


Au vu du contexte sanitaire lié à la propagation du coronavirus, les modalités d'organisation et d'évaluation des unités d'enseignement ont pu, dans différentes situations, être adaptées ; ces éventuelles nouvelles modalités ont été -ou seront- communiquées par les enseignant-es aux étudiant-es.

5 crédits	30.0 h + 30.0 h	Q1
-----------	-----------------	----

Enseignants	Fisette Paul ;
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Thèmes abordés	<p>Notions théoriques fondamentales en vue d'étudier la dynamique des véhicules. Pour les deux classes de véhicules envisagées (routier et ferroviaire) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bref historique et technologie (orientée dynamique) • Description et analyse des phénomènes et comportements dynamiques typiques - Modèles " macro " de véhicules : masses suspendues, non suspendues, ... • Modèles spécifiques liés au contact avec le sol (route et rail respectivement) • Mise en évidence par modèle des comportements dynamiques typiques et étude de sensibilité de paramètres <p>Dynamique de véhicules particuliers (routiers : les " 2 roues ", les attelages ; ferroviaires : métro pneu-rail, MagLev, ... ou de situations particulières (véhicules sur terrain meuble ou accidenté, véhicules à chenilles ...). Modélisation multiphysique de véhicules : applications à des cas précis (suivant les années) - ex. : les suspensions pneumatiques en ferroviaire - ex. : les suspensions hydrauliques en automobile - ex. : les suspensions semi-actives en automobile La dynamique vue par les industriels (domaines ferroviaire et automobile)</p>
Acquis d'apprentissage	<p>Eu égard au référentiel AA du programme « Master ingénieur civil mécaniciens », ce cours contribue au développement, à l'acquisition et à l'évaluation des acquis d'apprentissage suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • AA1.1, AA1.2, AA1.3 • AA2.1, AA2.2, AA2.3 • AA3.1, AA3.3 • AA4.1, AA4.2, AA4.3, AA4.4 • AA5.2, AA5.3, AA5.6 • AA6.3, AA6.4 <p>1</p> <p>Plus précisément, au terme du cours, l'étudiant sera capable de maîtriser les phénomènes cinématiques et dynamiques qui sont responsables du comportement des véhicules routiers (essentiellement sur pneus) et ferroviaires, en termes de stabilité, tenue de route et confort.</p> <p>Outre la compréhension de ces phénomènes, il sera également à même de les traduire en modèles mathématiques et ensuite en programmes informatiques pour mettre en évidence divers comportements et comprendre les fonctions de certains organes clés liés à la dynamique des véhicules.</p> <p>-----</p> <p><i>La contribution de cette UE au développement et à la maîtrise des compétences et acquis du (des) programme(s) est accessible à la fin de cette fiche, dans la partie « Programmes/formations proposant cette unité d'enseignement (UE) ».</i></p>
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	<p>En raison de la crise du COVID-19, les informations de cette rubrique sont particulièrement susceptibles d'être modifiées. Evaluation basée sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le projet : une présentation de groupe plénière sera organisée • un examen oral individuel portant sur le cours et le projet : l'étudiant aura accès à ses notes pendant l'examen.

Méthodes d'enseignement	<p>En raison de la crise du COVID-19, les informations de cette rubrique sont particulièrement susceptibles d'être modifiées.</p> <p>Exercice - Projets - Mini-projet de familiarisation avec la modélisation des modèles de contact (roue ou rail : au choix) : durée = 3 semaines, logiciel : ROBOTRAN.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projet de modélisation de comportement routier ou ferroviaire parmi la liste (non exhaustive) suivante de sujets (durée = 8 à 10 semaines) • Véhicule routier avec ou sans anti-roulis : comparaison des performances en courbe • Mise en évidence du caractère sur/sous vireur d'un véhicule simple • Mise en évidence du phénomène de jackknifing d'un attelage (camion-remorque ou auto-caravane,') • Stabilité latérale d'un side-car ou d'un quad • Modèle simplifié d'ESP - application en entrée de courbe • Optimisation des paramètres de suspensions (passives) en terme de confort vertical des passagers • Mise en évidence par modèle de la vitesse critique linéaire et non-linéaire (cycles limites) d'un bogie en ligne droite • Ferroviaire : étude et modélisation du second contact - application en entrée de courbe • Modélisation de bogies à roues indépendantes (type Tram 2000) : étude du comportement en ligne droite • Mise en évidence du phénomène de " wobble " et de " weave " d'une moto en ligne droite. <p>Les étudiants travailleront par groupe de 2 ou 3. Ils utiliseront soit un logiciel " maison " (ROBOTRAN) soit un logiciel commercial (SIMPACK ou AMESIM) en fonction du projet sélectionné. Une formation à ces logiciels (2 à 3 heures) sera organisée en début de quadrimestre.</p>
Contenu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction : rappel des notions de base en cinématique tridimensionnelle, en dynamique multicorps, en vibration et en méthodes numériques, en vue des objectifs du cours : stabilité, tenue de route et confort des véhicules 2. Véhicules ferroviaires - Technologie : caisses, bogies, essieux, suspensions primaires, secondaires, voies et défauts de voie, morphologies (tram, métro, lignes classiques, trains grandes vitesses) ; grandeurs caractéristiques: charges, Y/Q, vitesses critiques 3. Véhicules ferroviaires - Modèle " macro " : caisses/bogies/essieux/contact simple, modèle simplifié d'essieu (stabilité) et modèle vertical (confort) 4. Véhicules ferroviaires - Modèles spécifiques : contact roue/rail essieu-voie, roue indépendante-rail, modèle de second contact bourrelet/rail, modèle en courbe, modèles de suspensions primaire/secondaire 5. Véhicules ferroviaires - Modèles spécifiques (suite) 6. Véhicules ferroviaires - Exploitation des modèles : validations modèle versus expérimentation, analyse de sensibilité de paramètres, compréhension et mise en évidence des phénomènes fondamentaux 7. Véhicules routiers - Technologie : suspensions (classification), rôle du pneumatique, anti-roulis, etc. et grandeurs caractéristiques (chasse, pinçage, centre de roulis, caractère sur/sous vireur 8. Véhicules routiers - Modèle " macro " : masses suspendues/non suspendues, géométrie des suspensions, centres de roulis géométrique 9. Véhicules routiers - Modèles spécifiques : cinématique 3D des diverses morphologie de suspension : McPherson, multi-points, bras superposés, bras tirés, modèles de barre anti-roulis; modèles de contact pneu-sol : exposé des divers modèles (latéral, vertical, longitudinal, combinés) et comparaisons ; modèles de caisses (flexibles) 10. Véhicules routiers - Modèles spécifiques (suite) 11. Véhicules routiers - Exploitation des modèles : validations modèle versus expérimentation, analyse de sensibilité de paramètres, compréhension et mise en évidence des phénomènes fondamentaux (caractère sur/sous vireur, comportement en virage (entrée, stabilisé, sortie, influence de l'anti-roulis), performances en terme de confort sur profils routiers spécifiques (obstacle, pavés, etc.) 12. Véhicules particuliers - Technologie et Modèles : 2-roues (stabilité, effet gyroscopique, modèles de contact au sol, '), et/ou attelage (stabilité latérale, phénomène de jackknifing) et/ou métro sur pneu et roue fer (modèle combiné pneu - rail et latéral/vertical) et/ou véhicules sur chenilles sur terrains meubles (modèle de contact, modèle géométrique de sol et constitutif de contact) 13. Séminaire sur la modélisation hybrides : 2 applications détaillées (problématique - modèle - résultats - analyse) : ces exposés seront étroitement liés aux recherches en cours au CEREM 14. Séminaire industriel : la dynamique ferroviaire du point de vue du constructeur (Bombardier-Eurorail, France) ou les suspensions dans l'automobile (Tenneco-Automotive, Sain-Trond, Belgique)
Ressources en ligne	http://moodleucl.uclouvain.be/enrol/index.php?id=8239
Autres infos	Visite industrielle : <ul style="list-style-type: none"> • société Bombardier-Transport : Crespin (France) ou • société Tenneco-Automotive, Saint-trond, Belgique
Faculté ou entité en charge:	MECA

Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [120] : ingénieur civil électromécanicien	ELME2M	5		
Master [120] : ingénieur civil mécanicien	MECA2M	5		