

Centre d'intérêt 1

Théorie des mécanismes

PSI : Lycée Rabelais



Pré-requis

Torseurs cinématique et des actions mécaniques transmissibles dans les liaisons

~ Cours sur la théorie des mécanismes

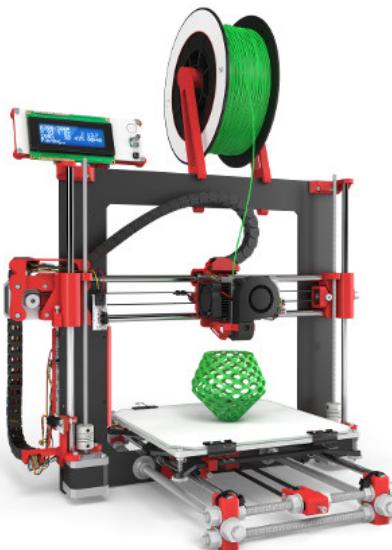


Objectifs

Savoir calculer un degré d'hyperstatisme

~ Savoir mettre en évidence des contraintes géométriques de montage

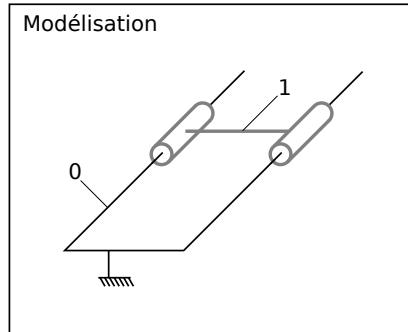
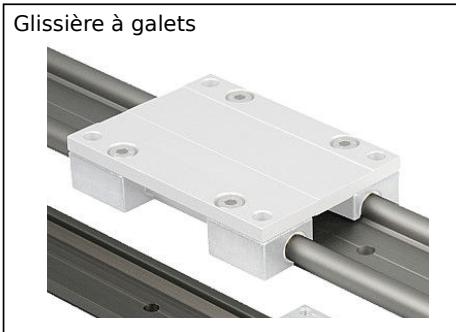
1 Réalisation d'une liaison glissière pour une imprimante 3D ★★



Dans le cadre de la conception d'une imprimante 3D, on envisage différentes solutions technologiques pour la réalisation des liaisons glissières. Ces liaisons occupent une place importante dans la machine 3D puisqu'elles permettent de positionner la buse. Afin d'obtenir la meilleure qualité possible sur la pièce finale, les liaisons doivent permettre un positionnement précis. On souhaite comparer plusieurs technologies de glissières disponibles sur le marché.

1.1 Liaison glissière à patins

La première technologie envisagée est basée sur l'utilisation de patins. Le chariot (noté 1) est en liaison avec le bâti (noté 0) via deux liaisons pivots glissants.



Question 1. Déterminer le degré d'hyperstatisme de cette solution technologique.

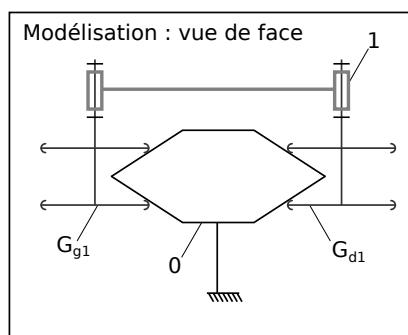
Question 2. Quelle est la conséquence de ce degré d'hyperstatisme ?

Question 3. Quelles contraintes géométriques de fabrication impose ce montage ?

Question 4. Est-il possible, en modifiant une des liaisons, de se ramener à un mécanisme isostatique ?

1.2 Liaison glissière à galets

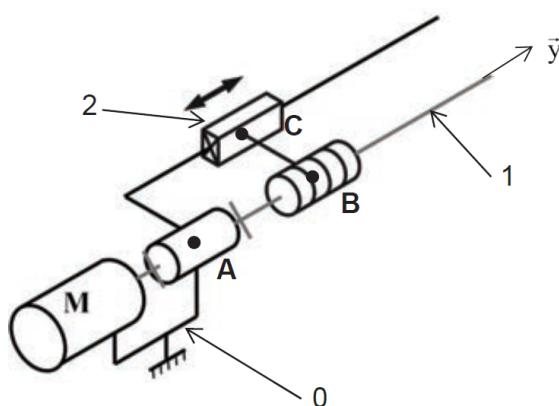
La seconde technologie est basée sur l'utilisation de galets. On s'intéresse ici à un système à 4 galets. D'une part, chacun des galets (notés G_{d1} , G_{d2} , G_{g1} et G_{g2}) est en liaison pivot avec le chariot (noté 1). D'autre part, chaque galet présente deux liaisons ponctuelles avec le rail.



Question 5. Déterminer le degré d'hyperstatisme de cette solution technologique.

2 Système vis-écrou ★

On se propose d'étudier un module permettant la translation d'un coulisseau 2 muni d'une vis à billes. On peut garder l'hyperstaticité sous certaines conditions ou essayer de transformer le modèle pour le rendre isostatique. Le schéma cinématique est donné ci-dessous.



Question 1. Donner le graphe des liaisons du mécanisme constitué des solides 0, 1, 2. Nommer et caractériser toutes les liaisons.

Question 2. Écrire le torseur des actions transmissibles pour chacune des liaisons. On note p le pas de la vis à billes. On notera les torseurs en respectant la notation "en colonne".

Donner pour le torseur $T\{1 \rightarrow 2\}$, la relation liant M_{12} à Y_{12} et p .

Question 3. Donner l'expression du degré d'hyperstaticité h du mécanisme en fonction de m , Es et Is respectivement le degré de mobilité du mécanisme, le nombre d'équations à résoudre et le nombre d'inconnues de liaisons. Faire l'application numérique.

Question 4. Conclure sur la nature des contraintes à mettre en place si le modèle n'est pas modifié. Préciser en un mot la principale qualité d'un système hyperstatique et son principal défaut.

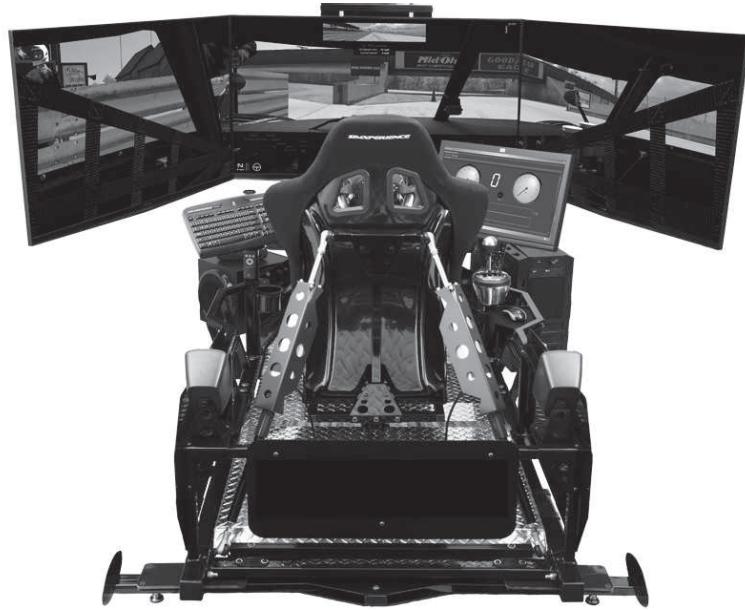
Question 5. Proposer l'ajout d'une ou deux liaisons supplémentaires permettant de lever l'hyperstatisme. Faire un schéma cinématique. Nommer et situer cette ou ces liaisons.

3 Simulateur de conduite ★

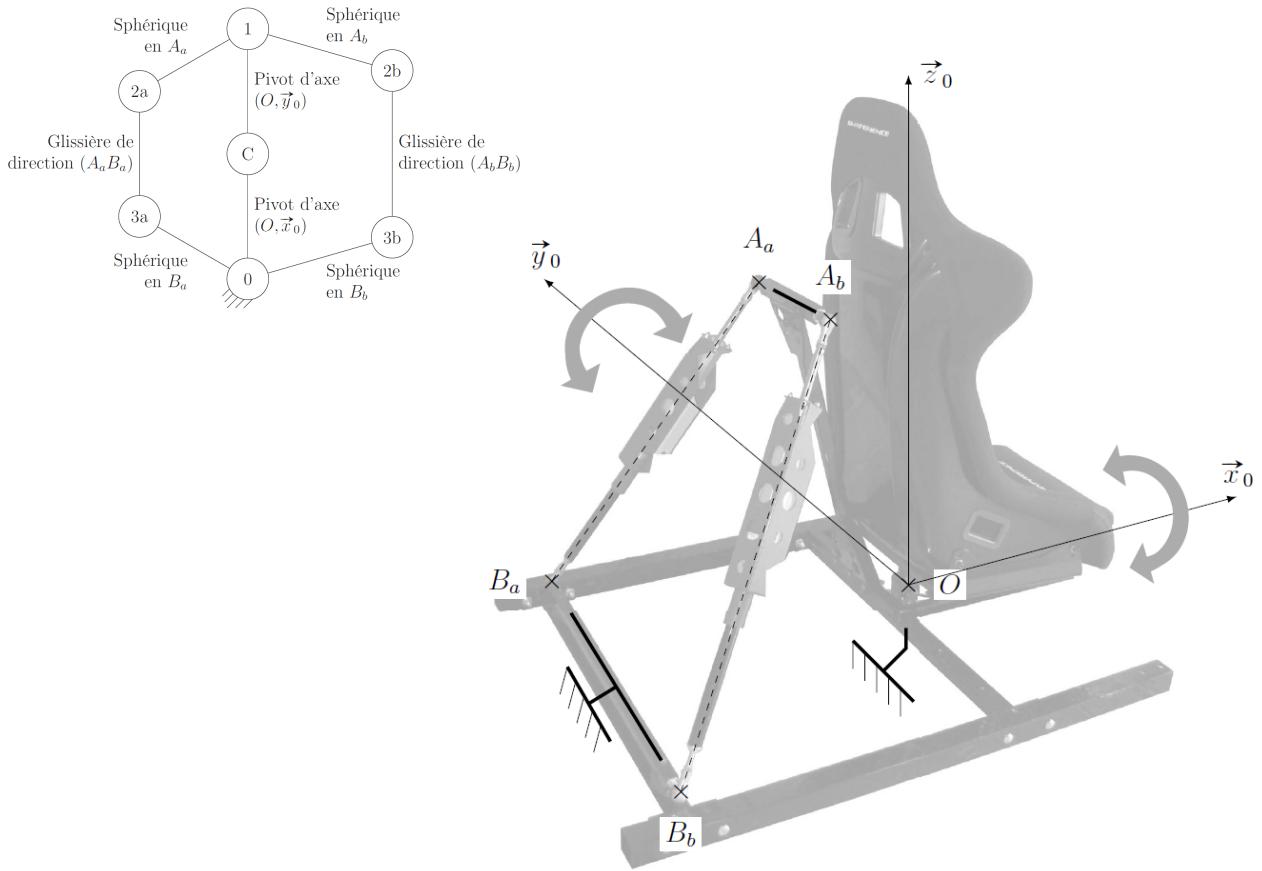
Un simulateur est un dispositif dont la fonction principale est de reproduire le plus fidèlement possible le comportement d'un système de référence (réel). Par rapport à la conduite sur route, les simulateurs de conduite offrent trois avantages majeurs :

- ils présentent un environnement sans danger pour le conducteur (par exemple pour tester des accidents virtuels) ;
- une même expérience peut être répétée aussi souvent que nécessaire dans des conditions identiques ;
- ils permettent une économie considérable.

Le simulateur étudié dans ce sujet est un simulateur de course automobile à deux degrés de liberté utilisé par des particuliers dans le domaine du loisir (voir figure ci-dessous).



La cinématique retenue pour le simulateur est basée sur une structure articulée permettant deux degrés de liberté par l'intermédiaire de deux vérins linéaires asservis. On désigne par (3a) et (3b) les corps des vérins en liaison sphérique avec le châssis noté (0), (2a) et (2b) les tiges des vérins en liaison sphérique avec le siège noté (1), lui-même en liaison avec le châssis. Les tiges des vérins sont en liaison glissière avec les corps des vérins. La liaison entre le siège et le châssis est réalisée par un joint de cardan (C) qui autorise deux rotations (selon les axes (O, \vec{x}_0) et (O, \vec{y}_0)).



Le graphe des liaisons (figure ci-dessus) synthétise les modèles de liaisons utilisés pour cette structure. Ce graphe fait référence aux points et axes définis sur l'épure du schéma cinématique donné également.

Question 1. À l'aide du graphe des liaisons, compléter le schéma cinématique en perspective donné ci-dessus en respectant les axes et points proposés.

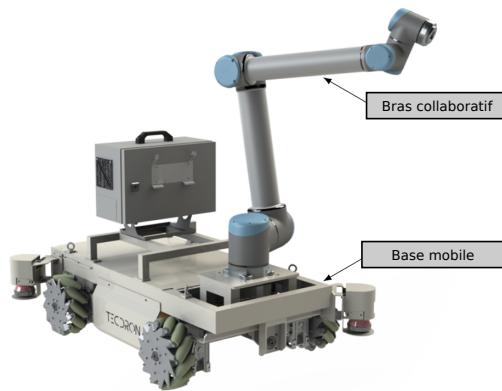
Question 2. Lorsque les vérins sont à mi-course, l'assise du siège est horizontale. Renseigner dans le tableau ci-dessous, par un signe "+" (une tige de vérin sort) ou un signe "-" (une tige de vérin rentre), le comportement des vérins a et b pour obtenir un mouvement de tangage dans le sens direct ou un mouvement de roulis dans le sens direct. Le vérin a est le vérin situé à l'arrière gauche du conducteur.

Mouvement du siège	Déplacement vérin a	Déplacement vérin b
Tangage (sens direct) : rotation autour de (O, \vec{y}_0)
Roulis (sens direct) : rotation autour de (O, \vec{x}_0)

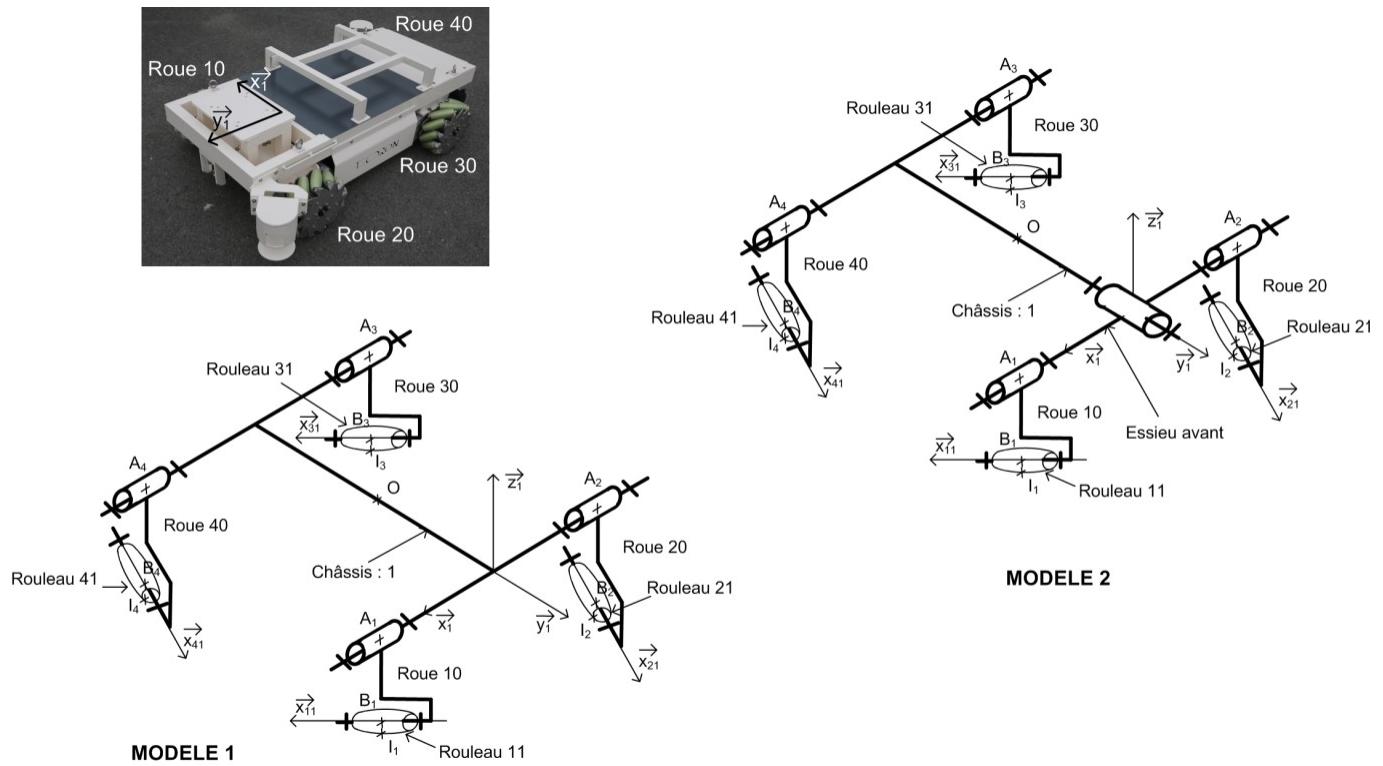
Question 3. Déterminer le degré d'hyperstatisme du modèle ainsi proposé en précisant bien les mobilités utiles et internes. Indiquer l'intérêt d'une telle modélisation vis-à-vis de la détermination des efforts dans le système. Préciser un autre intérêt de ce degré d'hyperstatisme.

4 Robot collaboratif Tecdrone ★

L'entreprise Tecdrone propose une base mobile capable de recevoir différents types de bras robotisés mais aussi de se déplacer de manière autonome dans un environnement industriel complexe composé de robots et d'humains.



Les mouvements possibles de la base mobile par rapport au sol sont deux translations et une rotation. Chaque roue est équipée de sa propre motorisation. Deux modélisations de la base mobile sont fournies sous la forme de schémas cinématiques. Sur ces modèles, pour chaque roue, seul le rouleau en contact avec le sol est représenté. Bien entendu, s'il y a rotation des roues, un nouveau rouleau entre en contact avec le sol. Toutes les liaisons sont considérées comme parfaites, donc sans jeu et sans adhérence, avec des géométries de contact géométriquement parfaites. Tous les rouleaux représentés sont considérés en contact avec le sol avec un contact ponctuel.



Question 1. Dans ces hypothèses et en s'appuyant sur des graphes des liaisons, déterminer les degrés d'hyperstatisme des modèles 1 et 2.

Question 2. Justifier la solution adoptée par le constructeur, correspondant au modèle 2, compte-tenu de l'exigence 3 qui stipule : "un modèle isostatique base/sol doit pouvoir être associé à la structure choisie".

5 Mécanisme fictif ★★★★★

Voici un mécanisme purement fictif issu de l'esprit machiavélique de votre professeur.

Déterminer son degré d'hyperstatisme.

