

1.1. feuille n°1

Exercice 1- Pompe à boues d'après concours général

Corrigé page 16

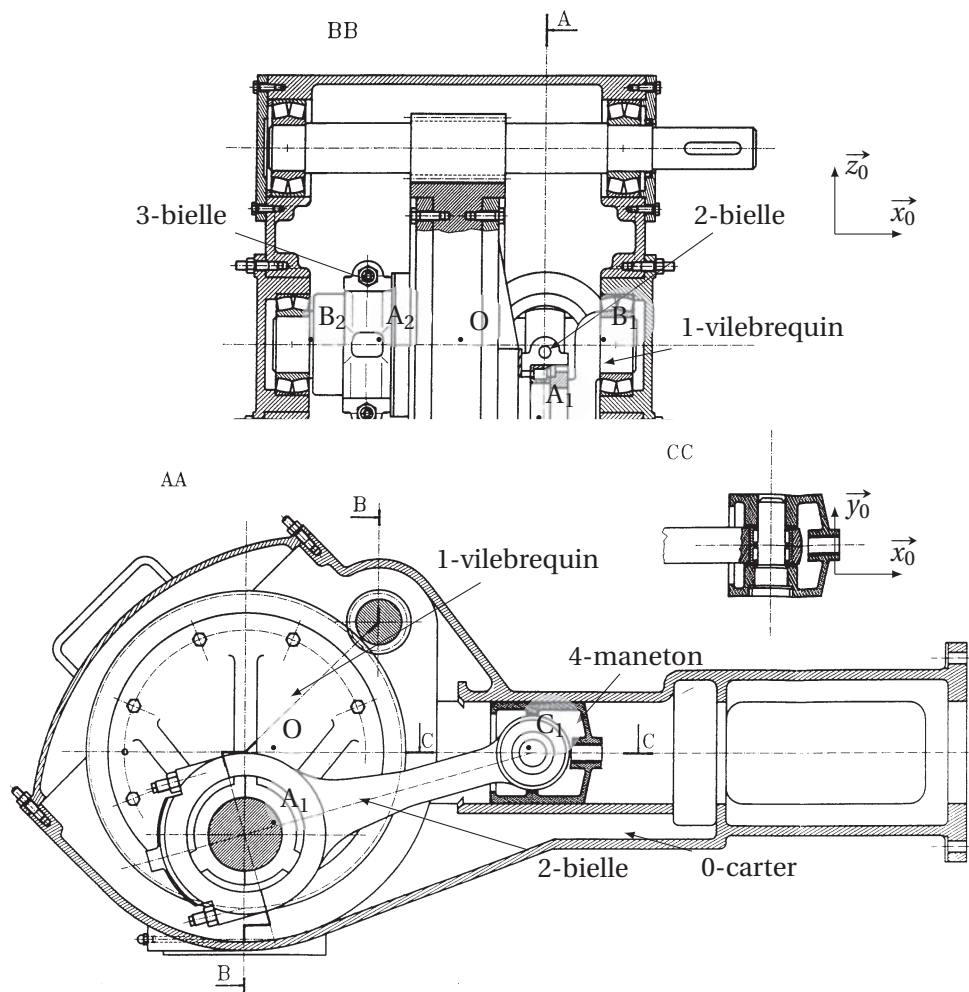


FIGURE 1.1.: Pompe à boues

Cette pompe à boues (figure 1.1), utilisée dans la centrale de traitement des eaux usées de Marseille, est prévue pour assurer un débit nominal de $1 \text{ m}^3/\text{min}$

Un moteur (non représenté) de 21 kW entraîne le vilebrequin (1) à une fréquence de rotation constante de 0,8 tr/s par l'intermédiaire de deux étages de réduction (non représentés). Le mécanisme bielle-manivelle transforme le mouvement de rotation en un mouvement rectiligne alternatif du piston double effet (seul le guide du piston – maneton (4) – est représenté).

- L'excentricité $e = 100 \text{ mm}$.
- L'entraxe entre la tête et le pied de bielle est $L = 525 \text{ mm}$.
- La pompe comprend deux systèmes bielle - manivelle décalés de 90° (carter(0) - vilebrequin(1) bielle(2), maneton(4)) et (carter(0) - vilebrequin(1) bielle(3), maneton(5)).

Q1. Modélisation cinématique

Q1a. Le vilebrequin est en liaison en B_1 et B_2 avec le carter, préciser les constituants réalisant la liaison, proposer un modèle pour chaque liaison élémentaire, en déduire la liaison équivalente (on conservera

pour la suite la liaison équivalente).

Q1b. Identifier les autres liaisons de la pompe à boues

Q1c. Tracer le graphe de structure du mécanisme complet

Q2. Tracer le schéma cinématique 3D du mécanisme.

Q3. Évaluer le degré d'hyperstaticité du mécanisme (ne pas prendre en compte l'arbre moteur).

Q4. Proposer plusieurs solutions pour rendre le mécanisme bielle - manivelle isostatique.

Q5. Déterminer la loi d'entrée sortie du mécanisme.

Q6. Sachant que chaque système bielle-manivelle pompe pendant la phase aller et la phase retour, déterminer la loi de débit de sortie de la pompe.

Exercice 2- Écrou flottant

Corrigé page 16

Le mécanisme de la figure 1.2(b) est un modèle simplifié du mécanisme de la figure 1.2(a)

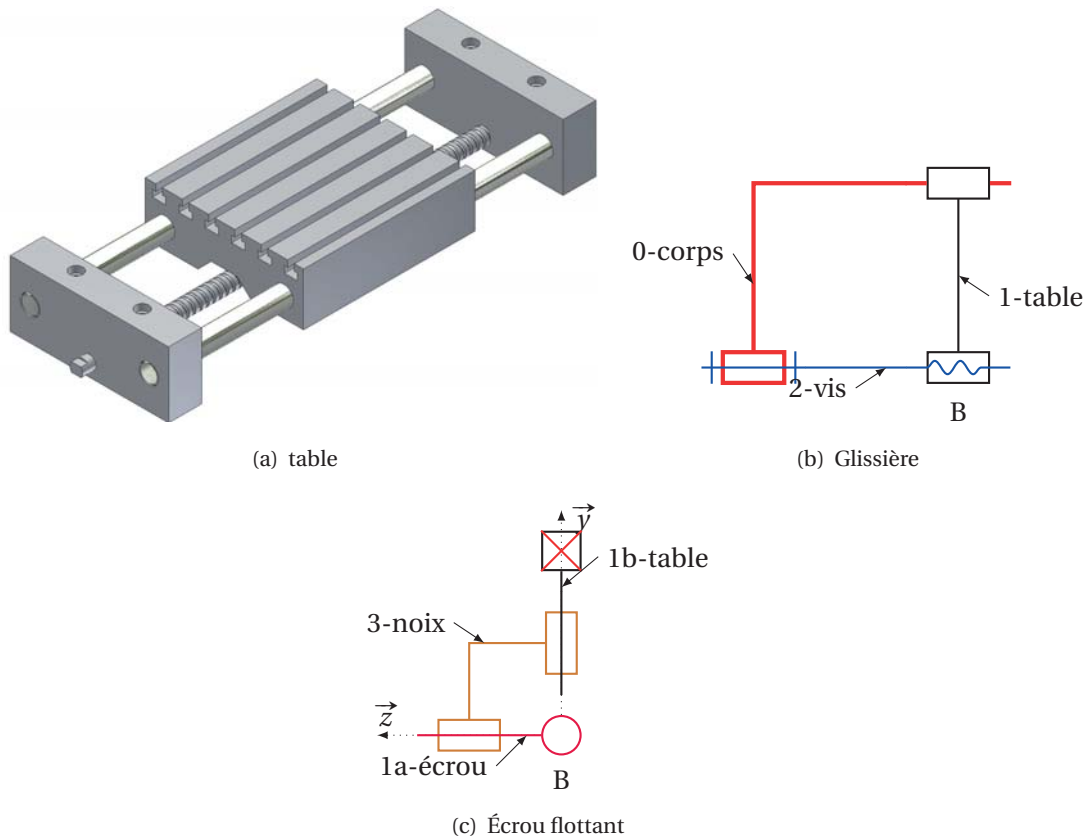


FIGURE 1.2.: Écrou flottant

On se propose de rendre ce mécanisme isostatique. Pour cela, on intègre entre la glissière et l'écrou le mécanisme de la figure 1.2(c). Celui-ci est constitué de deux liaisons pivots glissants perpendiculaires liées entre elles, la première est en liaison avec la glissière, la seconde avec l'écrou.

Q1. Évaluez sans calcul le degré de mobilité puis le degré d'hyperstaticité du mécanisme sans la modification.

Q2. Tracez le schéma cinématique en perspective du mécanisme modifié puis le graphe de structure.

Q3. À partir d'une étude cinématique, montrez que le mécanisme est isostatique.

Exercice 3- Scooter Piaggio

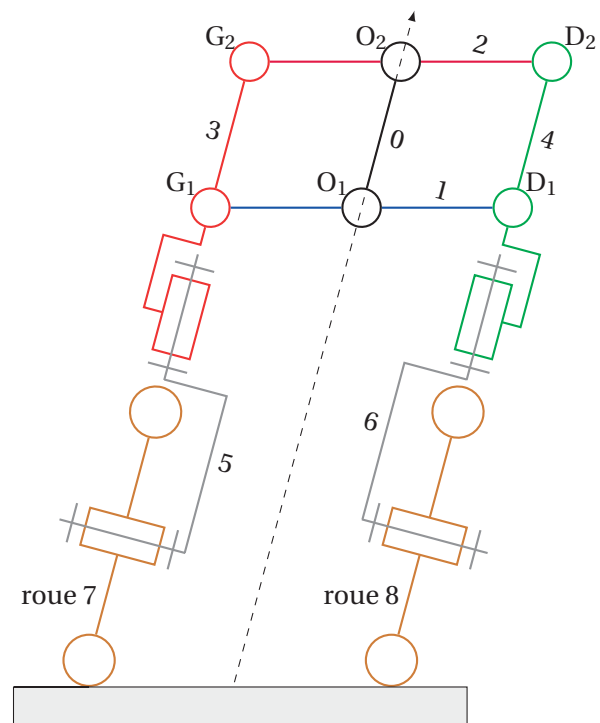
Corrigé page 18

d'après Banque PT SIB

Le train avant est défini comme l'ensemble comprenant : la roue (ou les roues) avant, la suspension, le dispositif de freinage, tous les éléments participant aux liaisons entre ces éléments. Sur un scooter à une seule roue avant, le train avant est lié au châssis du véhicule par une liaison pivot permettant d'orienter la roue avant par rapport au véhicule par l'intermédiaire du guidon. Cette liaison permet de diriger le véhicule. Pour un scooter à deux roues avant, le train avant doit non seulement permettre le pivotement des roues commandé par le guidon mais il doit également permettre l'inclinaison de l'ensemble du scooter tout en conservant le contact des roues au sol.



(a) scooter



(b) Parallélogramme de la direction

A. Parallélogramme d'inclinaison

La solution retenue pour permettre une inclinaison du véhicule malgré la présence de deux roues sur le train avant repose sur la cinématique imposée par un dispositif en parallélogramme (figure 1.3(b)).

Le mécanisme est constitué d'un châssis (0), de deux bras (1) et (2) et de deux colonnes (3) et (4). Les liaisons entre ces différents solides sont des liaisons pivots. Avec :

$$\begin{aligned} \overrightarrow{O_1O_2} = \overrightarrow{G_1G_2} = \overrightarrow{D_1D_2} &= l_1 \\ \overrightarrow{G_1O_1} = \overrightarrow{G_2O_2} = \overrightarrow{O_1D_1} = \overrightarrow{O_2D_2} &= l_2 \end{aligned}$$

Q1. Tracer le graphe des liaisons limité à l'ensemble $\Sigma = \{0, 1, 2, 3, 4\}$, préciser le nombre cyclomatique.

Q2. Écrire la fermeture cinématique limitée à la boucle $\{0, 1, 2, 3\}$. En déduire le degré de mobilité de l'ensemble Σ .

Q3. Déterminer le nombre d'inconnues de liaisons de l'ensemble Σ , en déduire le degré d'hyperstaticité. Justifier ce degré.

B. Blocage de la suspension

On s'intéresse dans cette partie au dispositif de verrouillage de l'inclinaison. Ce dispositif, présent en option, répond à un souci d'amélioration du confort d'utilisation du scooter en milieu urbain (vitesses inférieures à 15 km h^{-1}). Le train avant est sensiblement alourdi, par sa structure particulière, par rapport à un véhicule classique. D'autre part, les protections et les éléments de confort propres au marché du scooter amènent le poids des scooters, même de faible cylindrée, à atteindre celui d'une moto de grosse cylindrée. Il permet en outre d'éviter de poser le pied aux arrêts (nombreux en circulation urbaine), et de garer le scooter dans n'importe quelle configuration (pente, à cheval sur un trottoir ou une bordure, etc ...) sans avoir à utiliser la béquille centrale (opération difficile sur un engin d'environ 200 kg).

Le verrouillage de l'inclinaison du train avant nécessite la suppression de ces mobilités :

- la mobilité du parallélogramme d'inclinaison,
- la mobilité de la suspension avant (particulièrement utile en mode parking).

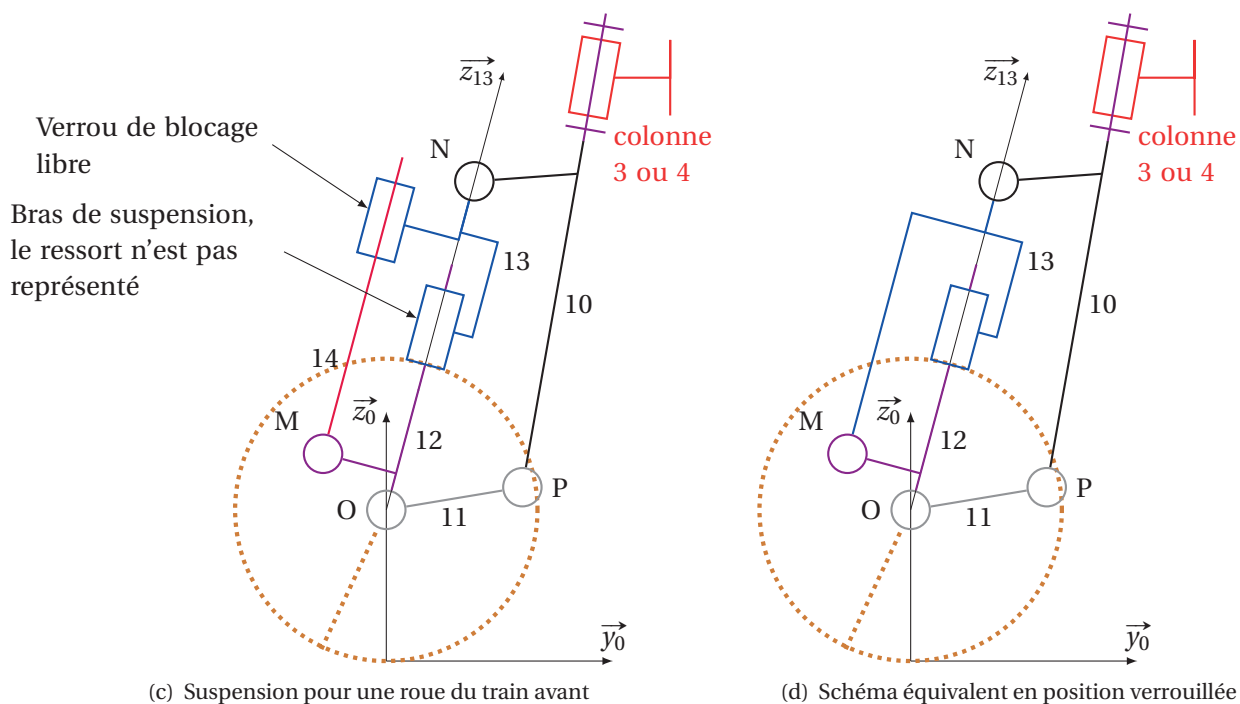


FIGURE 1.3.: Bras de suspension : position non verrouillée et verrouillée

Les deux figures 1.3(c) et 1.3(d) présentent le bras de suspension avant dans sa position libre et le modèle équivalent lorsqu'elle est en position verrouillée

Q4. Tracer le graphe des liaisons dans les deux cas limité aux solides $\{10, 11, 12, 13, 14\}$, préciser le nombre cyclomatique,

On étudie dans un premier temps, la boucle constitué des solides $\{12, 13, 14\}$ dans le premier cas puis le second

Q5. Écrire la fermeture cinématique, en déduire le degré de mobilité de chacune des boucles puis le degré d'hyperstaticité.

Q6. Préciser la liaison équivalente.

Q7. Tracer le schéma cinématique minimal.

Q8. Évaluer le degré de mobilité du mécanisme complet puis en déduire le degré d'hyperstaticité.