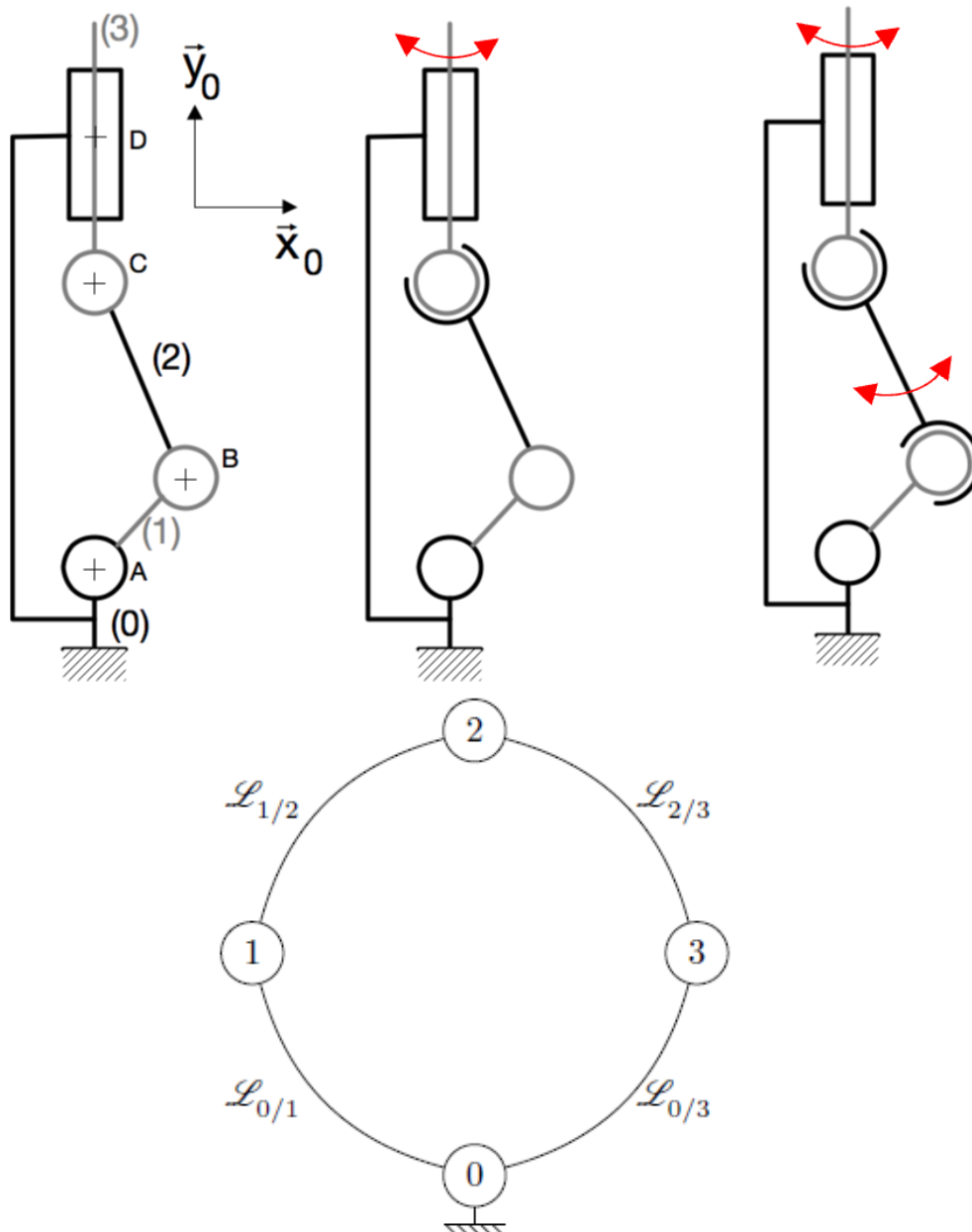


TD 1

Système bielle/manivelle – Simulateur de moto – Fourche de moto

Exercice 1 : Système bielle/manivelle



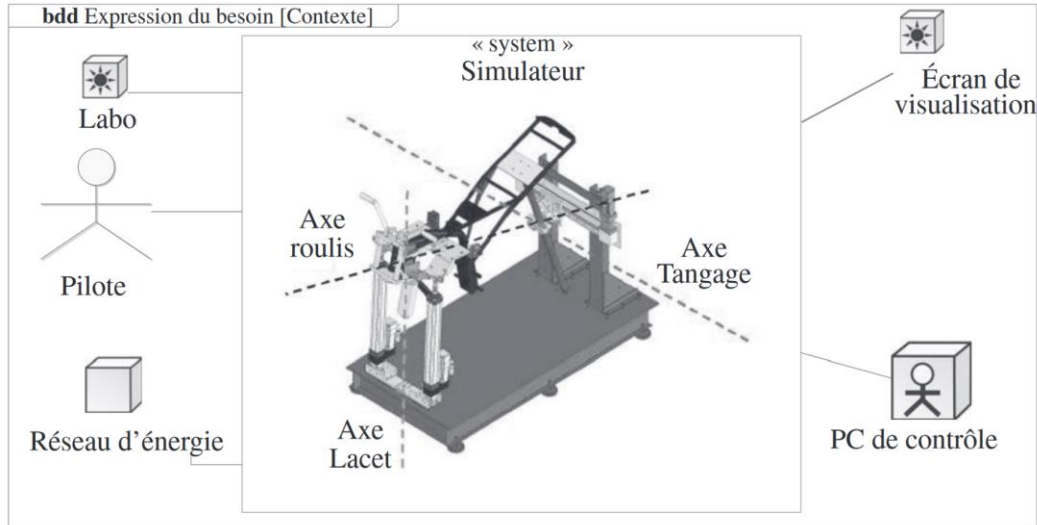
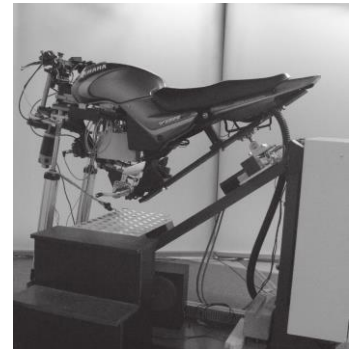
Q1 : Pour chacun des systèmes bielle-manivelle proposés ci-dessous, déterminer leur degré d'hyperstatisme et les éventuelles contraintes géométriques associées.

Exercice 2 : Simulateur de moto



Les usagers de deux-roues motorisés sont soumis à un risque accru d'accidents en comparaison aux autres catégories d'utilisateurs. Dans le but de réduire ce risque, la simulation de conduite offre une nouvelle opportunité pour appréhender le comportement des conducteurs dans un cadre sécuritaire et constitue un outil alternatif pour la formation à la conduite.

L'objectif de la simulation de conduite est de stimuler le conducteur afin de donner l'illusion d'une conduite sur un véhicule réel. Cette illusion est un phénomène complexe qui met en jeu les capteurs proprioceptifs de l'être humain, notamment ceux des systèmes visuels, somesthésiques (relatif à la sensibilité) et vestibulaires.



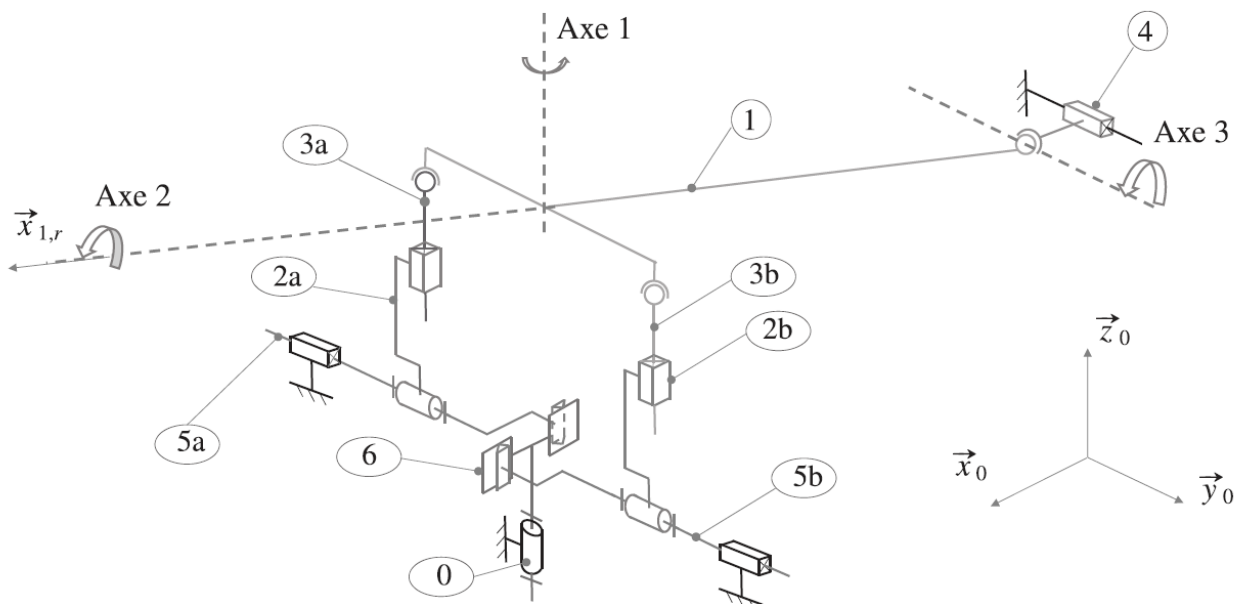
Afin de restituer les sensations de mouvement aux utilisateurs du simulateur, trois degrés de liberté ont été privilégiés :

- Le roulis, c'est le mouvement le plus important dans la dynamique de la moto. Ce degré de liberté est essentiel à la stabilisation et au guidage du véhicule. Il intervient surtout dans la simulation de manœuvres de prise de virages, de slalom et de changement de voie.

- Le tangage, ce mouvement est utilisé pour restituer une partie de l'accélération longitudinale ressentie lors des phases d'accélération et de freinage, celui-ci étant accompagné d'un mouvement de plongée de la fourche.
- Le lacet, ce mouvement a été sélectionné spécifiquement pour reproduire le dérapage de la roue arrière de la moto comme dans le cas de situations classiques de danger.

La cinématique du simulateur est illustrée par le schéma de la figure suivante.

Le repère (0) est associé au bâti. Le repère (1) est associé à la plateforme mobile. On désigne par (2a) et (2b) les corps des vérins, (3a) et (3b) les tiges des vérins. Le chariot mobile sera noté (4). Un actionneur entraîne le mouvement de la glissière entre 0 et 4. La « liaison de symétrie » est composée des pièces (5a), (5b) et (6).



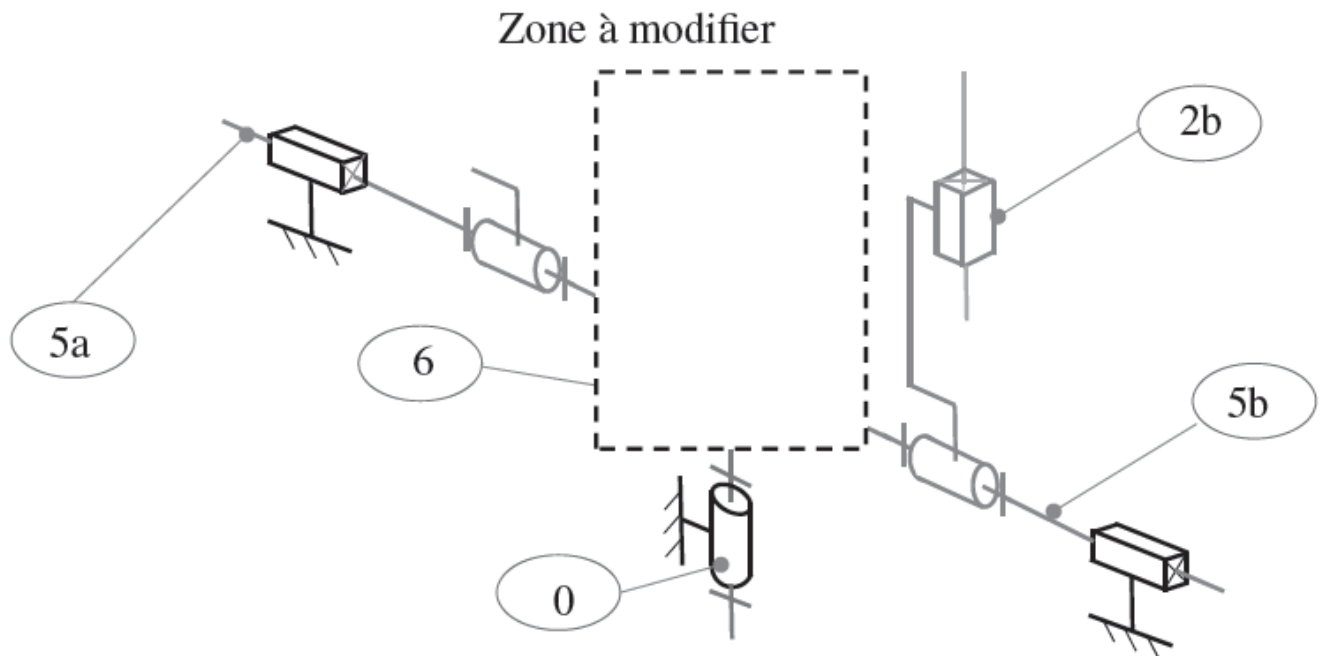
Q1 : Quels axes correspondent respectivement aux mouvements de roulis, de lacet et de tangage ? Compléter dans le tableau ci-dessous, la relation entre le déplacement des actionneurs et les rotations des axes 1, 2 et 3 : indiquer le sens de déplacement des actionneurs pour obtenir un mouvement dans le sens direct. Vous noterez X dans la case de l'actionneur si celui-ci n'est pas sollicité, + pour une sortie de tige du vérin et - pour une rentrée de tige du vérin.

Mouvement	axe	verin (2 _a 3 _a)	verin (2 _b 3 _b)	chariot mobile
Lacet	1	X	X	-
Tangage				
Roulis				

Q2 : Démontrer que le degré d'hyperstatisme total du système est égal à 2. Veiller à préciser la formule utilisée et à détailler le calcul de chacun des termes.

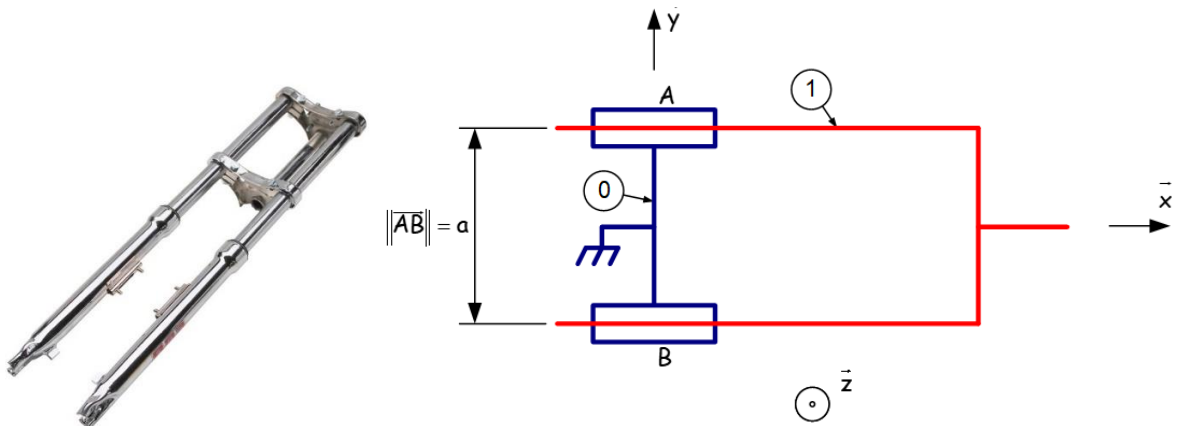
Afin d'éviter les efforts parasites induits par l'hyperstatisme, on souhaite définir en phase de conception un modèle isostatique du système. Il apparaît que l'hyperstatisme du premier modèle est lié à la conception de la « liaison de symétrie » (liaison entre les pièces 5a, 5b et 6).

Q3 : Proposer, sur le schéma cinématique ci-dessous, une modification du modèle du dispositif « liaison de symétrie » permettant de rendre le modèle isostatique. La solution proposée ne devra modifier ni la mobilité ni le nombre de pièces du mécanisme.



Exercice 3 : Fourche de moto

La conception d'une fourche de moto met en évidence la difficulté à fabriquer une liaison glissière hyperstatique.



A. Etude préliminaire

Q1 : Faire le graphe des liaisons du mécanisme. Les deux liaisons sont-elles en série ou en parallèle ?

Q2 : Indiquer intuitivement quelle est la liaison équivalente.

B. Analyse statique de l'hyperstatisme

Q3 : Justifier par une analyse statique rigoureuse la nature de la liaison équivalente.

Q4 : Appliquer les formules de mobilité (approche statique) pour trouver le degré d'hyperstatisme du mécanisme.

Q5 : Déterminer par une analyse statique rigoureuse (PFS), I_s , E_s , r , h et m en faisant intervenir le torseur des AM extérieures.

On posera sous une forme très générale $\{T_{ext \rightarrow 1}\} = \begin{Bmatrix} X_m - X_R & L_{ext} \\ Y_{ext} & M_{ext} \\ Z_{ext} & N_{ext} \end{Bmatrix}_{(A, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})}$

Q6 : Quelles sont les inconnues hyperstatiques ?

C. Analyse cinématique de l'hyperstatisme

Q7 : Justifier par une analyse cinématique rigoureuse la nature de la liaison équivalente.

Q8 : Appliquer les formules de mobilité (approche cinématique) pour trouver le degré d'hyperstatisme du mécanisme.

Q9 : Déterminer par une analyse cinématique rigoureuse, I_c , E_c , r , h et m .

D. Analyse géométrique de l'hyperstatisme

Q10 : Expliciter la correspondance entre les inconnues hyperstatiques et les conditions géométriques que cela imposera en phase de fabrication.