

# ENSTA BRETAGNE



**ENSTA**  
Bretagne

## **MASTER OF AUTOMOTIVE ENGINEERING**

PROGRAM OF THE 2<sup>ND</sup> YEAR

**DESIGN OF VEHICLES**

## Winter semester

<b>Design of Vehicles</b>	<b>Termination</b>	<b>Crédits ECTS</b>
Architecture des véhicules	Ex	4
Management interculturel et insertion professionnel	Ex	4
Application système	ex	6
Groupe motopropulseur	ex	4
SPORT (Volitelné)	a	1
Transmission de puissance	ex	4
Méthodes des éléments finis non linéaires	ex	4
Comportement et ruine des matériaux et des structures	ex	4
Ingénierie systèmes	ex	4

## Summer semester

<b>Topics</b>	<b>ECTS Credits</b>
FIVE MONTH INTERNSHIP	10
DIPLOMA WORK	20

<b>Architecture des véhicules</b>			
<b>Type</b>	Compulsory	<b>Semester</b>	Winter
<b>Contact hours</b>	100 (0+5)	<b>Credits</b>	4
<b>Type of termination</b>	Exam	<b>Form</b>	Lectures+exercices
<b>Lecturers</b>	Ing. Chometon, Ing. Montel Ing. Chassillan, Dr. Marco		
<b>Anotation</b>	<p><b>OBJECTIFS</b></p> <p>Le but de ce module est de fournir des bases solides sur la conception d'un véhicule automobile civil ou militaire.</p> <p><b>CONTENU</b></p> <p>1 - DYNAMIQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Généralités,</li> <li>- Dynamique du véhicule,</li> <li>- Stabilité sur route,</li> <li>- Comportement subjectif.</li> </ul> <p>2 - ARCHITECTURE DES VEHICULES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Présentation générale d'un véhicule commercial,</li> <li>- Description de l'architecture du véhicule,</li> <li>- Analyse du cahier des charges et des spécifications techniques,</li> <li>- Description des différentes fonctions,</li> <li>- Gestion de projet sur un véhicule commercial.</li> </ul> <p>3 - ARCHITECTURE DES VEHICULES BLINDES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Historique - Emploi des chars</li> <li>- Les fonctions - Architectures de base,</li> <li>- Fonctions : feu, mobilité, survivabilité.</li> </ul> <p>4- INTRODUCTION AU GMP</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Généralités,</li> <li>- La combustion,</li> <li>- Alimentation en carburant, en air,</li> <li>- Courbes caractéristiques,</li> <li>- Lignes d'arbres</li> <li>- Attelage mobile,</li> </ul> <p>5 - ACCIDENTOLOGIE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etude de la réponse corporelle lors de chocs ;</li> <li>- Environnement dans un véhicule, <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caractéristiques des collisions,</li> <li>- Dégâts corporels.</li> </ul> </li> </ul> <p>6- MATERIAUX ET ERGONOMIE</p>		
<b>Study materials</b>			

<b>Transmission de puissance</b>			
<b>Type</b>	Compulsory	<b>Semester</b>	Winter
<b>Contact hours</b>	56 (2+2)	<b>Credits</b>	4
<b>Type of termination</b>	Exam	<b>Form</b>	Lectures+exercices
<b>Lecturers</b>	Prof. Calloch Prof. Cognard		
<b>Anotation</b>	<p><b>OBJECTIFS</b></p> <p>Découverte de la fonction transmission dans le cadre d'un véhicule automobile.</p> <p><b>CONTENU</b></p> <p>1- GENERALITE, BOITE DE VITESSE AUTOMATIQUE</p> <p>2 - TRANSMISSION DES VEHICULES A ROUES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Architecture des transmissions,</li> <li>- Etude des caractéristiques des composants,</li> <li>- Technologie des commandes des boîtes de vitesses,</li> <li>- Etudes de cas.</li> </ul> <p>3 - TRANSMISSIONS DE VEHICULES CHENILLES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etude mécanique et détermination d'un embrayage de véhicule,</li> <li>- Validation des différents composants et optimisation de ces derniers,</li> <li>- Composants : <ul style="list-style-type: none"> <li>* Différentiel,</li> <li>* Embrayage,</li> <li>* Direction hydrostatique.</li> </ul> </li> <li>- Revue de transmission,</li> <li>- Etude exploratoire,</li> <li>- Barbotin.</li> </ul> <p>4 – TP MONTAGE – DEMONTAGE D'ORGANE DE TRANSMISSION</p> <p>5 - ARCHITECTURE DES VEHICULES ELECTRIQUES</p> <p>Le but de ce chapitre est de fournir des bases solides sur la conception d'un véhicule automobile civil à propulsion électrique.</p>		
<b>Study materials</b>	<p>Calloch S., Cognard J.Y., Dureisseix D., Marquis D., 2003 - " Systèmes mécaniques et hydrauliques de transmission de puissance"- Edition Hermes Sciences.</p> <p>Derreumaux B., 1991- " Les transmissions" - ETAL.</p> <p>Hulin R., 1989 - " Boîtes de vitesses" - Technique de l'Ingénieur. BM 5660</p>		

<b>Management et insertion professionnelle</b>			
<b>Type</b>	Compulsory	<b>Semester</b>	Winter
<b>Contact hours</b>	60 (1+1)	<b>Credits</b>	4
<b>Type of termination</b>	Exam	<b>Form</b>	Lectures+exercices
<b>Lecturers</b>	Ing. Bot		
<b>Anotation</b>	<p><b>OBJECTIFS</b></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><b>CONTENU</b></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>		
<b>Study materials</b>			

<b>Application système</b>			
<b>Type</b>	Compulsory	<b>Semester</b>	Winter
<b>Contact hours</b>	60 (2+2)	<b>Credits</b>	6
<b>Type of termination</b>	Exam	<b>Form</b>	Lectures+exercices
<b>Lectureres</b>	M. Yviquel, Ing. Habrbusch, Ing. Chometon		
<b>Anotation</b>	<p><b>OBJECTIFS</b></p> <p>Les avants projets d'architecture véhicule ont pour but de fédérer l'ensemble des notions mécaniques véhicules, comportement dynamique et/ou modélisation enseigné à l'ENSIETA. Des notions sur l'histoire de l'automobile sont également données, essentiellement à titre d'illustration.</p> <p><b>CONTENU</b></p> <p>Pour l'ensemble des sujets traités, l'esprit d'initiative est important et sera tout particulièrement apprécié. Quelque soit le sujet traité, vous serez en contact avec des intervenants extérieurs ou des industriels. Pensez que vous engagez votre image et celle de l'école. Il convient donc d'adopter une attitude réfléchie et professionnelle.</p> <p>L'aspect démarche, gestion de projet, est à utiliser systématiquement. Lors de vos travaux en groupe précisez le planning, la répartition du travail, le descriptif des tâches à réaliser. N'oubliez pas l'aspect « mémoire » du groupe : il est important de noter et de justifier les raisons des évolutions techniques ou des choix que vous réalisez.</p> <p>Vous devrez à partir d'une proposition de gamme ou d'étude particulière de véhicule réaliser :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Un cahier des charges fonctionnelles du véhicule (voir une étude marketing).</li> <li>Une étude des normes en vigueur pour ce type de véhicule (crash, choc, pollution ...).</li> <li>Réaliser une architecture judicieuse et techniquement justifiée :</li> </ul> <p>Deux grandes étapes dans ce projet :</p> <p>Etape n°1 : Les étudiants seront répartis en 3 ou 5 groupes, chaque groupe devra s'organiser pour fournir à chacun de ces membres une plate-forme commune techniquement et normativement viable.</p> <p>Etape n°2 : chaque étudiant ou binôme d'un même groupe devra réaliser un design correspondant à sa plate-forme.</p>		
<b>Study materials</b>			

<b>Groupe motopropulseur conventionnels et hybrides</b>			
<b>Type</b>	Compulsory	<b>Semester</b>	Winter
<b>Contact hours</b>	60 (2+2)	<b>Credits</b>	4
<b>Type of termination</b>	Exam	<b>Form</b>	Lectures+exercices
<b>Lecturers</b>	Ing. Perdriau, Ing. Montel		
<b>Anotation</b>	<p><b>OBJECTIFS</b>  L'objectif de ces cours est de donner une connaissance précise sur groupe Motopropulseur (GMP). Nous aborderons ainsi le fonctionnement du moteur, les différents fluides nécessaire à son fonctionnement seront présentés. Prendre connaissance du produit échappement automobile, de ses fonctions, des tendances technologiques. Comprendre les bases du fonctionnement thermo-fluido-acoustique et dépollution de l'échappement.</p> <p><b>CONTENU</b>  1- Aspect carburants  - Le pétrole et le raffinage  - Les carburants  - Les éléments théoriques de la lubrification  - Les lubrifiants pour les moteurs  - Les produits connexes</p> <p>2- Aspect systèmes d'échappements  - Présentation des fonctions et de l'état de l'art des produits échappement.  La mécanique des fluide et l'acoustique appliquée à l' échappement, la dépollution, la fiabilité.  Tendances technologiques et innovations.</p> <p>3- GMP  - Généralités,  - La combustion,  - Alimentation en carburant, en air,  - Courbes caractéristiques,  - Refroidissement, lubrification,  - Lignes d'arbres  - Attelage mobile,  - Turbine à gaz.  Modélisation d'organe moteur à l'aide du logiciel AMSIM  TP Montage / démontage moteur  TP Banc de puissance</p>		
<b>Study materials</b>	Polycopiés de cours		

<b>Méthodes des éléments finis non linéaires</b>			
<b>Type</b>	Compulsory	<b>Semester</b>	Winter
<b>Contact hours</b>	60 (2+2)	<b>Credits</b>	4
<b>Type of termination</b>	Exam	<b>Form</b>	Lectures+exercices
<b>Lecturers</b>	Dr. Poulhalec Dr. Sylvain Moyne		
<b>Anotation</b>	<p><b>OBJECTIFS</b></p> <p>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.</p> <p><b>CONTENU</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principe des puissances virtuelles – Théorèmes énergétiques – Formulations variationnelles</li> <li>- 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</li> <li>- Résolution des problèmes non linéaire d'évolution: discrétisation en temps + résolution des problèmes non linéaire + stationnaire + intégration des lois de comportement + précision des calculs</li> </ul> <p>1- ELÉMENTS FINIS ET NON LINÉARITÉS GÉOMÉTRIQUES EN MÉCANIQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rappel sur la méthode éléments finis en HPP</li> <li>- Les schémas de résolution des problèmes itératifs</li> <li>- Le cadre cinématique des grandes transformations</li> <li>- Découverte du code de calcul par éléments finis Abaqus</li> <li>- Utilisation de CATIA V5 comme outils de « pré – dimensionnement »</li> </ul> <p>2- TECHNOLOGIE ET CONCEPTION MECANIQUE AVANCEES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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, ...</li> <li>- Innovation dans la conception : méthodes de créativité (Triz et Asit) et éco-conception</li> <li>- Décomposition d'un système en blocs fonctionnels et spécification des interfaces</li> </ul> <p>Rappel de cotation fonctionnelle et de spécifications 3D (GPS)</p>		
<b>Study materials</b>	<p>-HIBBITT, KARLSSON &amp; SORENSEN, INC. : ABAQUS/Standard User's Manual - Volume I - 6.6. ” (2006)</p> <p>- P. TROMPETTE : “ Calcul des structures par éléments finis, statique &amp; dynamique ”, Institut pour la Promotion des Sciences de l'Ingénieur, (1990)</p> <p>- A. CURNIER : “ Méthodes numériques en mécanique des solides ”, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, (1993)</p> <p>- National Research Council (2002), « Approaches to improve Engineering Design »</p> <p>- 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 »</p> <p>- C. TEIXIDO (2007), « Ressources pédagogiques : matrice des contradictions TRIZ », société Knowllence</p> <p>- Dr. R. HOROWITZ (2004), « ASIT Méthode pour des solutions innovantes », traduit par P. JARRY, SolidCreativity</p>		

<b>Comportement et ruine des matériaux et des structures</b>			
<b>Type</b>	Compulsory	<b>Semester</b>	Winter
<b>Contact hours</b>	60 (2+2)	<b>Credits</b>	4
<b>Type of termination</b>	Exam	<b>Form</b>	Lectures+exercices
<b>Lecturers</b>	Prof. Dr. Ing. Calloch. Ing. Bles Dr. Yann Marco Dr. Jochum		
<b>Anotation</b>	<p><b>OBJECTIFS</b></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><b>CONTENU</b></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</p> <p>- 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> <p><b>Study materials</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- J. KERBRAT, Schématisation des Structures, cours de l'ENSTA, Edition provisoire n°182</li> <li>- C. STOLZ, Stabilité des matériaux et des structures, Editions de l'Ecole Polytechnique</li> <li>- J. SALENCON, Calcul à la rupture et analyse limite - Presses des Ponts et Chaussées (1983)</li> <li>- B. HALPHEN, J SALENCON, Elasto-plasticité - Presses des Ponts et Chaussées (1987)</li> <li>- G. HENAFF, F. MOREL, Fatigue des structures - ellipse (2005)</li> </ul>		

<b>Type</b>	Compulsory	<b>Semester</b>	Winter
<b>Contact hours</b>	45 (2+1)	<b>Credits</b>	4
<b>Type of termination</b>	Exam	<b>Form</b>	Lectures+exercices
<b>Lecturers</b>	Ing. Schmitt Ing. Grandjean		
<b>Anotation</b>	<p>OBJECTIFS</p> <p>L'objectif de ces cours est de donner une connaissance précise sur le comportement du pneu et d'approfondir le comportement dynamique du véhicule.</p> <p>CONTENU</p> <p>1 - PNEUMATIQUES Introduction - contexte, Cahier des charges, Revue de composant, Les fonctions du pneumatique, Sa constitution, Les interactions pneu / véhicule, Sustentation, Liaison sol / traficabilité, Pneumatiques du futur. Modélisation des pneumatique</p> <p>2 - SUSPENSION DES VEHICULES - LIAISON AU SOL</p> <p>3- FREINAGE - Théorie du frottement - Technologie - Composants - ESP</p>		
<b>Study materials</b>	Polycopiés de cours		