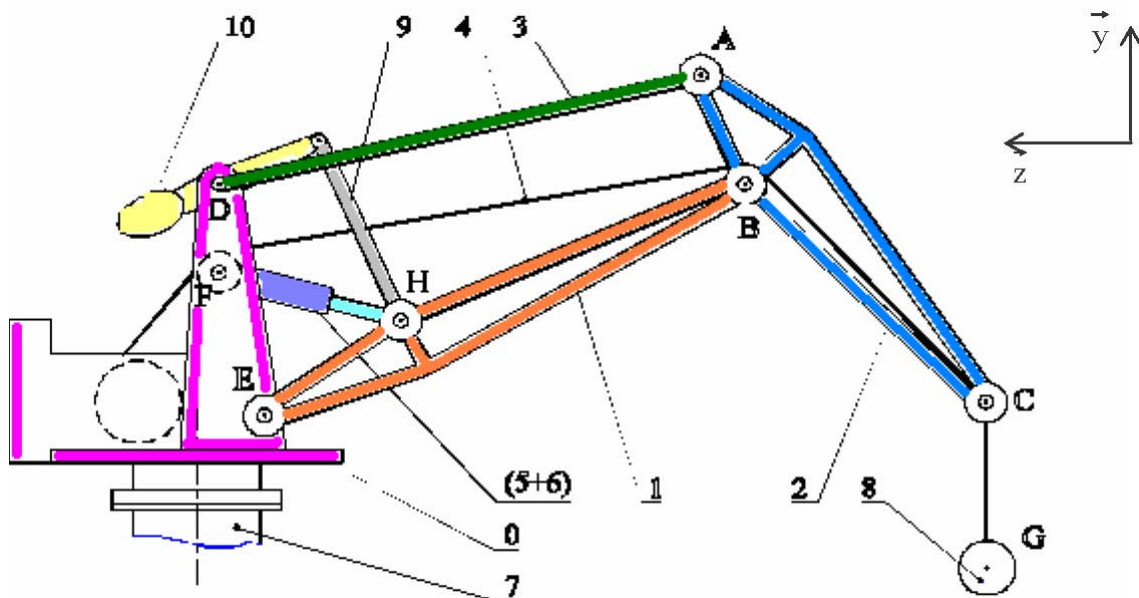


GRUE PORTUAIRE

La plupart des grues portuaires poursuivent le même but : limiter et éviter le levage des charges. L'objectif, une fois la charge sortie de la cale du navire, est de translater celle-ci, horizontalement, sans levage jusqu'aux quais, ce qui diminue les dépenses énergétiques. L'étude porte sur le modèle le plus répandu, les grues dites à fléchette.



La grue proposée (capacité 50 tonnes) se compose d'une tourelle **0** pivotant sur le bâti **7** mobile en translation sur des rails. Le mécanisme de la grue se compose d'une flèche **1** articulée en E sur la tourelle et en B sur la fléchette **2**. La biellette **3** articulée en D et A sur **0** et **2** assure le maintien. La manoeuvre de la flèche est assurée par un vérin hydraulique, composé d'une tige **6** et d'un corps **5**. Un contrepoids **10** assure l'équilibrage de l'ensemble en compensant le poids de la flèche. La charge **8** de centre de gravité G peut monter ou descendre grâce au câble **4** manoeuvré en F par un treuil situé dans la tourelle. Le câble coulisse librement grâce aux poulies placées en B et C. Les liaisons en A, B, C, D, E et F sont des liaisons pivots de

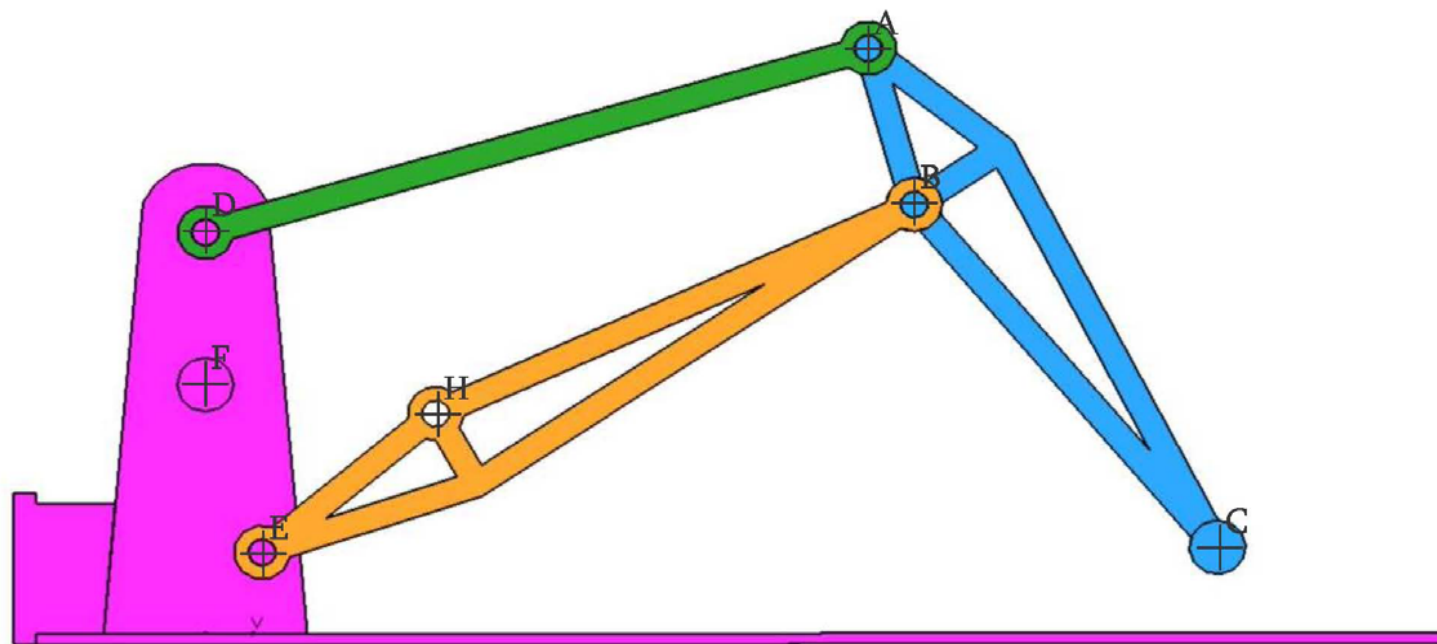


centre de même nom.

1. Quel est le mouvement de la pièce 1 par rapport à la pièce 0 ?
2. Même question entre les pièces 3 et 0 ?
3. Déterminer les trajectoires suivantes : $T_{A \in 3/0}$; $T_{B \in 2/0}$; $T_{H \in 5/0}$; $T_{A \in 1/0}$
4. Que peut-on dire de la vitesse du point H : $\vec{V}_{H \in 6/1}$? Justifier par la composition des mouvements.

Le mouvement étudié rapproche la fléchette **2** de la tourelle **0**. Pour cela, la tige **6** du vérin rentre dans le corps **5** à la vitesse de 40 cm/s.

5. Tracer sur le schéma ci-dessous le support (direction) des vitesses suivantes : $\vec{V}_{5/6}^H$; $\vec{V}_{1/0}^H$; $\vec{V}_{5/0}^H$; $\vec{V}_{1/0}^B$; $\vec{V}_{3/0}^A$.
6. Tracer la vitesse $\vec{V}_{6/5}^H$. On prendra comme échelle 1cm : 20cm/s.
7. Déterminer graphiquement $\vec{V}_{1/0}^H$ et $\vec{V}_{5/0}^H$.
8. Déterminer graphiquement $\vec{V}_{1/0}^B$.



$$\|\vec{V}_{H \in 5/0}\| =$$

$$\|\vec{V}_{H \in 1/0}\| =$$

$$\|\vec{V}_{B \in 1/0}\| =$$

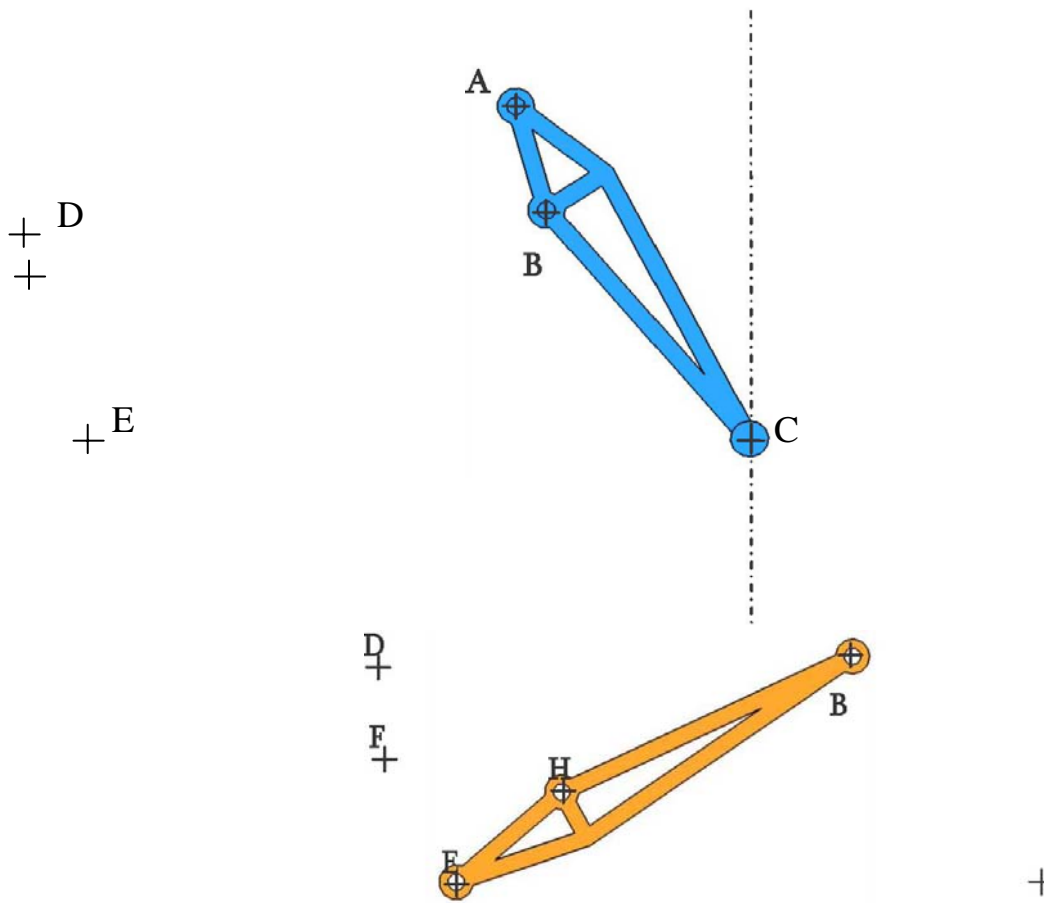
$$\|\vec{V}_{A \in 2/0}\| =$$

$$\|\vec{V}_{C \in 2/0}\| =$$

9. Déterminer $\omega_{1/0}$ vitesse instantanée de rotation de la flèche **1** par rapport à la tourelle **0**, sachant que $EH = 3m$.
10. Montrer que $\vec{V}_{2/0}^A = \vec{V}_{3/0}^A$ et que $\vec{V}_{2/0}^B = \vec{V}_{1/0}^B$. En déduire le centre instantané de rotation de la fléchette **2** par rapport à **0**, noté $I_{2/0}$.
11. Déterminer graphiquement $\vec{V}_{2/0}^A$ et $\vec{V}_{2/0}^C$.

On cherche l'effort fournit par le vérin en vue de le dimensionner. La grue portuaire est en équilibre. Les poids des éléments **1**, **2** et **3** sont négligeables devant ceux du chargement $\vec{F}_{8 \rightarrow 2}$ qui s'applique au point C, et qui a comme intensité 500 000 N (Capacité maxi de la grue en prenant $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$).

12. Isoler **3** et faire le Bilan des Actions Mécaniques Extérieures. En déduire la direction de $\vec{F}_{2 \rightarrow 3}$.
13. Isoler **2** et faire le Bilan des Actions Mécaniques Extérieures. Déterminer graphiquement des efforts $\vec{F}_{2 \rightarrow 3}$ et $\vec{F}_{1 \rightarrow 2}$. (Echelle 1 cm : 200 000N).
14. Déterminer graphiquement les efforts $\vec{F}_{5+6 \rightarrow 1}$ et $\vec{F}_{0 \rightarrow 1}$.



15. Quel effort doit fournir le vérin pour soulever la charge maxi.
16. A partir des valeurs de la première partie, déterminer la puissance que doit fournir le vérin.

On souhaite maintenant déterminer la réaction normale (liaison parfaite) au point I et J. La grue est animée d'un mouvement de translation uniforme.

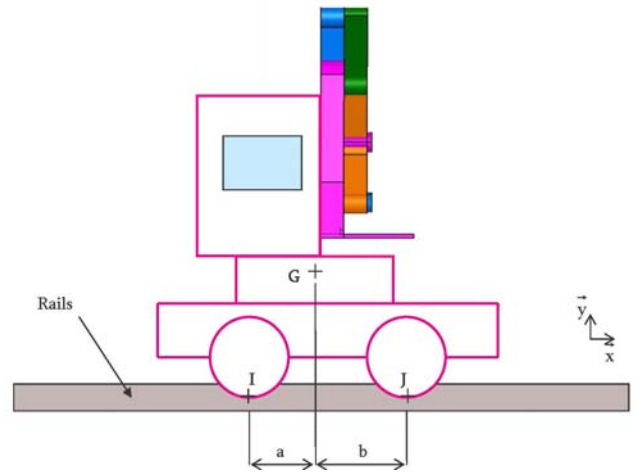
17. Que cela implique-t-il ?

Grue sur un plan horizontal

On considère le problème plan comme défini sur la figure ci-dessous. Le poids total de la grue avec une charge en bout est modélisable dans le problème plan considéré par un effort au point G, on le note \vec{F}_G .

18. On suppose que le contact entre les roues et les rails est parfait (réaction normale). Calculer les réactions aux points I et J notées $\vec{F}_{Sol \rightarrow Grue}^I$ et $\vec{F}_{Sol \rightarrow Grue}^J$.

Application numérique : $\|\vec{F}_G\| = 250000 \text{ N}$; $a = 2,5 \text{ m}$; $b = 3 \text{ m}$.



Grue sur un plan incliné

La grue monte maintenant une légère pente dont l'inclinaison est de $\alpha = 8^\circ$. Elle est toujours animée d'un mouvement de translation uniforme. Au niveau de la roue avant en J, le contact roue / sol est parfait (réaction normale). A l'arrière en I, le contact roue / sol est réel. On utilisera le modèle de Coulomb pour décrire le frottement au contact sur la roue arrière. L'objectif de cette partie est de connaître le coefficient de frottement limite de la roue arrière sur les rails noté $f = \tan(\varphi)$.

19. Calculer à nouveau les réactions aux points I et J notées $\vec{F}_{Sol \rightarrow Grue}^I$ et $\vec{F}_{Sol \rightarrow Grue}^J$.

