

Cursus de Master en Ingénierie

Spécialité Mécanique

Syllabus – 1^{re} année

Semestre S1 – 36 ECTS

Mathématiques	1M001 - Analyse et algèbre 1	6 ECTS
Informatique	1I001 - Éléments de programmation	6 ECTS
Physique	1P001 - Concepts et méthodes de la physique	6 ECTS
Sciences de l'ingénieur	1E001 - Introduction à l'électronique	6 ECTS
	1A001 - Introduction à la mécanique	6 ECTS
Sciences Humaines	1XM01 - Introduction à la pensée scientifique moderne	3 ECTS
Langue	1XAN5 - Anglais	3 ECTS

Semestre S2 – 36 ECTS

Mathématiques	1M002 - Algèbre et analyse 2	9 ECTS
Ingénierie	1AE01 - Systèmes mécaniques et électroniques : concepts et illustrations	9 ECTS
Informatique	1I002 - Introduction à la programmation	9 ECTS
Projet	1XM04 - Projet en ingénierie	6 ECTS
Langue	1XAN6 - Anglais	3 ECTS

Semestre S1

1M001 - Analyse et algèbre 1 (6 ECTS, 60 heures présentielles, S1)

Objectifs de l'UE : Cet enseignement introduit les bases de l'analyse réelle et du calcul vectoriel.

Principaux points abordés :

- Notion de limite d'une fonction d'une variable réelle, fonctions continues (théorèmes admis), réciproques des fonctions usuelles
- Dérivée, formule de composition, théorème des accroissements finis et applications, développements limités et applications.
- Techniques de résolution des équations différentielles d'ordre 1 (méthode de variation de la constante) et du second ordre à coefficients constants.
- Nombres complexes. Racines de l'unité. Factorisation des polynômes. Trigonométrie. Exemples de transformations planes.
- \mathbb{R}^2 , \mathbb{R}^3 , équations de droites et plans. Utilisation du produit scalaire et du produit vectoriel dans \mathbb{R}^3 .
- Fonctions de 2 variables réelles, dérivées partielles, différentielle et gradient, dérivées partielles d'ordre supérieur, formules de Taylor (ordre 1 et 2), plan tangent à une surface. Calcul d'extrema à deux variables.

1I001 - Eléments de programmation (6 ECTS, 60 heures présentielles, S1)

Objectifs de l'UE : Cet enseignement introduit les concepts fondamentaux de l'informatique et fournit une première approche des concepts fondamentaux de l'algorithmique.

Description générale : Le thème principal du cours Eléments de programmation concerne l'étude et la résolution de problèmes par des outils informatiques. Dans cet objectif, le cours introduit les principes de la programmation, et fournit une première approche des concepts fondamentaux de l'algorithmique. On illustrera également les principes d'interprétation des programmes ainsi que les principales activités liées à la programmation :

- étude préliminaire des algorithmes ;
- spécification des programmes ;
- codage dans le respect de consignes strictes ;
- test et mise au point des programmes.

L'ingrédient essentiel de ce cours introductif est de s'adresser à un public très large, sans aucun prérequis en programmation. Les étudiants sont confrontés à des problèmes concrets et ancrés dans la réalité et la diversité du premier cycle universitaire. Pour cela, nous exploitons un langage de haut-niveau et largement répandu (par exemple : Python), ainsi qu'un environnement pédagogique de programmation. Ce choix permet de s'affranchir des contingences du matériel et logiciel de bas-niveau, aspects plus spécifiquement informatiques qui seront abordés par la suite, dès le second semestre de la licence.

Principaux points abordés :

- calculs simples : booléens, nombres, expressions ;
- principes impératifs : variables, instructions, séquences etc. ;
- fonctions : définition, application, calcul récursif ;
- notions de complexité algorithmique ;
- structures linéaires : listes/tableaux, n-uplets, ensembles ;
- structures complexes : dictionnaires, combinaisons de structures (listes de listes etc.) ;
- barrières d'abstraction et itération sur les structures de données ;
- ouverture vers les objets.

Compétences attendues : Les étudiants disposeront, à l'issue de ce cours, de connaissances tangibles en informatique, en résolution de problèmes et en programmation, connaissances qu'ils pourront mettre à profit dans l'ensemble des disciplines de licence.

Modalités d'évaluation : Le contrôle continu repose sur une note de devoir sur table, un devoir sur machine et une note de suivi avec une partie théorique - interrogations écrites - et une partie pratique - soumission de travaux sur machine. La note d'unité d'enseignement est complétée par un examen final.

1P001 - Concepts et méthodes de la Physique (6 ECTS, 60 h présentielles, S1)

Objectifs de l'UE :

- Introduire l'étudiant à la démarche du Physicien : observation, expérimentation et mesure, conceptualisation et formalisation. Lois, modèles et théories physiques. Prédictions ; confrontation théorie - expérience.
- Illustrer cette démarche sur des phénomènes et systèmes simples mais fondamentaux traités de façon exhaustive.
- Evoluer ensuite vers la description de systèmes plus complexes pour ouvrir vers les sous-disciplines abordées ultérieurement: thermodynamique, onde, électromagnétisme, mécanique statistique, méca-

- nique quantique. Ces systèmes complexes seront traités uniquement de manière qualitative.
- Le cours sera illustré aussi souvent que possible par des expériences réalisées devant les étudiants.
- Les systèmes étudiés illustreront la physique du quotidien et également les sujets de recherche actuels conduits dans les laboratoires de la Faculté de Physique de l'UPMC.
- Les aspects formels seront introduits progressivement au fur et à mesure des chapitres, dans la continuité des savoirs acquis au lycée.

Descriptif de générale l'UE et principaux points abordés :

- *La démarche du Physicien : 2 h*
 - La physique, science exacte de la nature. Champ d'investigation.
 - Temps et espace: homogénéité et isotropie de l'espace-temps. Notions sur les symétries et invariances associées.
 - Objectifs de la physique (A). Lois physiques, modèles et théories physiques.
 - Réductionnisme. Universalité.
 - Relation de la physique avec les autres sciences : mathématiques, chimie et biologie.
- *Grandeurs physiques, structure de la matière et interactions: 4 h*
 - Grandeurs physiques de base: temps, espace et matière.
 - Objectifs de la Physique (B): une description unifiée du microscopique au macroscopique.
 - Constituants élémentaires, interactions fondamentales (ouverture vers l'unification des forces et la cosmologie primordiale).
 - Notions sur la structure de la matière aux différentes échelles, notions d'interactions dérivées (force nucléaire, forces moléculaires, de contact, etc.). Complexité.
 - Grandeurs physiques, systèmes d'unités, analyse dimensionnelle, ordres de grandeur. Lois d'échelles.
- *Des systèmes qui évoluent dans le temps: 6 h*
 - Définition d'un système : le système et son environnement. Système ouvert, fermé, isolé. Propriétés physiques du système (masse, charge, etc.).
 - Modélisation et évolution temporelle de systèmes simples ; notion d'équation différentielle; analyse qualitative, dimensionnelle puis quantitative (résolution de l'équation) de cas simples. *Exemples* : désintégration radioactive, évolution de populations, circuit RC. Propriétés de l'exponentielle. Constante de temps. Régime stationnaire, régime transitoire. Comportements limites.
- *Des systèmes qui évoluent dans l'espace : 8 h*
 - Notions de référentiel : se repérer dans l'espace. Notion de centre de gravité. Réduction du mouvement du système à celui de son centre de gravité.
 - Etat d'un système élémentaire, *i.e.* ponctuel. Rappel sur les vecteurs. Cinématique élémentaire. Vitesse, accélération. Etat d'une particule.
 - Notions de symétries et d'invariances (B) : symétries géométriques et cinématiques. Principe de relativité. Transformation de Galilée (ouverture possible vers la transformation de Lorentz via l'invariance de c . Retour sur la dilatation des durées).
 - Retour sur la force, origine du mouvement. Exemples de forces: force gravitationnelle, force coulombienne, forces de frottement, de contact.
 - Les lois de l'équilibre et du mouvement : retour sur la notion de système isolé ou en interaction avec son environnement, principe d'inertie. Lois de Newton.
 - Systèmes simples à l'équilibre. Apprentissage du caractère vectoriel de la force.
 - Systèmes simples en mouvement à une dimension : chute libre, chute avec frottements fluides, sédimentation. Oscillateur harmonique simple, puis avec frottements (et enfin entretenu : ouverture possible vers la notion qualitative de résonance).
 - Un premier exemple de quantité conservée. Notion d'invariance : P la quantité de mouvement d'un système isolé. Collisions : notion de bilan, apprentissage des grandeurs physiques algébriques. Collision élastique entre deux masses en 1D.
 - Une autre quantité conservée : l'énergie. Différentes formes d'énergie, notion de travail, conditions de conservation; forces conservatives. Stabilité d'un équilibre; approximation harmonique Apprentissage de l'utilisation de la représentation graphique d'un « paysage énergétique ». Enfin, si possible, ouverture vers la notion de brisure de symétrie.
 - Vers la modélisation des systèmes complexes : énergie interne, chaleur, conversion de l'énergie (ouverture possible vers la notion qualitative d'entropie).
- *Des systèmes complexes: 4 h*
 - D'où vient la complexité ? Systèmes à grand nombre de constituants. Nécessité de nouveaux concepts.
 - Les états de la matière: le solide rigide (forces de cohésion. Équilibre : moment d'une force évoqué) ; le liquide et le gaz : difficultés.
 - Description macroscopique (notion d'équation d'état : loi des gaz parfaits)
 - Description d'un mouvement collectif: ébranlement d'une corde ; exemple simple de propagation d'une onde. (Ouverture possible vers la notion de champ, l'équation d'onde, le principe de superposition et l'électromagnétisme).
 - Description statistique/probabiliste d'un système complexe : l'exemple d'une marche aléatoire 1D (ouverture possible vers la diffusion. Notion de fluctuations). Discussion qualitative du cas des liquides et des gaz. Ouverture possible vers la notion de mesure de l'état d'un système quantique. État et mesure. Ouverture possible vers la notion de systèmes non déterministes, chaotiques.

Pré-requis :

Mathématiques : dérivées et intégrales simples ; fonction exponentielle ; trigonométrie élémentaire ; calcul vectoriel de base ; probabilités et statistiques ; notions élémentaires sur les symétries.

Physique : lois de Newton, théorème de l'énergie cinétique; énergie potentielle ; quantité de mouvement et sa conservation ; oscillations ; ondes.

Nombre d'heures totales : 60 heures
Nombre d'heures de cours : 12 cours de 2 h = 24 h
Nombre d'heures de TD/TP : 12 TDs de 2 h = 24 h et TP : 3 séances de 4 h = 12 h

Compétences attendues :

Analyse qualitative et quantitative de systèmes simples (évolution temporelle, équilibre, dynamique 1D) en utilisant différentes approches (forces ou énergie). Notions et analyse qualitative de systèmes complexes. Les compétences précises attendues pour chaque chapitre seront indiquées aux étudiants, en spécifiant les compétences les plus fondamentales nécessaires pour valider l'UE et les compétences supplémentaires qu'il serait souhaitable d'acquérir pour un parcours en physique.

1A001 - Introduction à la mécanique (6 ECTS, 56 h présentiels, S1)

Objectifs de l'UE : Cette UE a pour objectif de présenter à l'étudiant différentes facettes de la Mécanique, dans ses techniques comme dans ses secteurs d'applications. Pour cela, le programme se compose de trois thèmes qui illustrent chacun un aspect de la Mécanique en tant que science pour l'ingénieur.

Descriptif de générale l'UE et principaux points abordés :

- Mécanique du vol des avions : Vol stationnaire horizontal, virage, montée et descente - Équilibre des structures : Transmission des efforts, résistance, applications (bâtiments, organismes vivants).
- Énergétique : Conversion et transfert de l'énergie, propulsion, applications (moteurs, centrales énergétiques).
- Acoustique et vibrations : Notion de fréquence, notion de propagation et de vibration, analyse de sons et de bruits, psycho-acoustique, applications (instruments de musique, véhicule, mesure).

Certains des thèmes ci-dessus sont traités dans le cadre d'un enseignement classique (cours + travaux dirigés), les autres sous la forme de conférences.

Nombre d'heures totales : 56 heures présentiels, 18 h de cours, 36 h de TD

Compétences attendues : Modélisation de phénomènes physiques mécaniques pour la résolution de problèmes simples, mais concrets, relevant de l'ingénierie.

1E001 – Introduction à l'électronique (6 ECTS, 60 heures, S1)

Objectifs et contenu de l'UE : Cette UE a pour objectif de présenter aux étudiants les différentes problématiques abordées par l'électronique moderne, à travers trois champs disciplinaires fondamentaux :

- Acquisition et traitement du signal
- Télécommunication
- Microcontrôleur et actionnement

Chacun de ces thèmes sera présenté sous un aspect théorique permettant de doter les étudiants des notions et des outils de base afin de comprendre et analyser un système électronique complexe, mais également à travers des illustrations pratiques et expérimentales. Ces enseignements seront complétés par des conférences sur l'histoire de l'électronique, les grands enjeux de l'électronique à l'aube des années 2020, et le métier d'ingénieur en électronique et ses évolutions. Cette UE permet donc aux étudiants de se familiariser avec les applications les plus récentes de l'électronique, notamment celles développées dans les laboratoires de l'UPMC et reprises dans les différentes spécialités du Master Sciences de l'Ingénieur.

1XM01 - Introduction à la pensée scientifique moderne (3 ECTS, S1)

Objectifs de l'UE : L'objectif premier de ce cours est de présenter les bases de la théorie de la connaissance scientifique (ou épistémologie) afin de pouvoir développer une capacité de réflexion critique sur les sciences. Le cours voudrait ainsi éclaircir certaines questions fondamentales pour tout scientifique :

- Qu'est-ce que la science ?
- Qu'est-ce qu'une théorie scientifique
- Qu'est-ce qu'une expérience ?
- Quelle est la valeur des sciences ?

L'accent sera porté sur les bases déjà acquises, c'est-à-dire sur la mécanique de Newton. Pour illustrer certains points, des exemples seront empruntés à plusieurs autres disciplines : mathématiques, biologie, informatique. Quelques notions philosophiques de base seront discutées.

Ce cours affiche pour objectif second de présenter, à travers quelques exemples, l'histoire de résultats fondamentaux de la mécanique. Ces résultats seront utilisés pour approfondir la réflexion menée sur les questions fondamentales présentées précédemment. Ces résultats font partie du bagage de tout bachelier se destinant à une formation scientifique supérieure, et paraissent « vrais » et « évidents », c'est-à-dire ne pas prêter à discussion. Or, un aperçu, même bref, de l'histoire du développement de ces résultats, montre que, très loin d'être des choses simples et intuitives, ces résultats sont d'une grande complexité et qu'ils n'ont été obtenus qu'après des siècles, voire des millénaires, de réflexion, de travail et de controverses d'une grande intensité. Ceci illustre parfaitement le besoin, pour tout scientifique, chercheur ou ingénieur, de maîtriser les

bases de la réflexion sur la nature de la science et donc de comprendre la portée et le domaine de validité de son savoir, au-delà de la simple érudition dans son domaine de spécialisation. Une lecture commentée de textes historiques et philosophiques sera effectuée pour la discussion.

Au delà de cet objectif, l'unité vise également à initier les étudiants aux méthodes scientifiques et développer la rigueur des raisonnements et de la déduction. Apprendre à faire des recherches documentaires dans les bibliothèques. Savoir analyser des documents écrits (articles, pages web ...). Savoir faire la synthèse des informations recueillies sous forme écrite et orale. Apprendre à travailler en groupe, à s'organiser et à gérer son temps de façon autonome.

Semestre S2

1M002 - Analyse et algèbre 2 (9 ECTS, 90 h présentielle, S2)

Objectifs de l'UE Cet enseignement approfondit les notions d'analyse réelle introduites au premier semestre et introduit les bases de l'algèbre linéaire.

Principaux points abordés

- Introduction au langage mathématique, rudiments de logique.
- Étude des nombres réels. Utilisation des quantificateurs, bornes supérieure et inférieure.
- Étude des suites de nombres réels, notion de suite convergente.
- Continuité et limites des fonctions numériques. Image d'un intervalle par une fonction continue.
- Matrices : définition, propriétés, matrices échelonnées réduites et méthode du pivot de Gauss. Résolution des systèmes linéaires par la méthode du pivot de Gauss.
- Espaces vectoriels, sous espaces vectoriels, familles génératrices, familles libres, bases, théorie de la dimension. Applications linéaires, noyau et image d'une application linéaire. Théorème du rang. Matrices associées à une application linéaire.
- Déterminants.
- Diagonalisation : valeurs propres, vecteurs propres. Application de la diagonalisation au calcul des puissances d'une matrice diagonalisable.

1AE01 - Systèmes mécaniques et électroniques : concepts et illustrations (9 ECTS, 84 h présentielle, S2)

Objectifs de l'UE : L'unité a pour objectif de présenter aux étudiants la démarche de l'ingénieur à travers des objets d'étude et d'introduire des concepts de base pour l'analyse de systèmes mécaniques et électroniques. Des illustrations sont faites autour de deux thèmes associant mécanique et électronique :

- Le corps humain : modélisation et surveillance médicale automatique. Modélisation de la circulation sanguine (modèle 1D d'écoulement, effet de la gravité). Analyse des signaux biologiques (capteurs, électrocardiogramme, notion de fréquence et de signal aléatoire).
- La robotique : robotique exploratoire (Curiosity sur Mars). Considérations énergétiques (motorisation, batterie : notions de puissance/énergie), déformation du bras effectuant les prélèvements sur le robot (illustration de la théorie des solides déformables), mesure de la position du bras (aspects capteurs, sensibilisation à l'association de systèmes).

Descriptif de générale l'UE et principaux points abordés :

- *Introduction à la démarche de l'ingénieur (2 h CM)*
 - Objets d'étude, notion de systèmes, exemples de systèmes électro-hydro-mécaniques avec analyse des différentes fonctions.
 - Modélisation, dimensionnement, optimisation, simulations, expérimentations et mesures.
- *Systèmes mécaniques (solide rigide, fluide, thermique) (20 h CM, 20 h TD)*
 - Introduction : notion d'effort, travail, puissance, énergie. Description et modélisation des actions mécaniques. Notions de centre de masse et de gravité. Notions statique/dynamique, régime stationnaire/quasi-stationnaire.
 - Mécanique des fluides (6 h CM, 6 h TD) : Notion de pression. Loi fondamentale de la statique des fluides. Principe d'Archimède, hydrostatique. Notion de débit, conservation de la masse, notion de résistance. Circuit hydraulique. Applications.
 - Solides rigides (6 h CM, 6 h TD) : Description et modélisation des actions mécaniques. Présentation de quelques liaisons (hypothèses parfaites). Efforts transmissibles. Principe fondamental de la statique du solide, d'un système de solides. Applications.
 - Solides déformables (6 h CM, 6 h TD) : Déformations et contraintes. Résistance à la déformation, module de Young. Application au comportement des poutres droites élastiques soumises à des charges (traction, compression). Notion de thermoélasticité.
 - Thermique (2 h CM, 2 h TD) : Notion de température et flux de chaleur. Introduction aux trois modes de transfert (conduction, convection, rayonnement). Coefficients d'échange
- *Systèmes électroniques (20h CM, 14h TD, 6 h TP) :*
 - Les lois générales de l'électrocinétique. Régime statique / dynamique. Régime Stationnaire/quasi stationnaire. Loi d'Ohm. Définition d'une résistance. Notion alternatif et continu (générateur de tension). Fréquence/période. Valeur crête. Valeur efficace. Valeur moyenne. Applications.
 - Dipôle et puissance. Convention récepteur / Convention générateur. Courbe U(I) caractéristique tension Intensité et I(U) caractéristique courant Intensité. Dipôle symétrique (résistance, capacité,

- bobine) et dissymétrique (diode, générateur). Dipôle passif. Caractéristique et définition du condensateur. Caractéristique et définition de la bobine. Applications.
- Lois de Kirchhoff : Loi des nœuds et loi des mailles. Diviseurs de courant/tension. Thévenin / Norton. Applications.
- Régime transitoire. Circuit RC, RL, LC. Etude énergétique. Applications.
- Régime sinusoïdal forcé. Représentation complexe d'un circuit. Notion d'impédance complexe. Circuit RC (fonction exponentielle). Circuit LC (fonction sinusoïdale). Circuit RLC. Etude énergétique. Analogie oscillateur mécanique. Applications.
- Etude de composants non linéaires. Modèle de la diode. Modèle du transistor en interrupteur. Applications.
- Redressement d'un signal sinusoïdal (diode et capacité). Hacheur. Applications.
- Notion de fonction de transfert. Notion de filtre 1^{er} ordre, 2^e ordre. Notion de dB. Notion de bruit. Applications.

1I002- Introduction à la programmation (9 ECTS, S2)

Objectif de l'UE : L'objectif de ce module est l'acquisition des connaissances nécessaires à la maîtrise des concepts de la programmation impérative en s'approchant du fonctionnement bas niveau de la machine.

Description générale : L'objectif de ce module est de permettre aux étudiants d'acquérir les connaissances nécessaires à la maîtrise des concepts de la programmation impérative et à leur mise oeuvre afin de résoudre des problèmes abstraits. Afin de permettre aux étudiants de mieux appréhender ces concepts et de les utiliser pour développer des programmes de qualité, nous chercherons à nous approcher du fonctionnement bas niveau de la machine et à le comprendre. Nous traiterons ainsi de la compilation d'un programme, du séquencement des instructions, du fonctionnement de la gestion de la mémoire, etc.

Descriptif de générale l'UE et principaux points abordés :

Compilation, Exécution, Debug, Notions d'instruction, d'expression, de variable, de type Structure d'un programme Utilisation de bibliothèques Bloc d'instructions, instruction conditionnelle, Boucles for, sortie de boucle, boucles while et do-while Bibliothèque graphique Tableaux à 1 et 2 dimensions, parcours, modifications Fonctions : déclaration, appel, structure d'un programme ; fonctions et tableaux Pointeurs : passage par référence, mémoire Algorithmes de tri, de recherche

Compétences disciplinaires attendues :

participer à la conception et à la réalisation d'applications logicielles : approche impérative - comprendre les différentes natures des informations : données, traitements, connaissances, textes ; mettre en oeuvre des méthodes d'analyse pour concevoir des applications et algorithmes à partir d'un cahier des charges partiellement donné ; comprendre l'importance de la notion de test de logiciel, mettre en oeuvre des tests élémentaires évaluer une solution informatique analyser, interpréter les résultats produits par l'exécution d'un programme expliquer et documenter la mise en oeuvre d'une solution technique ;

Compétences autres que disciplinaires :

Travail en équipe/binôme ET TME à rendre régulièrement - Capacité à utiliser ses savoirs pour répondre à un problème : problème posé sans guidage vers la solution i.e pas de découpage du travail à réaliser donc il faut analyser le problème posé, trouver des analogies avec des cas déjà vus en cours/TD et élaborer une solution adaptée à ce problème - capacité d'analyse de problème - capacité à mobiliser ses savoirs - capacité d'élaboration d'une solution adaptée au problème - capacité d'abstraction

1XM04 - Projet en Science de l'Ingénieur (6 ECTS, S2)

Objectif de l'UE : L'objectif de ce premier projet est de mettre l'étudiant en situation de répondre à un problème simple touchant aux sciences de l'ingénieur. En vue de formuler le problème et la démarche de résolution, l'étudiant est amené à mettre en lien ses connaissances, les approfondir en les complétant par une étude bibliographique, Il lui ait demandé de mettre en place une expérimentation et à analyser les résultats.

Quelques exemples de sujets de projet

- *Étude expérimentale d'un gyroscope vibrant à diapason* : Ce projet étudiera la vibration d'un diapason sur le manège de Coriolis du Palais de la découverte. Il sera fabriqué et mis au point dans l'atelier de mécanique de l'établissement. Dans un premier temps il sera étudié la vibration d'une barre, encastrée à une extrémité et libre à l'autre, dans deux cas : 1°) Dans un référentiel d'inertie. 2°) Dans le référentiel non inertiel que constitue le manège en rotation. Une première étude sera consacrée à des calculs théoriques et simulations numériques sur ordinateur. Elle sera basée sur l'étude du mouvement d'un point matériel dans un référentiel tournant. Une seconde partie sera consacrée aux applications expérimentales et industrielles, voir naturelle, des gyromètres et gyroscopes à diapasons vibrants. Le projet comportera une mise en relation des étudiants du groupe avec des laboratoires du Centre technique de la SAGEM à Argenteuil (Val d'Oise), sous forme d'une visite ou de ressources documentaire et scientifiques. Le montage expérimental terminé, des séances d'essais et de démonstration sur le manège de Coriolis seront vidéo-enregistrées.

Responsable : Alain Bioget, Département de physique du Palais de la découverte-Universcience

- *Étude de la combustion d'un biocarburant, un ester méthylique d'huile végétale sur moteur Diesel*

- Analyse bibliographique : Avantages et inconvénients d'un ester méthylique d'huile végétale (colza, tournesol) comme carburant alternatif, bilan énergétique du « puits à la roue », contexte écologique et économique, objectifs français, comparaison avec d'autres pays, caractéristiques physico-chimiques avec définition des propriétés, comparaison avec le gazole, fabrication des esters méthyliques d'huile végétale, impact sur les polluants, normes européennes sur les émissions de polluants pour le moteur Diesel, évolution du biodiesel (biocarburant de 2^e génération). Contraintes et mises au point du véhicule, exemples de véhicules fonctionnant au biodiesel.
- Essais réalisés à Saint-Cyr l'École (Versailles) sur banc moteur : Démontage et remontage d'un moteur Diesel : liste des différents organes d'un moteur Diesel avec leur utilisation et fonction, principe général d'un moteur Diesel, caractéristiques d'un moteur Diesel avec ordre de grandeur. Détermination de la composition des gaz d'échappement, définition de la richesse.

Responsable : Guillaume Legros (MCF), d'Alembert.

- *Audition active : exemple de la chauve-souris.*

Il s'agit de reproduire, dans une certaine mesure, les principes utilisés par la souris pour "percevoir" son environnement à partir de signaux ultra-sonores (US). Plus concrètement il s'agira de mettre en place un système de télémétrie ultrasonore, à partir des temps de vol des signaux US, afin de "cartographier" en temps réel son environnement (mur, obstacle fixe ou en mouvement,...). Les étudiants auront à effectuer :

- une bibliographie : perception chez la chauve souris, Les US et leur propagation, Principe de la télémétrie US, l'effet Doppler et ses applications.
- une réalisation : les étudiants disposeront d'une maquette constituée d'émetteur / récepteur US (éventuellement à améliorer). Ils devront analyser les signaux US, faire l'acquisition des signaux via la plateforme ELVIS de National Instrument, effectuer l'affichage en temps réel des distances aux obstacles et, le cas échéant, mettre en évidence l'effet Doppler.

Responsable : J.L. Zarader (PR), S. Argentieri (MCF) et B. Gas (MCF), ISIR.

- *Studio d'enregistrement audio numérique* : Il s'agit de mettre en place un système d'acquisition et de restitution de signaux sonores (parole, musique, bruits d'intérieur et d'extérieur,...) dans un environnement approprié (salle sourde ISIR) et permettant des effets sonores. Les étudiants auront à effectuer :

- une bibliographie : le son et la physique de sa propagation ? Architecture des salles d'enregistrement et de concert. Fonctionnement Mécanique / Electronique de microphones et HP.
- une réalisation : câblage multivoies de la salle audio, prises en main des systèmes d'acquisition matériel et logiciel (table de mixage), restitution d'un environnement sonore complexe et effet de mixage/sonore.

Responsable : J.L. Zarader (PR), S. Argentieri (MCF) et B. Gas (MCF), ISIR.

- *Étude, par la simulation, de l'éligibilité des signaux WiFi du futur, pour la localisation d'objets connectés*
L'étudiant devra à l'issue de ce stage être capable de déterminer les caractéristiques spécifiques des signaux de communication, en termes de puissance d'émission, de fréquence, de bande passante, et de définir, avec l'aide de ses encadrants, les paramètres pertinents à analyser en vue de leur utilisation ultérieure pour la localisation de sources micro-ondes.
L'illustration se faisant sur des signaux de type WiFi, il convient tout d'abord de faire une étude bibliographique listant l'ensemble des normes WiFi actuellement en vigueur, puis à l'aide de logiciels de simulation, tester les capacités de chaque signal à fournir, avec suffisamment de résolution, des informations temporelles nécessaires à la localisation.

Responsables : Aziz Benlarbi-Delaï (PR) et Julien Sarrazin (MCF), Laboratoire d'Électronique et Électromagnétisme (L2E) de l'UPMC.

- *Réalisation d'une transmission sans fil infrarouge – application à la mesure de vitesse de rotation d'un moteur pas à pas* : L'étude proposée s'intègre dans le contexte général des transmissions d'informations et/ou d'énergie sans fil. Le projet permet la réalisation d'un capteur optique assurant la mesure de la vitesse (et position éventuellement) d'un moteur pas à pas. Le travail à réaliser est organisé autour des grands thèmes suivants :
 - Étude théorique et expérimentale des éléments constitutifs d'une transmission par infrarouge (diode électroluminescente et photodiode).
 - Étude et réalisation d'un dispositif de traitement du signal en sortie du récepteur permettant l'analyse de l'information.
 - Étude et mise en œuvre du banc de mesure de vitesse d'un moteur pas à pas.
 - Analyse des performances du capteur.

Responsable : Muriel Darces (MCF), Laboratoire d'Électronique et Électromagnétisme (L2E) de l'UPMC.

- *Tour Solaire* : La maîtrise des énergies renouvelables est un des points majeurs dans le développement futur des applications en Ingénierie. Une tour solaire est utilisée pour amener l'air chauffé par le soleil à l'intérieur de la tour pour faire fonctionner des turbines pour produire de l'électricité. Ces installations (ou

des variations) sont étudiées pour donner lieu à des sources renouvelables d'énergie. Par exemple en Australie on construit une tour solaire avec une cheminée de 990 m de hauteur, 70 mètres de diamètre ce qui donnerait 200 mW soit l'équivalent en électricité d'environ 200 000 logements. Le but de ce projet est de mener un travail bibliographique sur le sujet pour bien comprendre les phénomènes mis en jeu et les équations qui peuvent les modéliser. Le travail sera complété par des simulations sur un cas d'étude.

Responsable : José-Maria Fullana (PR) et Pierre-Yves Lagree (DR), D'Alembert.

- *Écoulement dans un milieu poreux* : La dynamique des fronts mouillé/sec ou mouillé/mouillé dans un milieu poreux apparaît dans des différentes applications industrielles en Ingénierie : récupération de pétrole dans le sous-sol, modélisation de polluants dans les nappes phréatiques, étude de la pénétration de l'eau dans le ciment, transport de nutriments dans les systèmes biologiques, etc. Le but de ce projet est de monter une expérience simple de montée de liquide sur un papier placé verticalement comme le montre la Figure 1 et de comparer cette montée avec un modèle simple. Le papier apparaît comme un milieu poreux bi-dimensionnel, la montée de liquide se fait donc par capillarité.

Les étapes possibles du projet sont

- montage de l'expérience ;
- prise de données (appareil photo + logiciel analyse d'images) ;
- étude bibliographique pour définir un modèle mathématique de la montée de la hauteur en fonction du temps ;
- comparaison données expérimentales/modèle.

Responsables : José-Maria Fullana (PR) et Pierre-Yves Lagree (DR), D'Alembert.

- *Étude expérimentale d'un procédé hydrodynamique de dépollution marine* : Ce projet a pour objectif d'étudier expérimentalement le principe et les performances d'une technique hydrodynamique de dépollution marine. Une nappe de pétrole peut être réduite en l'extrayant par entraînement avec un tapis roulant. Dans le cadre de ce projet, les étudiants construiront le dispositif et étudieront ses performances sur des fluides-modèles en terme de débit d'extraction, de sélectivité pétrole-eau, et de gamme de viscosité du pétrole extractible. Ils modéliseront ce procédé et compareront leurs observations avec leur modèle.

Responsable : Régis Wunenberger (PR), D'Alembert.