

ENSTA BRETAGNE



ENSTA
Bretagne

MASTER OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

PROGRAM OF THE 2ND YEAR

COMPUTATION AND MODELISATION

Winter semester

Design of Vehicles	Termination	Crédits ECTS
Transmission de puissance	Ex	4
Méthode des éléments finis non linéaires	Ex	4
Application système	ex	7
Comportement et ruine des matériaux et des structures	ex	4
Management interculturel et insertion professionnel	ex	4
Grandes déformations, élastomeres et composites	ex	4
Dynamique explicite	ex	4
Approche multi-échelles et mécanique expérimentale avancée	ex	4

Summer semester

Topics	ECTS Credits
FIVE MONTH INTERNSHIP	30

Transmission de puissance			
Type	Compulsory	Semester	Winter
Contact hours	56 (2+2)	Credits	4
Type of termination	Exam	Form	Lectures+exercices
Lecturers	Prof. Calloch Prof. Cognard		
Anotation			

OBJECTIFS

Découverte de la fonction transmission dans le cadre d'un véhicule automobile.

CONTENU

1- GENERALITE, BOITE DE VITESSE AUTOMATIQUE

2 - TRANSMISSION DES VEHICULES A ROUES

- Architecture des transmissions,
- Etude des caractéristiques des composants,
- Technologie des commandes des boîtes de vitesses,
- Etudes de cas.

3 - TRANSMISSIONS DE VEHICULES CHENILLES

- Etude mécanique et détermination d'un embrayage de véhicule,
- Validation des différents composants et optimisation de ces derniers,
- Composants :
 - * Différentiel,
 - * Embrayage,
 - * Direction hydrostatique.
- Revue de transmission,
- Etude exploratoire,
- Barbotin.

4 – TP MONTAGE – DEMONTAGE D'ORGANE DE TRANSMISSION

5 - ARCHITECTURE DES VEHICULES ELECTRIQUES

Le but de ce chapitre est de fournir des bases solides sur la conception d'un véhicule automobile civil à propulsion électrique.

Study materials

Calloch S., Cognard J.Y., Dureisseix D., Marquis D., 2003 - " Systèmes mécaniques et hydrauliques de transmission de puissance"- Edition Hermes Sciences.

Derreumaux B., 1991- " Les transmissions" - ETAI.

Hulin R., 1989 - " Boîtes de vitesses" - Technique de l'Ingénieur. BM 5660

Management interculturel et insertion professionnelle			
Type	Compulsory	Semester	Winter
Contact hours	60 (1+1)	Credits	4
Type of termination	Exam	Form	Lectures+exercises
Lecturers	Ing. Bot		
Anotation			
<p>OBJECTIFS</p> <p>Ce séminaire a pour but de reprendre les acquis des élèves dans le domaine de la communication et du management, de les compléter et de leur donner du sens dans la perspective de leur socialisation professionnelle et de la conduite d'un projet professionnel personnel. Il s'agit autant d'une prise de recul que d'un renforcement de compétences relationnelles et organisationnelles nécessaires à l'exercice des responsabilités du jeune cadre en entreprise. Le séminaire permet aux élèves de comprendre et de travailler leurs modes de management et de communication personnels par des mises en situations et des jeux de rôle autour du recrutement, du management et de la gestion de conflits.</p> <p>CONTENU</p> <p>Trois journées, avec des thèmes au choix : image de soi dans le recrutement, management des équipes, MBTI Le séminaire comprend une journée de formation plus spécifiquement dédiée à la préparation de l'entretien d'embauche et à la prise d'un premier poste de cadre. Les intervenants sont tous des vacataires extérieurs professionnels dans les domaines du recrutement, des ressources humaines, de l'orientation professionnelle ou du management.</p>			
Study materials			

Application système			
Type	Compulsory	Semester	Winter
Contact hours	60 (2+2)	Credits	7
Type of termination	Exam	Form	Lectures+exercises
Lecturers	M. Yviquel, Ing. Habermusch, Pr S. Calloch, Dr Hab. Y. Marco, Dr C. Doudard, Dr Hab. N. Jacques, Dr. V. Le Saux Ing. N. Dufil, Ing. F. Montel, Ing. A. Poulhalec,		
Anotation			

OBJECTIFS

Cette UV constitue le projet du semestre 5 du cursus ENSTA-Bretagne pour les élèves ayant choisi un des deux profils de l'option AVM : MOD (Modélisation avancées des matériaux et des structures), AV (Architecture des véhicules).

Différents projets sont proposés aux élèves, principalement issus d'industriels et ils sont co-encadrés par un enseignant de l'école, l'industriel jouant le rôle de « client ».

Ces projets ont pour but de faire travailler les étudiants sur des sujets techniques/scientifiques concrets en relation directe avec leur choix de spécialisation et tels que ceux qu'ils pourront rencontrer dans leur future carrière.

Chaque élève aura un sujet spécifique à traiter, qu'il soit seul sur le projet ou qu'il fasse partie d'une petite équipe projet. Il sera évalué sur la base du travail fourni.

La durée du projet peut être estimée à 140h.

Le projet de l'UV5.4 n'est pas un exercice académique dont la solution serait unique et existante, ni une réflexion de faisabilité sur une idée, ni un travail bibliographique seul.

Les projets proposés aux élèves correspondent à des problèmes industriels réels et/ou à des problèmes scientifiques/techniques rencontrés par les laboratoires de l'école dans le cadre d'activités de recherche appliquée. Ils correspondent donc à un réel besoin.

Ils sont normalement sélectionnés de façon à ce qu'une réponse, par l'intermédiaire d'un rapport, puisse être apportée dans les temps imposés. Même s'ils sont encadrés, les élèves doivent faire preuve d'initiative et doivent prendre conscience de la notion de respect des délais en utilisant les outils disponibles.

Outre la mise en condition réelle, les objectifs de ce type de projet, que l'on peut qualifier de projet de production par opposition au projet d'acquisition, sont : la stimulation de l'esprit critique des élèves, la mobilisation et la mise en application concrète de connaissances qui peuvent relever de différentes disciplines, l'approfondissement d'un domaine spécifique, l'adoption d'une attitude professionnelle. Ainsi, par le biais de la réalisation de son projet, l'élève aura été confronté à la conduite de projet, aura été amené à développer/renforcer des attitudes personnelles et interpersonnelles, aura été amené à mobiliser, à s'approprier, à appliquer des connaissances techniques et scientifiques, aura acquis une plus grande maîtrise de la communication autour d'un projet.

CONTENU ET ORGANISATION PEDAGOGIQUE

Les projets techniques/scientifiques sont proposés soit par les enseignants-chercheurs de l'Ecole soit par des industriels et co-encadrés par un enseignant de l'école, en lien étroit avec les cours dispensés en 3ème année et/ou sur l'ensemble des trois années (pour le profil de rattachement) et, pour les projets proposés par des enseignants-chercheurs de l'école, en lien avec les activités de recherche appliquée et/ou de développement des laboratoires de l'Ecole.

Les différents projets sont proposés aux élèves au milieu du 1er trimestre de l'année scolaire (vers octobre/novembre).

Une phase de validation des sujets pourra être effective et réalisée par un comité constitué des responsables de profils, du responsable d'UV et du responsable de l'option SPID, après consultation des personnes qui ont proposé des sujets.

Study materials

SUPPORTS PEDAGOGIQUES ET BIBLIOGRAPHIE

Supports pédagogiques : rapports, ouvrages, articles scientifiques, programmes, ...
Bibliographie : fonction des projets proposés aux élèves

Grandes déformations, élastomères et composites			
Type	Compulsory	Semester	Winter
Contact hours	60 (2+2)	Credits	4
Type of termination	Exam	Form	Lectures+exercices
Lecturers	Dr Hab. Y. Marco, Dr G. Blès, Dr Hab. M. Tarfaoui		
Anotation			
<p>OBJECTIFS</p> <p>Au cours de cette UV, l'étudiant sera sensibilisé au(x) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - cadre des grandes transformations en Mécanique des Milieux Continus ; - aspects thermomécaniques (couplage thermo-élastique, dissipation intrinsèque) ; - physique, caractérisation mécanique, modélisation des matériaux élastomères; - dimensionnement et tenue à la ruine des matériaux composites. <p>A la fin de cette UV, l'étudiant sera capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - proposer un cadre de modélisation pertinent pour intégrer les grandes transformations ; - proposer une modélisation, identifier les paramètres du modèle de comportement et réaliser une simulation pertinente avec Abaqus (version standard); - proposer une modélisation pour une structure composite, réaliser une simulation pertinente avec Abaqus (version standard) et évaluer différents critères de dimensionnement. - ... <p>CONTENU</p> <p>Eléments de base pour écrire des lois de comportement mécanique en grande déformation</p> <p>Le formalisme de grande déformation ou de grande transformation est riche de concepts, parfois très originaux ou complexes, et il est difficile de tous les exposer dans ce cours. L'attention est focalisée sur ce qui nous est apparu comme des bases indispensables, qui permettent déjà un travail de modélisation de comportements en grande déformation, mais aussi qui seront des clés permettant d'ouvrir les portes d'autres cours, ouvrages et articles de revues scientifiques.</p> <p>Matériaux élastomères</p> <p>L'objectif de ce cours est de permettre aux étudiants de comprendre la réponse thermomécanique des matériaux élastomères, de proposer des modélisations pertinentes à différents niveaux de complexité, et d'être à même de réaliser une simulation numérique par éléments finis en intégrant les éléments spécifiques nécessaires.</p> <p>Matériaux composites</p> <p>L'objectif de ce cours est le développement d'outils de prévision permettant la modélisation du comportement endommageable de matériaux composites.</p> <p>Le plan du cours est le suivant :</p> <p>Introduction</p> <p>Modélisation macroscopique</p> <p>Modélisation mixte</p> <p>Modélisation de l'endommagement et de la rupture des composites</p>			

Study materials
Polycopiés de cours Bibliographie sommaire : « Introduction à la mécanique des polymères » C. G'ssell, JM ; Haudin « Les polymères, de la molécule à l'objet » M. Carrega «Pratique des plastiques et composites » Référentiels DUNOD « An introduction to microstructures, processing and Design » M. F. ASHBY AND D. R.H. JONES. 2nd edition / Oxford : Butterworth-Heinemann, 1998. « Science et génie des matériaux » CALLISTER WD. - Canada : Dunod, 2001. « The physics of rubber elasticity (third edition) » L.R.G. TRELOAR.. Oxford (UK). Oxford University Press, 1975.

Méthodes des éléments finis non linéaires			
Type	Compulsory	Semester	Winter
Contact hours	60 (2+2)	Credits	4
Type of termination	Exam	Form	Lectures+exercices
Lecturers	Dr. Poulhalec Dr. Sylvain Moyne		
Anotation			

OBJECTIFS

L'objectif de ce cours est d'étudier les hypothèses, les approximations et les techniques numériques utilisées dans les codes de calculs Eléments Finis pour la résolution des problèmes linéaires et non-linéaires. Le but est d'aborder le choix des paramètres d'une modélisation Eléments Finis, ainsi que l'analyse et l'interprétation des résultats numériques.

CONTENU

- Principe des puissances virtuelles – Théorèmes énergétiques – Formulations variationnelles
- Méthode des Eléments Finis en élasticité linéaire: discrétisation en espace + structure d'un code + contrôle à posteriori des calculs + résolution des problèmes de grande taille
- Résolution des problèmes non linéaire d'évolution: discrétisation en temps + résolution des problèmes non linéaire + stationnaire + intégration des lois de comportement + précision des calculs

1- Eléments finis et non linéarités géométriques en mécanique

- Rappel sur la méthode éléments finis en HPP
- Les schémas de résolution des problèmes itératifs
- Le cadre cinématique des grandes transformations
- Découverte du code de calcul par éléments finis Abaqus
- Utilisation de CATIA V5 comme outils de « pré – dimensionnement »

2- TECHNOLOGIE ET CONCEPTION MECANIQUE AVANCEES

- Analyse technologique de composants mécaniques : étude de certains composants « automobile », approfondissement sur le dimensionnement de liaisons (montage précontraint, contact de Hertz, ...), rappel sur les procédés adaptés à la grande série, ...
- Innovation dans la conception : méthodes de créativité (Triz et Asit) et éco-conception
- Décomposition d'un système en blocs fonctionnels et spécification des interfaces

Rappel de cotation fonctionnelle et de spécifications 3D (GPS)

Study materials

- HIBBITT, KARLSSON & SORENSEN, INC. : ABAQUS/Standard User's Manual - Volume I - 6.6. " (2006)
- P. TROMPETTE : " Calcul des structures par éléments finis, statique & dynamique ", Institut pour la Promotion des Sciences de l'Ingénieur, (1990)
- A. CURNIER : " Méthodes numériques en mécanique des solides ", Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, (1993)
- National Research Council (2002), « Approaches to improve Engineering Design »
- S. DUBOIS (2004), Thèse de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg « Contribution à la formulation des problèmes en conception de systèmes mécaniques – Etude basée sur la TRIZ »
- C. TEIXIDO (2007), « Ressources pédagogiques : matrice des contradictions TRIZ », société Knowllence
- Dr. R. HOROWITZ (2004), « ASIT Méthode pour des solutions innovantes », traduit par P. JARRY, SolidCreativity

Comportement et ruine des matériaux et des structures			
Type	Compulsory	Semester	Winter
Contact hours	60 (2+2)	Credits	4
Type of termination	Exam	Form	Lectures+exercices
Lecturers	Prof. Dr. Ing. Calloch. Dr. Marco Dr. Doudard		
Anotation			
<p>OBJECTIFS</p> <p>L'évolution des techniques de calcul et l'accroissement de la connaissance des matériaux en mécanique poussent logiquement les constructeurs à utiliser les structures pratiquement jusqu'à leur limite de résistance. Cette UV aborde trois thèmes complémentaires dans l'analyse de la ruine des structures.</p> <p>CONTENU</p> <p>1- Non linéarité géométrique en élasticité linéaire - Solution régulière théorie et résolution EF (prise en compte des grands déplacements) - Charge critique (flambement) théorie et résolution EF (dégénérescence du Hessien de l'énergie potentielle) - Application : plaque avec défaut initial en compression</p> <p>2- Analyse limite - Ruine plastique formulation du comportement élastique parfaitement plastique notion de rotule-patin plastique (sections droites symétriques) pour les poutres et de charnière plastique pour les plaques ruine forte, théorèmes extrémaux (théorème de Hill) . approche variationnelle statique . approche variationnelle cinématique - Applications milieux tridimensionnels assemblages de poutres et plaques</p> <p>3- Rupture et fatigue - Introduction à la tenue à la fatigue polycyclique des structures quelques cas d'études démarche adoptée - Identification qualitative des propriétés des matériaux métalliques à la fatigue polycyclique - Modélisation du comportement des matériaux métalliques à la fatigue polycyclique approches macroscopiques approches à deux échelles une approche probabiliste - Ouverture sur les améliorations possibles - Bureau d'étude : dimensionnement à la fatigue d'un élément mécanique détermination de l'état adapté implantation du critère de fatigue choisi optimisation de la structure vis-à-vis du critère de fatigue</p>			

Study materials	
- J. KERBRAT, Schématisation des Structures, cours de l'ENSTA, Edition provisoire n°182 - C. STOLZ, Stabilité des matériaux et des structures, Editions de l'Ecole Polytechnique - J. SALENCON, Calcul à la rupture et analyse limite - Presses des Ponts et Chaussées (1983) - B. HALPHEN, J SALENCON, Elasto-plasticité - Presses des Ponts et Chaussées (1987) - G. HENAFF, F. MOREL, Fatigue des structures - ellipse (2005)	

Dynamique explicite			
Type	Compulsory	Semester	Winter
Contact hours	45 (2+1)	Credits	4
Type of termination	Exam	Form	Lectures+exercices
Lecturers	Dr. Hab. N. Jacques		
Anotation	<p>OBJECTIFS Il s'agit de fournir à des étudiants en fin de formation des compétences applicables qui sont nécessaires pour résoudre des problèmes de dynamique rapide. La modélisation et l'analyse du comportement de structures soumises à des sollicitations dynamiques requièrent des compétences spécifiques concernant :</p> <ul style="list-style-type: none"> -le comportement des matériaux aux grandes vitesses de déformation -les techniques de calculs numériques utilisées (méthodes explicites) <p>CONTENU Calculs explicites en dynamique rapide (cours et TD) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définitions et équations des ondes de choc - Propagation d'un Heaviside de traction dans une poutre droite encadrée <ul style="list-style-type: none"> . résolution analytique - Résolution explicite en éléments finis - Discrétisation en éléments finis - Intégration numérique directe <ul style="list-style-type: none"> . schéma de Newmark , différences centrées . matrices de masse cohérente et condensée - Consistance, stabilité et convergence <ul style="list-style-type: none"> . matrice d'amplification, rayon spectral - Viscosité artificielle <p>Comportement des matériaux aux grandes vitesses de déformations (cours) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modèles de comportement élastoplastique et élastoviscoplastique - Essais dynamiques de caractérisation dynamique - Effet de la vitesse de déformation et de la température sur le comportement des matériaux (description et modèles) - Effets thermiques associés aux grandes vitesses de déformation - Endommagement et rupture dynamique Bureaux d'études		
Study materials			

Une copie des transparents et des supports de cours et de bureaux d'étude sera fourni aux étudiants. Voici également quelques références complémentaires (présentes à la médiathèque) :

T. Belytschko, W.K. Liu, B. Moran,
Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures,
2000,
John Wiley & Sons.

M.A. Meyers,
Dynamic Behavior of Materials
, 1994, John Wiley & Sons.

T.Z. Blazinski (Ed.),
Materials at High Strain Rates
, 1987, Elsevier Applied Science

Approches multi-échelles et mécanique expérimentale avancée			
Type	Compulsory	Semester	Winter
Contact hours	45 (2+1)	Credits	4
Type of termination	Exam	Form	Lectures+exercices
Lecturers	Pr S. Calloch Pr S. Arbab Chirani Pr N. Carrere		
Anotation			
<p>OBJECTIFS Il s'agit ici de former les étudiants aux approches multi-échelles de modélisation du comportement des matériaux</p> <p>CONTENU Les différentes techniques d'homogénéisation sont abordées et appliquées à des familles très différentes de matériaux</p> <ul style="list-style-type: none"> - Matériaux polycristallins - Alliages à mémoire de forme - Matériaux inclusionnaires - Composites à fibres courtes - composites à fibres continues <p>Ce module comprend des cours, de stD et des BE numériques.</p>			
Study materials	Polycopiés de cours		