

TD : Frotteur du métro VAL

Mise en situation

Le VAL (MATRA Transport) est un système automatisé, de transport urbain de personnes, sans conducteur. Ces véhicules se déplacent sur voies spécifiques à l'aide d'une motorisation électrique.

L'énergie électrique du véhicule est collectée sur les rails latéraux par des frotteurs maintenus en contact par le mécanisme ci-dessous.

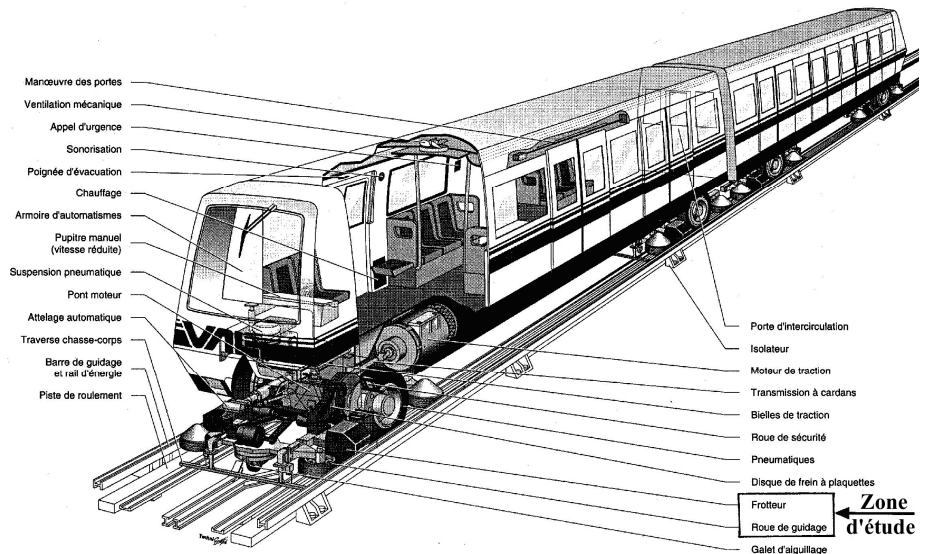
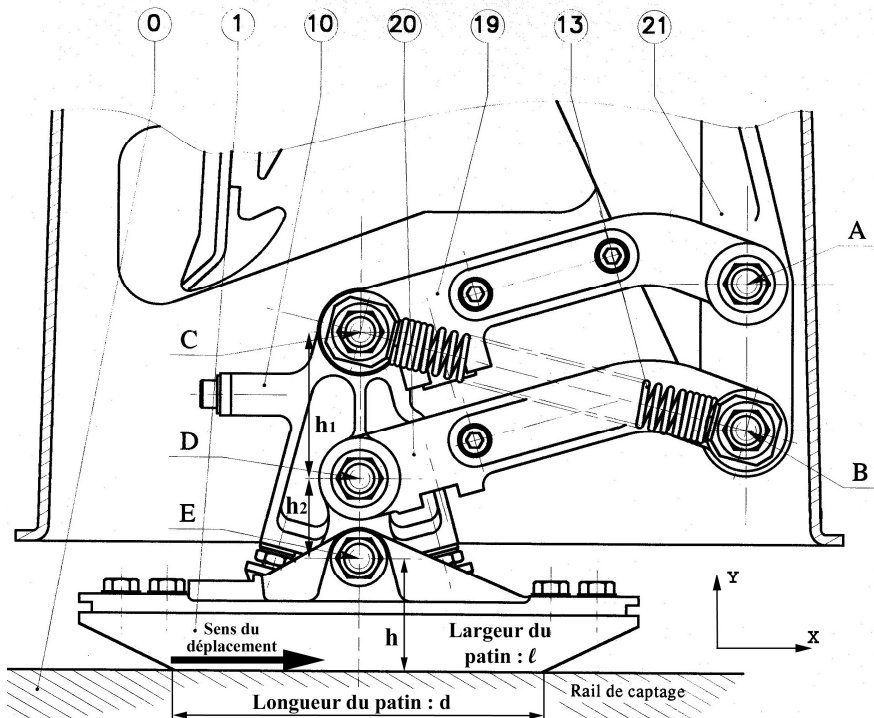
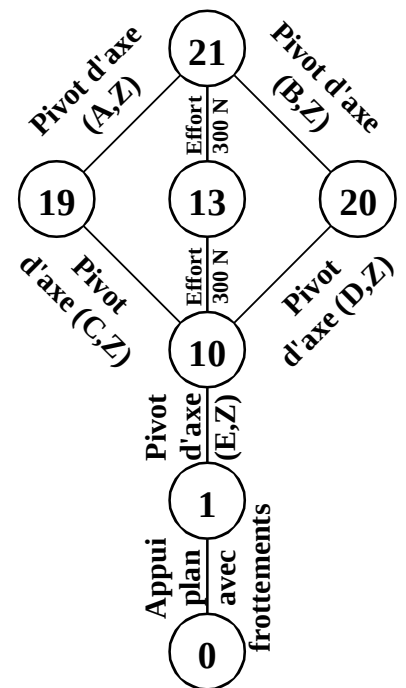


Schéma du mécanisme



Graphe de structure



Il s'agit d'un mécanisme à parallélogramme déformable (Bras intérieur 19 et extérieur 20) qui translate par rapport au châssis 21 un sabot 10 sur lequel est articulé le frotteur 1. Un ressort de traction 13 maintient le frotteur vers l'extérieur assurant ainsi la continuité du contact entre le frotteur 1 et le rail 0. L'effort de traction du ressort sur le sabot 10 est de $F_R = 300 \text{ N}$. Etant donné que l'on néglige l'action des amortisseurs sur le frotteur, on a pour ce mécanisme le graphe des liaisons ci-dessus.

Objectifs du problème

L'objectif de l'exercice est double :

- ☞ Vérifier que la pression de contact n'est pas supérieure à une pression de matage de 2 MPa.
- ☞ Vérifier qu'il n'y a pas de risque d'arc-boutement du sabot sur le rail.

Hypothèses et données

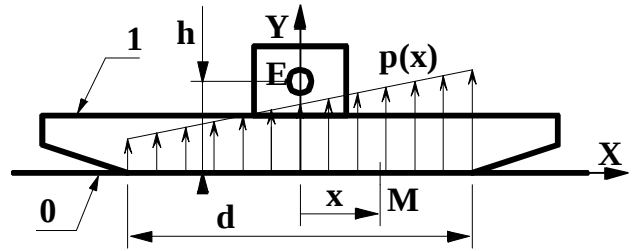
Etant donné la symétrie du système, le problème est un problème plan ($\vec{X}$, $\vec{Y}$).

Le patin 1 frotte sur le rail 0 (avec un coefficient de frottement $\mu = 0,2$) sur une surface rectangulaire de longueur $d = 150$ mm et de largeur (suivant l'axe $\vec{Z}$) $\ell = 80$ mm.

La distance du point E au rail est de : $h = 55$ mm.

On suppose que la pression de contact au point M est proportionnelle à son abscisse x par rapport au point E. On a donc : $p(x) = a \cdot x + b$

Avec a et b constantes à déterminer

**1^{ière} partie : Effort élémentaire**

1- On décompose la surface de frottement en une infinité de surfaces élémentaires ds rectangulaires de largeur ℓ et de longueur dx . Sur cette surface élémentaire la pression $p(x)$ est constante. Déterminer dans la base ($\vec{X}$, $\vec{Y}$, $\vec{Z}$) en fonction de l , a , b , μ , x et dx , l'expression de $d\vec{F}_{0/1}$, la force infinitésimale de contact du rail 0 sur le patin 1 s'exerçant sur cette surface élémentaire ds de centre M.

2^{ème} partie : Détermination de la constante b

2- Dédurre de la question 1 l'expression dans la base ($\vec{X}$, $\vec{Y}$, $\vec{Z}$) de $\vec{F}_{0/1}$ la résultante de l'action du rail 0 sur le patin 1.

3- A partir de l'équation de la résultante liée à l'équilibre du patin 1 et du résultat ci-dessus, déterminer l'expression de b en fonction de $Y_{10/1}$, d et ℓ . où $Y_{10/1}$ est la composante sur $\vec{Y}$ de la résultante de l'action du sabot 10 sur le patin 1.

4- On a mené une étude de statique en isolant successivement 19, 20 et 10. Cette étude a permis de déterminer la composante sur $\vec{Y}$ de l'action du sabot 10 sur le patin 1 : $Y_{10/1} = -106$ N. En déduire la valeur de b en Pa.

3^{ème} partie : Détermination de la constante a

5- Dédurre de la question 1 l'expression dans la base ($\vec{X}$, $\vec{Y}$, $\vec{Z}$) de $\vec{M}_E(0/1)$ le moment en E de l'action du rail 0 sur le patin 1.

6- A partir de l'équation des moments en E liée à l'équilibre du patin 1 et du résultat ci-dessus, déterminer l'expression de a en fonction de b , d , h et μ . Puis en faisant l'application numérique déterminer la valeur de a en $\text{Pa} \cdot \text{m}^{-1}$.

4^{ème} partie : Vérification de la pression de contact et du non arc-boutement du patin

7- Déterminer en MPa la valeur maximale de la pression de contact entre le patin 1 et le rail 0. Puis conclure quant à un éventuel matage du patin.

8- Si il y a arc-boutement du patin sur le rail, le patin va basculer sur l'avant, et donc se soulever sur sa partie arrière. Y a-t-il un risque d'arc-boutement du patin sur le rail 0 ? Justifier la réponse