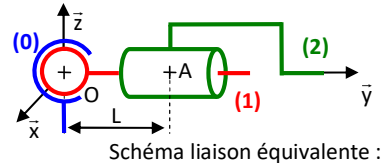
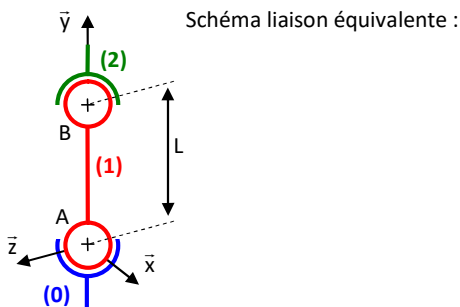
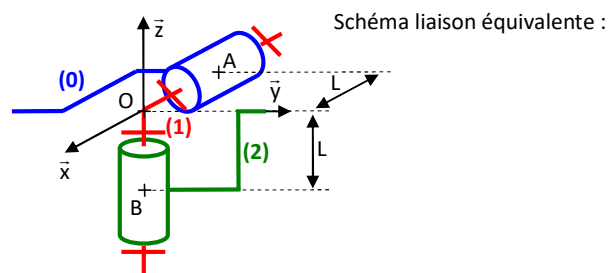
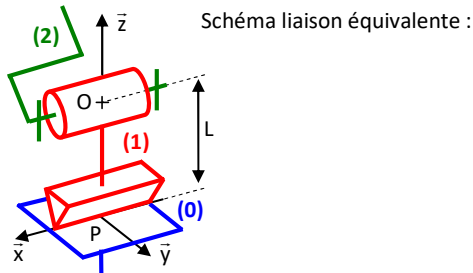
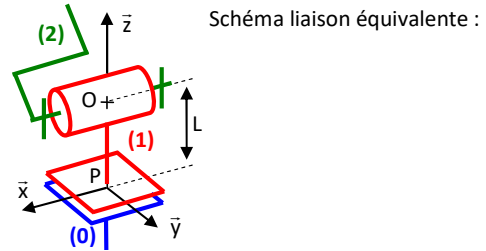
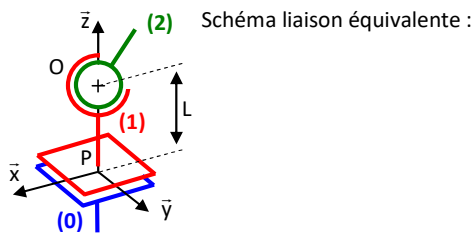


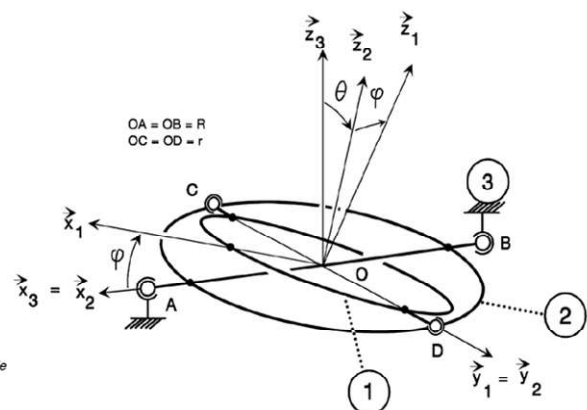
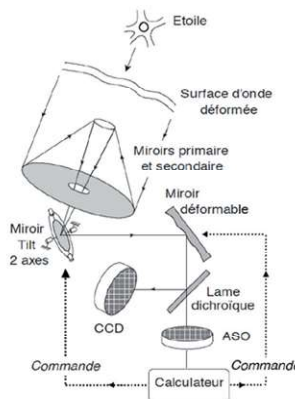
Liaisons équivalentes

Q.1. Pour les 6 modèles suivants, déterminer la liaison équivalente 2/0 puis dessiner le schéma correspondant.



Miroir de tilt du Very Large Telescope

On s'intéresse à un miroir de tilt utilisé dans le Very Large Telescope situé dans le désert d'Atacama dans le nord du Chili. Ce miroir, dont on donne une modélisation cinématique, permet d'orienter un faisceau de lumière issue d'un miroir secondaire vers l'optique adaptative.



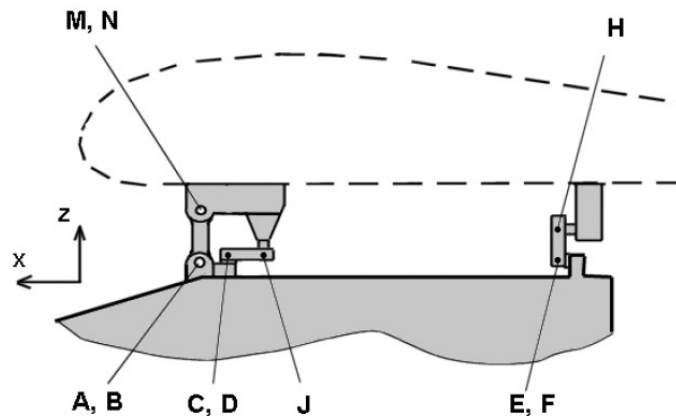
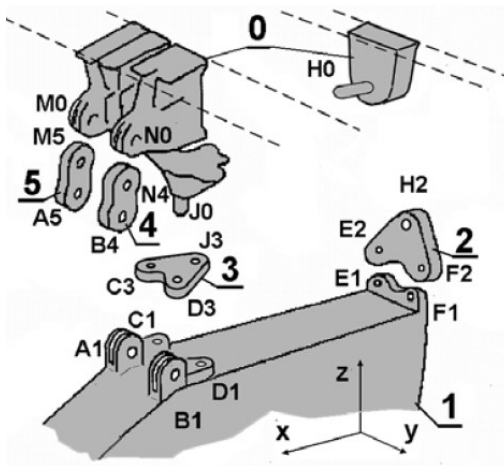
Q.1. Identifier les liaisons puis tracer le graphe des liaisons du mécanisme.

Q.2. Déterminer la liaison équivalente entre les solides 1 et 2 puis entre les solides 2 et 3.

Q.3. Déterminer la liaison équivalente entre le miroir lié à 1 et le bâti 3.

Système d'attache mat réacteur A320

L'étude porte sur la solution d'assemblage choisie entre le mât-réacteur et l'aile de l'avion A320 (figure 1). La figure 2 présente les différentes pièces de cet assemblage ; la figure 3 présente la disposition des liaisons dans le plan $(O, \vec{x}, \vec{z})$.



Le mât-réacteur (1) est suspendu à l'aile (0) grâce aux deux biellettes (4) et (5). Les articulations réalisées aux points A, B, N et M sont considérées comme des liaisons « sphériques ». On donne $\vec{AM} = \vec{BN} = a.\vec{z}$.

Les mouvements du mât-réacteur (1) par rapport à l'aile (0) sont stoppés par la présence de deux triangles (2) et (3). Le triangle (2) est articulé sur (1) par deux liaisons « sphériques » de centres E et F, et sur (0) par une liaison « sphérique » de centre H. On donne $\vec{EF} = e.\vec{y}$ et $\vec{EH} = \frac{1}{2}.e.\vec{y} + h.\vec{z}$.

Le triangle (3) est articulé sur (1) par deux liaisons « sphériques » de centres C et D, et sur (0) par une liaison « sphérique » J. On donne $\vec{CD} = c.\vec{y}$ et $\vec{CJ} = c.\vec{y} - j.\vec{x}$.

Q.1. Réaliser le graphe des structures.

Q.2. Déterminer la liaison équivalente entre (1) et (0) réalisée par la biellette (4) puis par la biellette (5).

Q.3. Déterminer la liaison équivalente réalisée entre (1) et (0) par le triangle (2) puis par le triangle (3).

Q.4. Tracer en perspective le schéma architectural de l'assemblage du mât (1) sur l'aile (0) en utilisant les modèles des liaisons équivalentes déterminées aux questions précédentes.

Système d'ouverture des portes de voitures tramway

(D'après de Centrale Supélec PSI)

On s'intéresse à un système d'ouverture et de fermeture des portes de voitures qui équipe des tramways, des métropolitains ou des trains express régionaux. On donne une description structurale de ce système d'ouverture.

Chacune des portes est constituée de deux vantaux qui, ouverts, sont immobilisés le long de la voiture pour dégager la totalité de l'ouverture de la voiture. La phase de fermeture peut être décomposée en trois étapes dont quelques positions d'un point, appartenant au vantail le long de sa trajectoire par rapport à la voiture, sont données sur la figure 1.

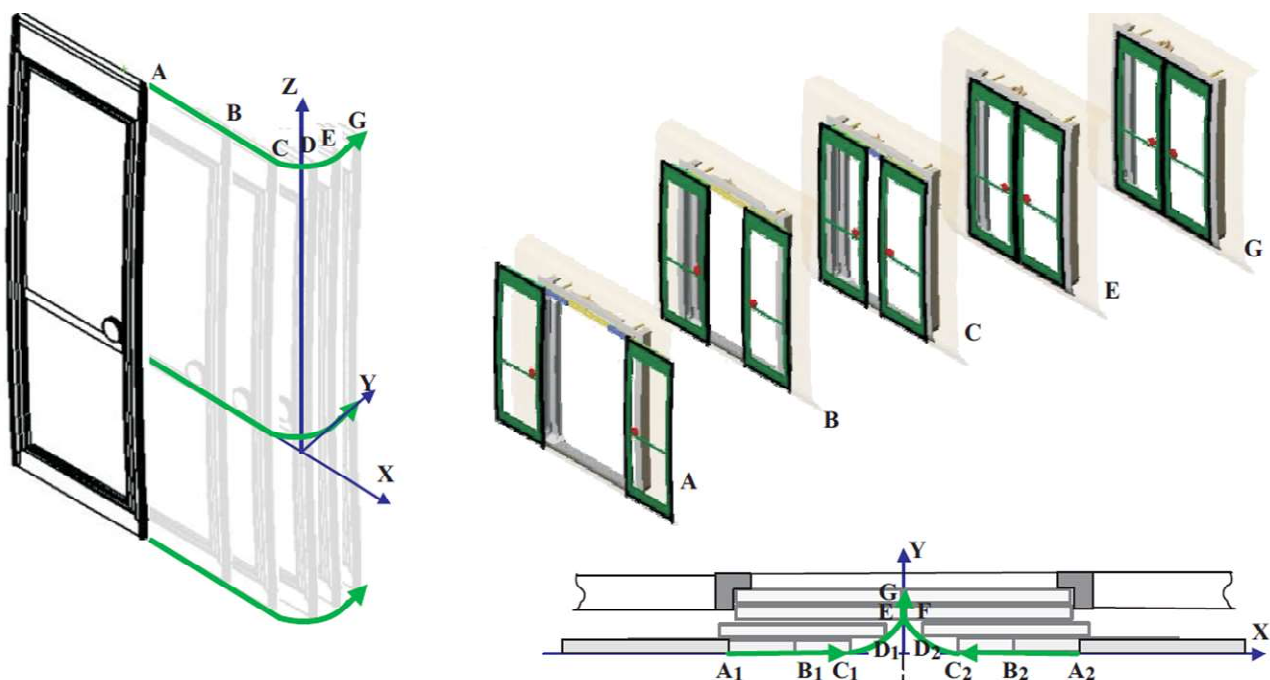


Figure 1

- De A à C : étape de coulissement ; les vantaux coulisent parallèlement à la voiture et l'écartement passe de 1300mm à 200mm.
- De C à E : étape de louvoisement ; les vantaux continuent de se rapprocher jusqu'au contact et rentrent dans l'ouverture de la porte pour ne plus dépasser à l'extérieur.
- De E à G : étape de verrouillage ; les vantaux se déplacent légèrement pour comprimer les joints d'étanchéité et se verrouillent.

Le système est principalement constitué des composants identifiés sur la figure 2. La poutre de fermeture est guidée dans son mouvement de translation suivant l'axe $\bar{y}$ par les deux boîtes à galets implantées sur la voiture.

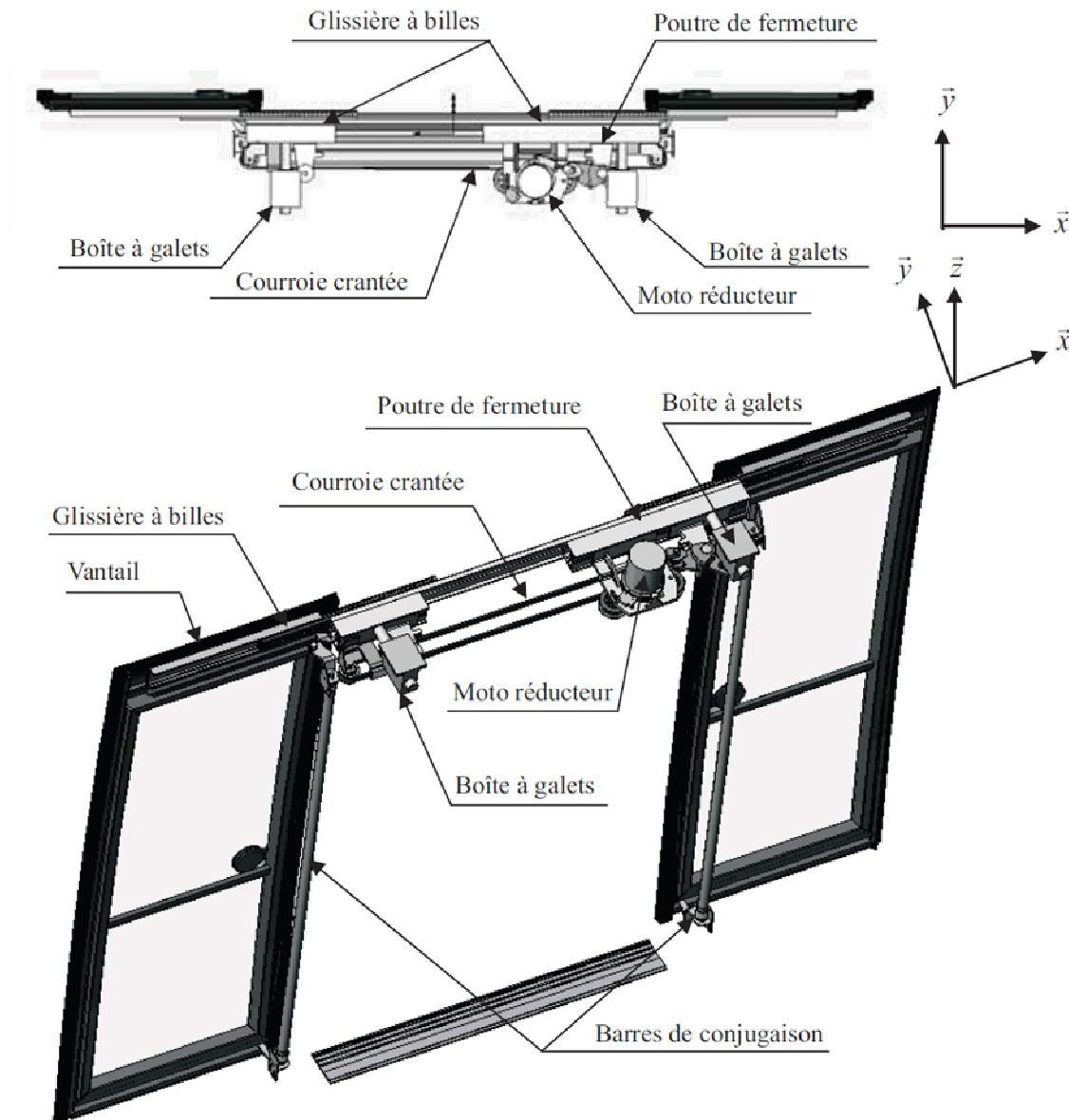


Figure 2

Elle supporte le mécanisme d'entraînement constitué d'un actionneur unique, d'un motoréducteur, d'éléments de transmission et de la courroie crantée. Elle supporte également les glissières à billes qui assurent le guidage en translation des vantaux lorsqu'ils sont entraînés par la courroie.

La modélisation du système retenue est donnée sur le schéma de la figure 3. Cette modélisation permet d'appréhender la fonction des éléments de transmission tels que la barre de conjugaison, la bielle de verrouillage ou le basculeur. La modélisation fait apparaître également les différentes liaisons du rotor et du stator du motoréducteur.

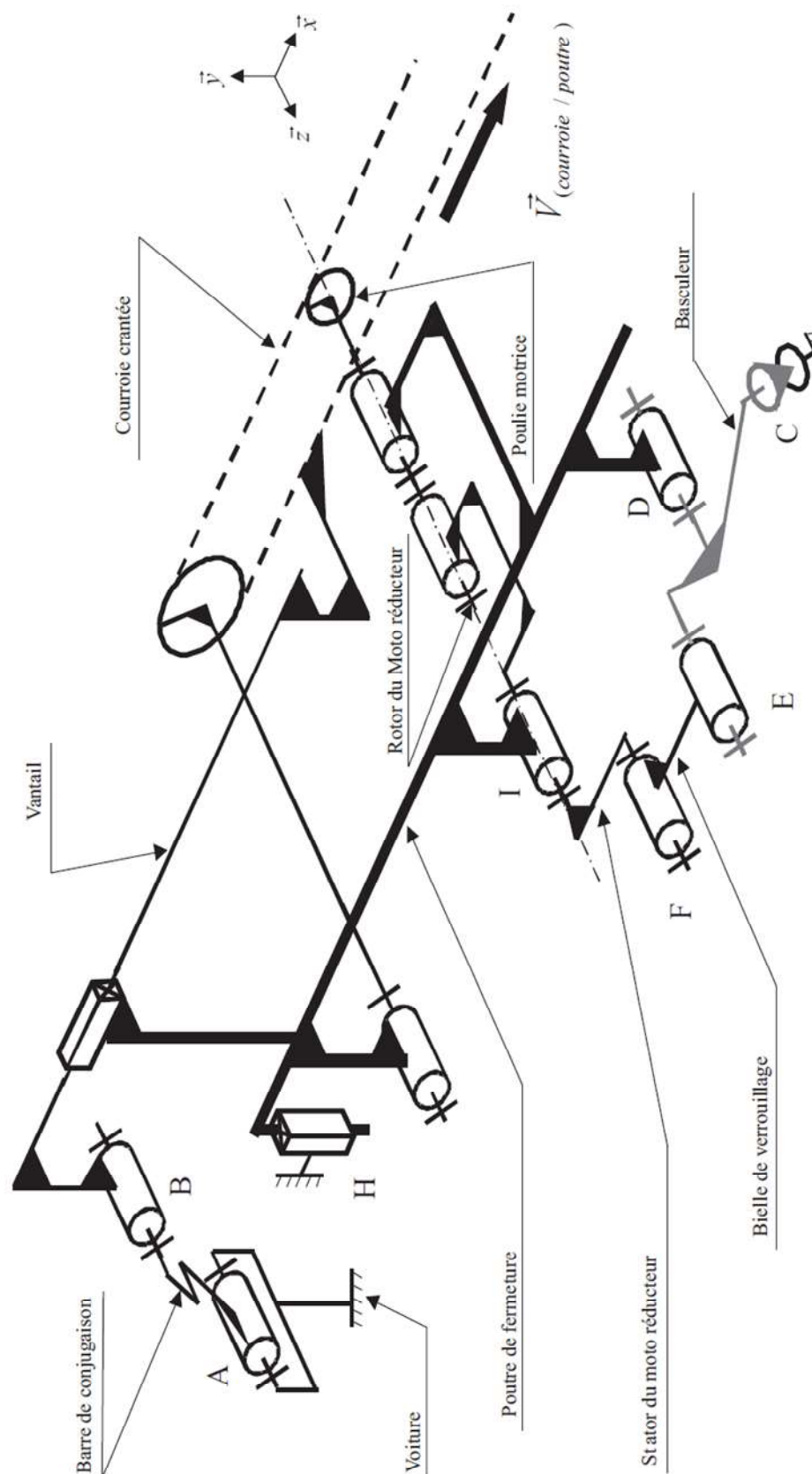


Figure 3

Pendant l'étape de coulissement (figure 4), la poutre de fermeture est immobile par rapport à la voiture. Le motoréducteur entraîne la courroie crantée qui elle-même entraîne les vantaux.

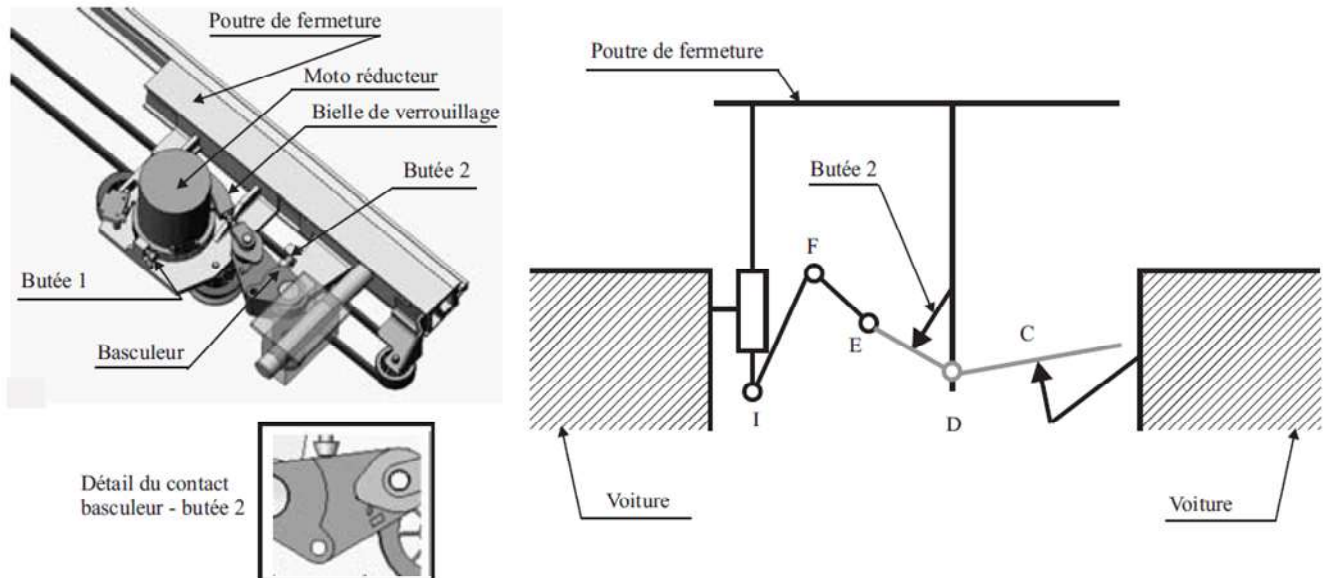


Figure 4

Pendant cette étape, le galet installé à l'extrémité supérieure de la barre de conjugaison (figure 5) roule dans la rainure du vantail.

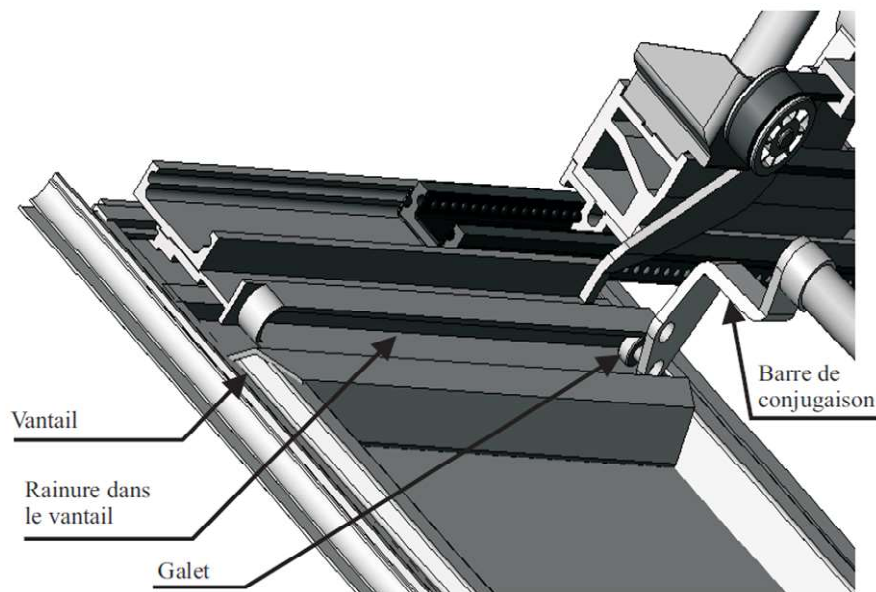


Figure 5

L'étape de louvoiemment (figure 6) commence lorsque le galet arrive en butée à l'extrémité de la rainure. Pendant cette étape, les vantaux continuent de se rapprocher et le galet entraîne en rotation la barre de conjugaison qui elle-même entraîne la translation de la poutre de fermeture.

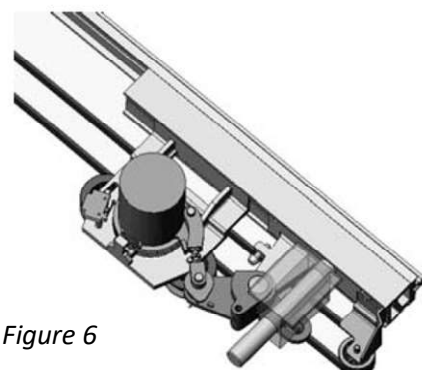


Figure 6

La translation de la poutre de fermeture suivant la direction $\vec{y}$ provoque la rotation du basculeur EDC (en liaison pivot d'axe $(D, \vec{z})$ avec la poutre de fermeture), par l'intermédiaire d'une liaison ponctuelle (ou sphère-

plan) entre la voiture et le basculeur au point C. Le basculeur, par l'intermédiaire de la bielle de verrouillage EF va libérer le « stator » du motoréducteur en liaison pivot d'axe $(I, \vec{z})$ avec la poutre de fermeture. Ainsi, pendant cette étape, la poulie motrice et le « stator » IF du motoréducteur tournent par rapport à la poutre de fermeture.

Pendant l'étape de verrouillage (de E à G), le mouvement de rotation du « stator » va permettre le verrouillage de la porte. La figure 7 montre le système pendant cette étape et le schéma du système verrouillé.

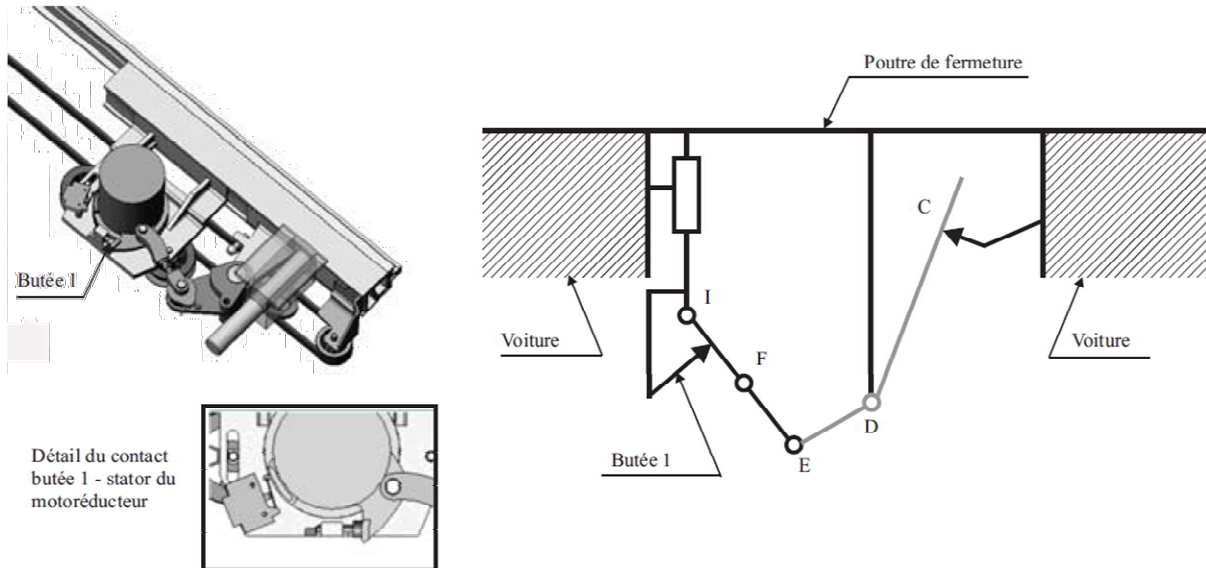


Figure 7

Étude de l'étape de coulissement des vantaux

La figure 8 est une photo du dispositif d'entraînement de la courroie crantée sur laquelle les vantaux sont fixés pour être entraînés.

Q.1. Compléter le schéma du document réponse 1 en proposant des modèles de liaisons entre les vantaux 1 et 2 et la courroie crantée et dans les zones Z1 et Z2 entre les vantaux 1 et 2 et la poutre de fermeture.

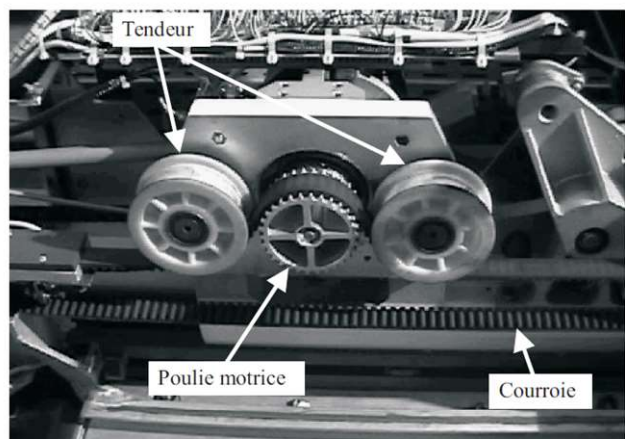


Figure 8

Étude de la poutre de fermeture

Les vantaux doivent avoir un mouvement de translation de direction $\vec{y}$ par rapport à la voiture (figure 1). Ce mouvement est assuré par le guidage de la poutre de fermeture grâce à deux boîtes à galets placées aux points H et J de la figure 9 qui donne le modèle retenu pour chacune d'elles.

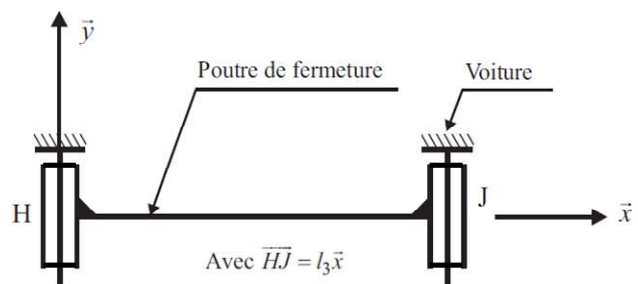


Figure 9

Q.2. Proposer une liaison élémentaire cinématiquement équivalente à ces deux liaisons.

Q.3. Pour réduire le degré d'hyperstatisme, les ingénieurs ont modifié la liaison en J par une liaison ponctuelle en J de normale $\vec{z}$, vérifier que la liaison élémentaire cinématiquement équivalente reste la même.

Document réponse 1

