

# Mécanismes, cinématique, statique

Le sujet est composé de deux exercices et d'un petit devoir.

## Exercice 1 - Liaisons équivalentes

Corrigé page 6

Soit les différentes associations de liaisons de la figure 1.

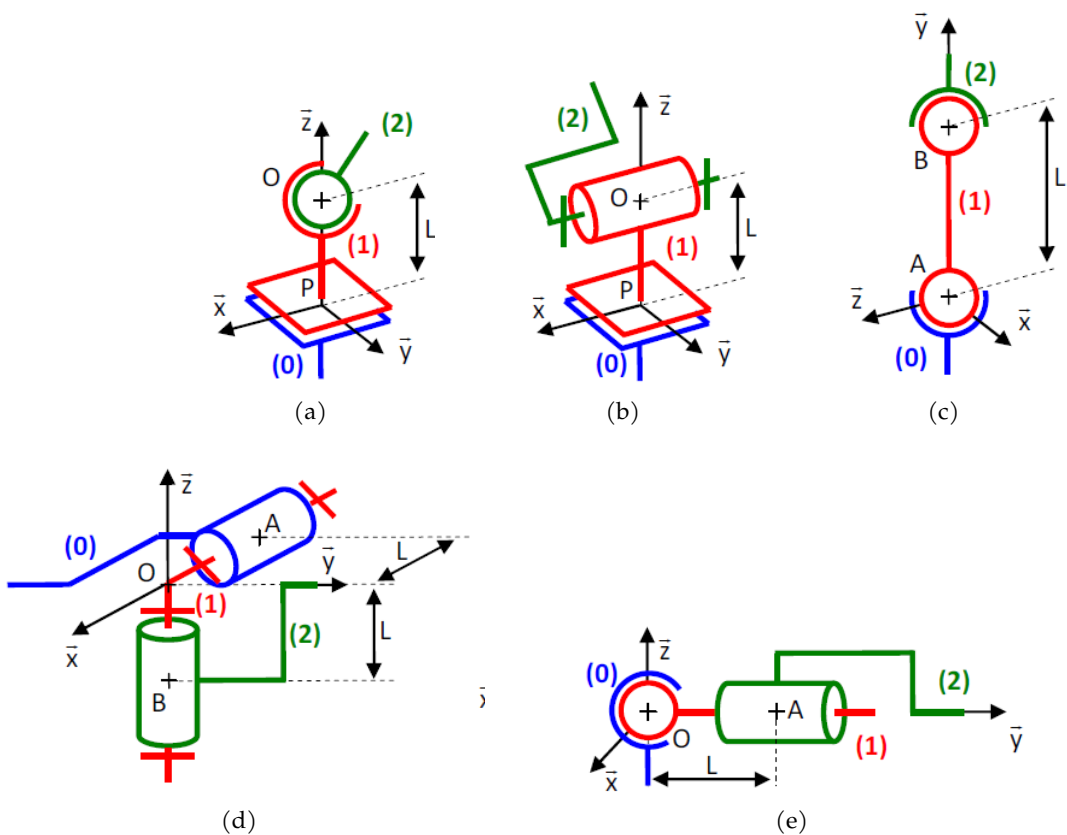


FIGURE 1 – Association de liaisons

Q1. Pour chacune des associations de la figure 1 donner, si possible sans calculs :

- le nom de la liaisons équivalente entre le solide (2) et le solide (0),
- le torseur cinématique de cette liaison.
- Préciser si cette association est isostatique et/ou possède des mobilités internes.

**A. Données**

Le robot Skypod dispose de deux roues motrices et deux roues omnidirectionnelles réparties de façon symétrique (figures 2a et 2b) pour effectuer ses déplacements horizontaux et accéder aux stations de préparation de commandes.

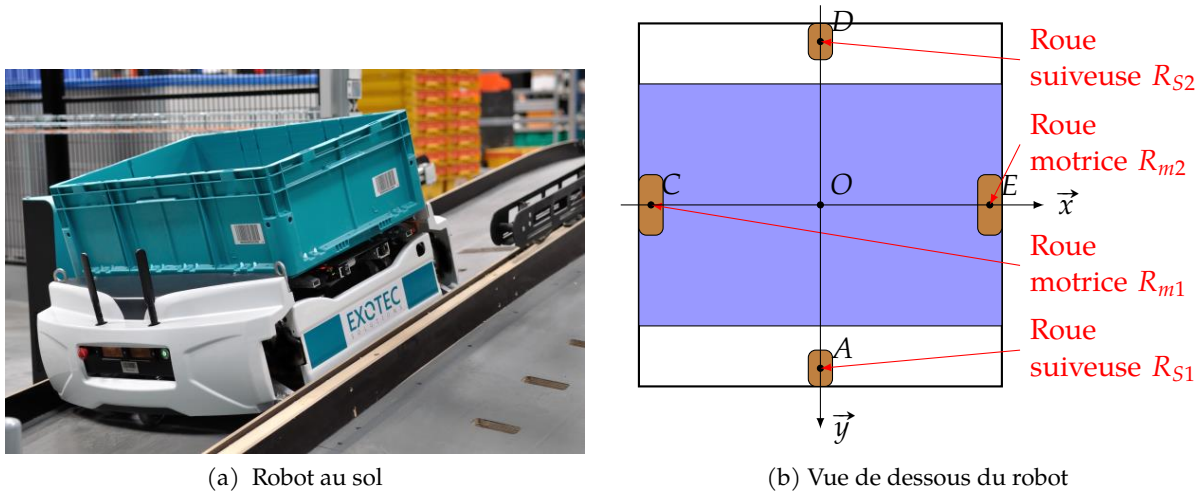


FIGURE 2 – Robot Skypod

Le support de roues embarquant la charge totale c'est-à-dire le poids du robot lui-même, le poids du bac ainsi que le poids du chargement, est constitué de trois éléments (1, 2 et 3) comme le montre la figure 3. La solution retenue doit permettre d'assurer l'appui au sol (0) des quatre roues quelle que soit la situation.

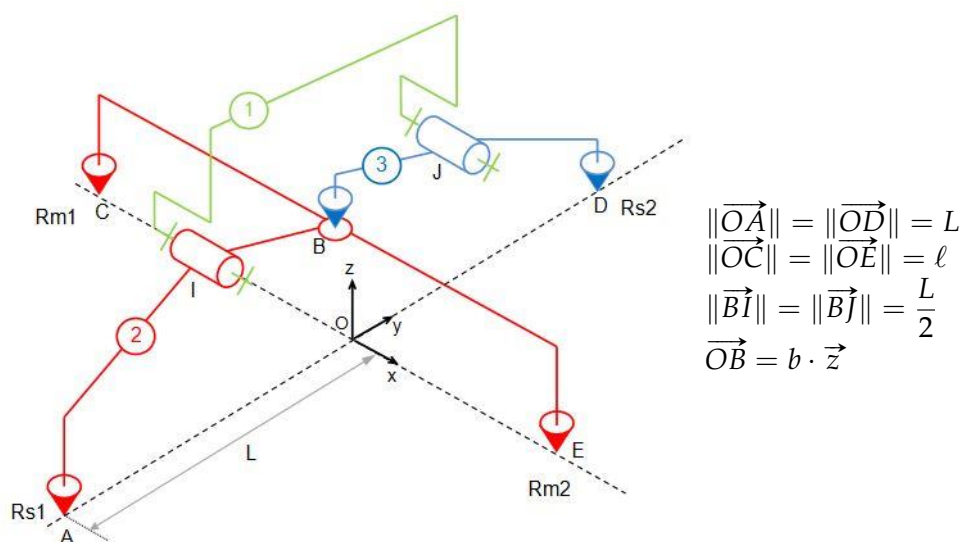


FIGURE 3 – Schéma cinématique du robot Skypod

**B. Modélisation cinématique**

- Q1. Tracer le graphe de structure du mécanisme {0,1,2,3} en précisant les liaisons.
- Q2. Préciser le nombre d'inconnues cinématiques et le nombre d'inconnues d'action de liaisons.

- Q3.** Sans écrire les différentes équations d'une étude cinématique, que peut-on dire du degré de mobilité  $m$  ce mécanisme? Préciser les degrés de libertés.
- Q4.** Déterminer par la méthode de votre choix, la liaison équivalente entre le solide (2) et le sol (0).

### C. Détermination des actions de liaison

On se propose maintenant de vérifier que les quatre roues supportent une partie de la charge et qu'il est possible de déterminer les différentes actions de liaisons.

On note  $G$  le centre d'inertie de la charge transportée et du chariot (solide (1)) de masse  $M$ , avec  $\vec{OG} = X_G \cdot \vec{x} + Y_G \cdot \vec{y} + Z_G \cdot \vec{z}$ .

On considère que le chariot est posé immobile sur un sol (0) horizontal.

- Q5.** Compléter le graphe de structure en plaçant les actions mécaniques.
- Q6.** Est-il a-priori possible de déterminer toutes les actions de liaisons?
- Q7.** On isole dans un premier temps l'ensemble  $\Sigma_1 = \{1, 2, 3\}$ . Écrire l'équation du PFS. Peut-on déterminer complètement les actions du sol sur les roues.
- Q8.** On considère maintenant le solide (3), écrire les équations de l'équilibre.
- Q9.** Justifier qu'il suffit d'isoler (1) pour obtenir les 6 dernières équations d'équilibre. Écrire les équations de l'équilibre
- Q10.** Terminer, si cela est possible, la détermination des actions de liaison. Conclure sur le degré hyperstaticité  $h$ .
- Q11.** En déduire le degré de mobilité  $m$  du mécanisme complet et valider ou non votre résultat de la question Q3.
- Q12.** Quel est alors la liaison équivalente entre le solide (1) et le sol (0)? Quelle est l'utilité de la roue en  $D$ ?

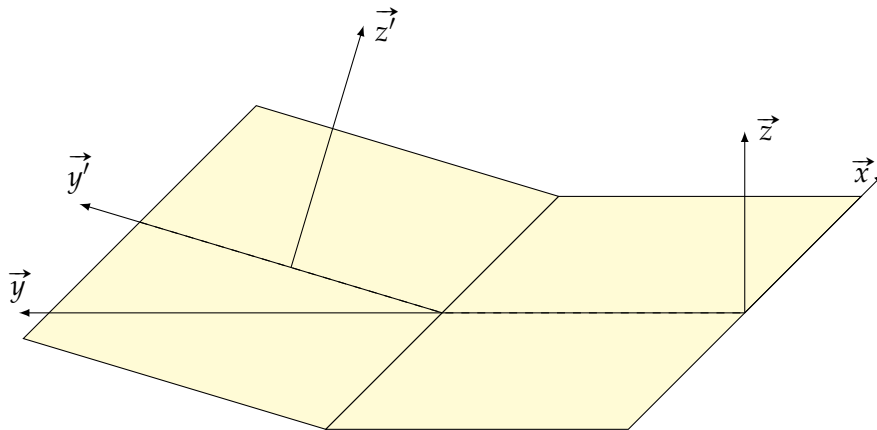


FIGURE 4 – Rampe de chargement

Pour atteindre les postes de chargement et déchargement, le robot Spyddod doit monter et descendre une rampe (figure4).

- Q13.** Le robot est-il toujours en contact sur ses quatre roues pendant la montée? Justifiez.

**A. Présentation**

Une machine à mesure tridimensionnelle (MMT) est une machine capable de relever les dimensions d'une pièce.

Un palpeur se déplace (manuellement, de manière motorisée ou automatiquement sur les MMT à commande numérique) grâce à trois glissières (parfaites... pas de jeu, pas de frottements) de directions orthogonales et vient au contact des surfaces réelles.

Lors de chaque accostage, le calculateur mémorise les coordonnées X, Y et Z du centre de la sphère de palpation.

Les points palpés permettent de déterminer une image de la surface réelle.

A partir des coordonnées saisies, le logiciel de traitement des données va reconstituer la forme de la pièce et comparer les dimensions relevées aux dimensions imposées par le cahier des charges (le dessin coté de la pièce).

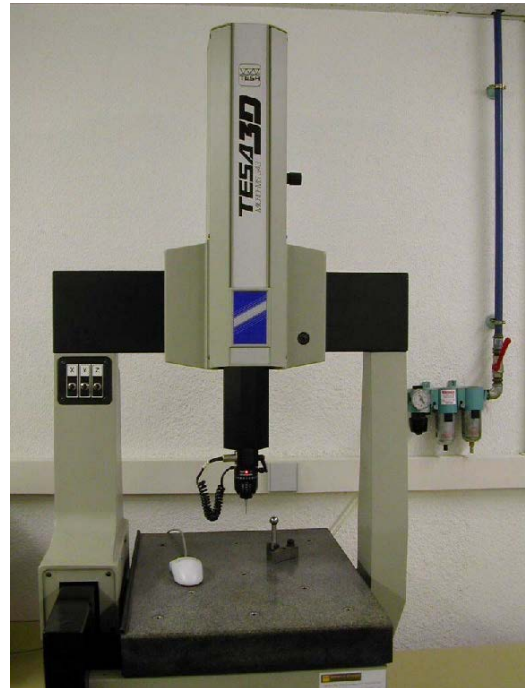


FIGURE 5 – Machine à mesurer

**B. Palpeur à déclenchement**

Le palpeur est dans la chaîne de mesure de la MMT le constituant qui va déclencher l'enregistrement de la position du point de mesure.

Nous allons nous intéresser ici, à la tête de mesure à déclenchement « Renishaw » (figure 6).

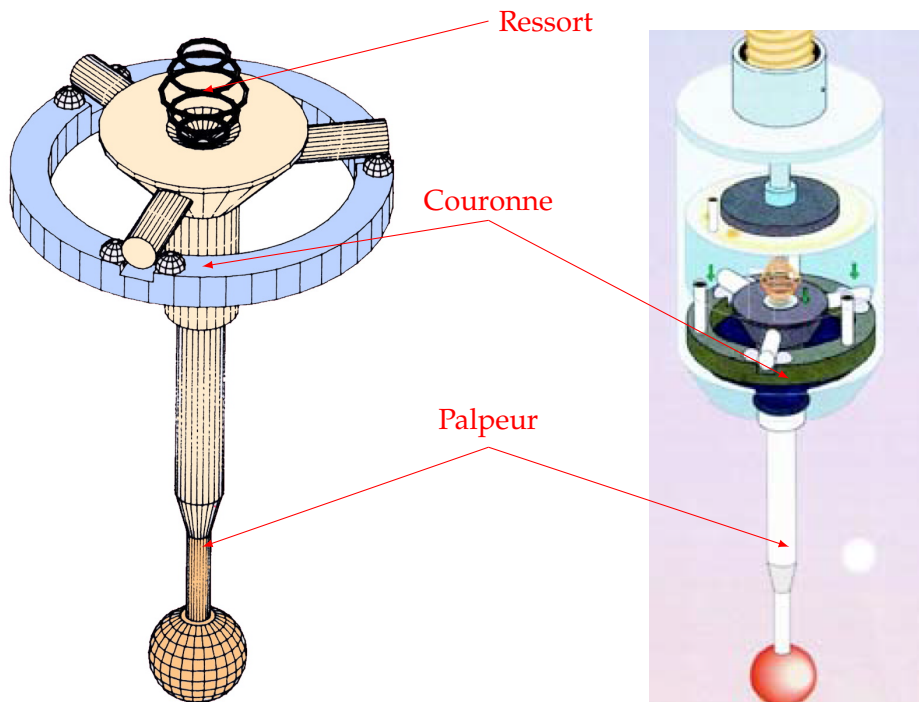


FIGURE 6 – Tête de palpation Renishaw

La tête de palpation est constituée d'un palpeur, d'une couronne et d'un ressort.

Le palpeur est positionné sur la couronne par l'intermédiaire de 3 bras à  $120^\circ$  qui appuient chacun sur deux portées sphériques.

À l'extrémité de la tige du palpeur est montée une sphère en rubis qui vient en contact avec la pièce à mesurer.

Un ressort assure le maintien du contact entre le palpeur et la couronne.

La figure 7 précise la modélisation cinématique de la liaison entre le palpeur (noté 1 pour la suite) et la couronne (0).

Le modèle choisi pour le contact entre un bras du palpeur et la couronne est une liaison sphère-cylindre.

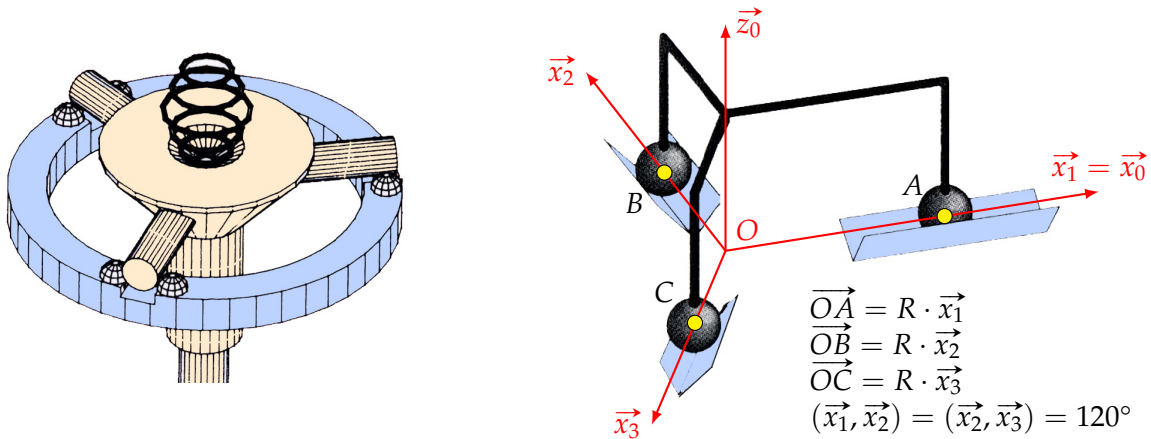


FIGURE 7 – Modélisation cinématique de la tête

**Q1.** Tracer le graphe de structure. Préciser les torseurs cinématique.

**Q2.** Par une étude cinématique déterminer la liaison équivalente entre le palpeur (1) et la couronne (0).

**Q3.** L'association de ces trois liaisons est-elle , mobile, immobile, isostatique ou hyperstatique ? Conclure.