



[30h+30h exercices] 5 crédits

Cette activité se déroule pendant le 2ème semestre

**Enseignant(s):** Jean-Claude Samin  
**Langue d'enseignement :** français  
**Niveau :** cours de 2ème cycle

### Objectifs (en terme de compétences)

Assurer aux étudiants une formation complémentaire en mécanique du rigide par le biais de l'étude (géométrie, cinématique et dynamique) de mécanismes articulés complexes.

Développer l'aptitude à concevoir, écrire et/ou utiliser des programmes permettant une modélisation automatique de systèmes mécaniques articulés (robots, véhicules, suspensions et autres mécanismes) en vue de leur analyse géométrique, cinématique et/ou dynamique.

### Objet de l'activité (principaux thèmes à aborder)

Définition et classification des systèmes mécaniques articulés (SMA). Spécification principales des logiciels polyvalents traitant de SMA.

Formalisme multicorps pour systèmes polyarticulés en chaînes (ex. robots) ou avec boucles cinématiques (ex. véhicules) : génération automatique des équations dynamiques et algorithmes d'intégration numérique (systèmes d'équations mixtes algébriques et différentielles (DAE)).

### Résumé : Contenu et Méthodes

1. Définition et classification des systèmes mécaniques articulés (SMA). Spécification principales des logiciels polyvalents de modélisation et d'analyse de SMA.
  2. Formalisme multicorps pour systèmes polyarticulés en chaînes (ex. robots) ou avec boucles cinématiques (ex. véhicules) : notion de grandeurs barycentriques, génération automatique des équations dynamiques avec multiplicateurs de Lagrange. Algorithme d'intégration numérique pour systèmes d'équations mixtes algébriques et différentielles (DAE) : méthode de relaxation des contraintes et méthode de "coordinate partitioning".
  3. Paramétrisation minimale de système articulés.
  4. Applications particulières : robots manipulateurs séries et parallèles, véhicules sur pneus, véhicules sur rails, SMA comportant des éléments flexibles.
  5. Robotique (manipulateurs séries industriels) :
    - modèles géométriques direct et inverse
    - modèles cinématiques direct et inverse
    - optimisation des modèles inverses pour robots redondants (utilisation de la pseudo-inverse).
- Dans le cadre des exercices, les étudiants sont invités à concevoir, rédiger et implémenter un programme dédié à une application spécifique au moyen du logiciel symbolique ROBOTRAN développé à l'UCL.

**Autres informations (Pré-requis, Evaluation, Support, ...)**

## Prérequis :

Aucun, sinon le cours de Physique-Mécanique de candidature - et des notions de base en programmation (MATLAB, C,...).

## Référence de base :

- P. Fisette et J.C. Samin : Symbolic Modelling of Multibody Systems, à paraître chez Klawer Academic Press.

## Références (conseillées) :

- Parviz E. Nikravesh, Computer-Aided Analysis of Mechanical Systems, Prentice Hall Inc., 1988.

- Haug, E.-J. : Computer Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems, Allyn and Bacon, Boston, 1989.

- B. Gorla et M. Renaud, Modèles des Robots Manipulateurs : Application à leur Commande, Cepadues éditions, 1984.

- E. Dombre et W. Khalil, Modélisation, Identification et Commande des Robots, Traité des Nouvelles Technologies : Série Robotique, Hermes, 2ème édition, 1999.

## Modalités d'organisation :

- Travaux pratiques : mini-projet à réaliser par groupes de deux étudiants. Le travail comporte l'utilisation d'un logiciel de modélisation de S.M.A. (i.e. Robotran).

- Examen : oral, en deux parties : questions de théorie (à livre ouvert) et questions en rapport avec le projet (théorie, hypothèse de modélisation, mise en oeuvre informatique).

Matière : Dynamique appliquée (module 31 cours à option).

**Autres crédits de l'activité dans les programmes**

<b>ELME23/M</b>	Troisième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil électro-mécanicien (mécatronique)	(5 crédits)
<b>MECA21</b>	Première année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil mécanicien	(5 crédits)
<b>MECA22</b>	Deuxième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil mécanicien	(5 crédits)
<b>MECA23</b>	Troisième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil mécanicien	(5 crédits)