Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace
SUPAERO

Ingénieurs ISAE-SUPAERO

Programme 2022-2023

Ingénieur ISAE-SUPAERO

Programme **2022-2023**

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4

TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15

TRONC COMMUN HUMANITÉS 19

PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26

PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28

PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29

STAGE OUVRIER 32

MODULES ÉLECTIFS 34

SOMMAIRE

Sommaire 2
Structuration de la première année 3

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
Informatique 5
Mathématiques appliquées 6
Mécanique et thermodynamique des fluides 7
Mécanique générale 8
Mécanique des solides déformables 9
Physique 11
Signaux et systèmes 13

TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
L'entreprise et son environnement 6
Initiation à la comptabilité 17
Gestion de projet 18

TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
Arts & cultures 20
Langue vivante 1 22
Langue vivante 2 23
Pratiques corporelles 24
Cycle de conférences: Science, culture et société 25

PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
Projets innovation et créativité 27

PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28

PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29

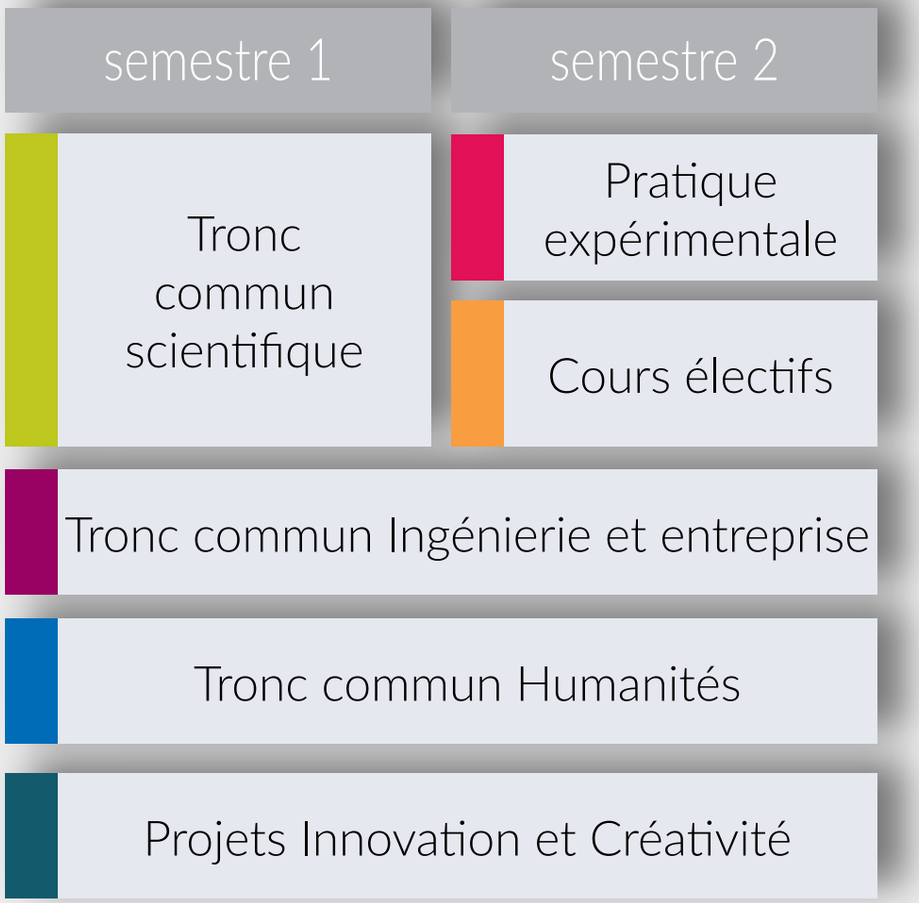
STAGE OUVRIER 32

MODULES ÉLECTIFS 34
Vers la simulation numérique intensive 35
Approches alternatives en Mécanique des Fluides 36
Acoustique et ondes de choc 37
Aérodynamique des Automobiles 38
écoulements géophysiques 39
écoulements diphasiques à interface 40
Propulsion éolienne 41
La transition energetique : quel rôle pour l'ingénieur ? 42
Phénomenes aleatoires en dynamique des fluides 43
Deep learning en dynamique des fluides 44
Physique des ordres de grandeurs pour un monde en transition. 45
Histoires des structures aérospatiales et leurs mathématiques 46
Systèmes dynamiques: comment ça marche 47
Modélisation des systèmes mécaniques et éléments de guidage et de transmission 48
Écoconception 49
Comment concevoir robuste et fiable 50
La mécanique par l'expérience 51
Performances des Avions 52
Mathématiques et Espace 53
Introduction à l'Intelligence Artificielle par la programmation des jeux 54
Langages Fonctionnels et Logiques 55
Introduction à la Théorie des Graphes Déterministe et Aléatoire 56
Approfondissement en mathématiques 57
Systèmes embarqués de commande / contrôle 58
Distributions, Opérateurs et Semi-Groupes 59
Chaînes de Markov 60
Théorie de l'information 61
Optimisation numérique avancée 62
Relativité générale et cosmologie 63
Physique stellaire et planétologie 64
Ingénierie quantique : calculateurs quantiques, téléportation et molécules-machines 65
Physique des lasers 66
Physique des particules 67
La miniaturisation, jusqu'où ? Des nanotechnologies aux nano-objets 68
Bioingénierie : sciences de l'ingénieur pour le médical 69
Conception des circuits numériques complexes 70
Métiers du conseil : méthodologie, méthode agile 71
Montage d'un projet de creation d'entreprise 72
EACS-103 à 110 73
Initiation au droit 74
Droit du travail 75
Private equity 76
Les modalités de financement 77
La propriete intellectuelle et les contrats dans l'industrie aérospatiale 78
Droit fiscal 79
Marketing Initiation: 80
From Market Research to Business Communication To be able to work with Marketing Teams 80
Business to Business Marketing : 81
From Industrial Marketing to Business Marketing 81
To know the specificities of the BtoB contextes 81

Ingénieur ISAE-SUPAERO

Programme **2022-2023**

STRUCTURATION DE LA PREMIÈRE ANNÉE



TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4

TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15

TRONC COMMUN HUMANITÉS 19

PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26

PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28

PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29

STAGE OUVRIER 32

MODULES ÉLECTIFS 34

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE

Informatique 5
Mathématiques appliquées 6
Mécanique et thermodynamique des fluides 7
Mécanique générale 8
Mécanique des solides déformables 9
Physique 11
Signaux et systèmes 13

Ingénieur ISAE-SUPAERO

Programme **2022-2023**

1re année

Semestre **1**

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4

TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15

TRONC COMMUN HUMANITÉS 19

PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26

PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28

PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29

STAGE OUVRIER 32

MODULES ÉLECTIFS 34

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE

TCS1-IN

2.5 ECTS

40 h

INFORMATIQUE

Responsable : Christophe GARION

L'objectif de ce bloc est de donner aux étudiants un bagage pour concevoir et développer tout ou partie de logiciels de taille moyenne quel que soit le domaine d'application. A2:N72 et les structures de données usuelles seront présentées. Le langage de programmation C permettra d'illustrer les concepts algorithmiques et de comprendre comment un programme s'exécute sur une machine.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Durant ce cours, l'accent sera mis sur la maîtrise des algorithmes, la programmation structurée en langage C, les structures de données usuelles et les bonnes pratiques de développement, préalable à la production de logiciels de taille moyenne en équipe. On insistera sur la gestion de la mémoire en C.

Algorithmique

- Concevoir un algorithme et une structure de données en fonction d'un problème posé (structures linéaires, structures arborescentes, graphes) ;
- Évaluer la complexité d'un algorithme donné en terme de O ;
- Exprimer un algorithme dans un langage impératif et procédural.

Programmation

- Écrire un programme impératif dans le langage C pour implanter un algorithme ou une structure de données ;
- Débugger un programme écrit dans ce langage ;
- Comprendre ce qui se passe lors de l'exécution d'un programme : modèle mémoire (pile et tas), édition de liens.

Génie logiciel

- Décomposer un problème en identifiant les sous-problèmes à résoudre ;
- Séparer les aspects spécification et implantation d'une application ou d'une bibliothèque ;
- Construire l'interface (API) d'une application ou d'une bibliothèque pour un utilisateur extérieur ;
- Documenter du code ;
- Appliquer des règles de codage.

PRÉREQUIS ET REMISE À NIVEAU

Module 1A « Algorithmique et Programmation »

En ce qui concerne le module « Algorithmique et Programmation » de 1A, les seuls prérequis sont les cours d'Informatique pour tous de CPGE et le suivi du module « Command-Line interface in Linux » sur LMS. Des modules de remise à niveau en Python sont disponibles sur LMS.

ÉVALUATIONS

Le module est évalué par deux notes :

- une note de projet (50% de la note finale) qui est un projet personnel à faire en dehors des heures de cours. Aucun rapport n'est demandé.
- une note d'examen (50% de la note finale). L'examen se déroulera sur une machine permettant de développer des applications en langage C, mais le seul accès dont disposera l'élève sera une connexion vers son dépôt personnel. Les seuls documents autorisés seront les documents distribués en cours. L'examen portera à la fois sur la conception d'algorithme et la programmation en langage C.

Le non-suivi de l'autoformation à l'accès système empêchera systématiquement la validation du module.

BIBLIOGRAPHIE

Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest and Clifford Stein. Introduction to Algorithms, third Edition. MIT Press, 2009.

Robert Sedgewick and Kevin Wayne. Algorithms, fourth Edition. Addison-Wesley Professional, 2011.

Brian W. Kernighan and Dennis M. Ritchie. The C Programming Language, second Edition. Prentice Hall, 1988.

Ingénieur ISAE-SUPAERO

Programme **2022-2023**

1re année

Semestre **1**

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4

TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15

TRONC COMMUN HUMANITÉS 19

PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26

PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28

PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29

STAGE OUVRIER 32

MODULES ÉLECTIFS 34

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE

TCS1-MA

5 ECTS

90 h

MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES

Responsable : Ghislain HAINE / Nathalie BARTOLI

Trois objectifs principaux dans le cursus :

- approfondir et utiliser les notions abordées en classe préparatoire dans le contexte des sciences de l'ingénieur ;
- développer et améliorer la compétence des élèves à modéliser des phénomènes issus des sciences de l'ingénieur ;
- entraîner et maîtriser l'abstraction, l'axiomatisation et la logique déductive initiées en classe préparatoire.

Le tronc commun de mathématiques est un enseignement à vocation transversale qui se donne pour objectif de fournir aux étudiants la maîtrise d'outils mathématiques actuels, qui dépassent le cadre académique des classes préparatoires, et qui sont nécessaires à une bonne compréhension du reste de la formation : aérodynamique, mécanique des structures, électronique, automatique, traitement du signal…

La formation en mathématiques appliquées vise en particulier trois domaines d'application importants dans l'industrie :

- la modélisation et la simulation numérique : identifier les modèles, reformuler et résoudre les problèmes considérés, combiner les différentes méthodes abordées, les simuler sous MATLAB… ;
- le traitement du signal et des images : nommer les différentes transformées, les associer aux bonnes équations, les combiner, les différencier… ;
- l'analyse de phénomènes aléatoires : identifier les lois de probabilités, reformuler les problèmes considérés, utiliser les tests statistiques…

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

- connaissance : à partir des cours en amphi et des polycopiés distribués, l'étudiant devra être capable de mémoriser, identifier, définir et formuler les différentes notions et différents résultats abordés ;
- compréhension : à partir des exercices qui seront faits en petites classes, l'étudiant devra être capable de reconnaître, comparer et décrire ces différentes notions et différents résultats ;
- application : à partir des exercices et des travaux pratiques sur table ou sur machine, l'étudiant devra être capable d'illustrer, simuler et résoudre les différents problèmes qui lui seront soumis.

Mathématiques déterministes (60 h)

- optimisation (20 h)
- analyses (40 h) – Fonctionnelle / Harmonique/ Numérique

Mathématiques aléatoires (30 h)

- probabilités (15 h)
- statistique (15 h)

PRÉREQUIS ET REMISE À NIVEAU

Les cours sont construits de telle sorte que l'unique pré-requis est le programme de mathématiques de classes préparatoires : filières MP, PC, PSI, PT.

ÉVALUATIONS

La notation du bloc de Mathématiques Appliquées s'appuiera sur 3 notes principales, calculées à partir de deux types d'évaluation :

- des tests écrits ;
- des bureaux d'étude.

Au total, il y aura 3 tests écrits, et 9 BE de 2 h (1 sur table et 8 sur machine).

- optimisation :
  - 1 test écrit de 1 h (11 points)
  - 3 BE, notés en séance (3 × 3 points)
- analyses :
  - un test écrit de 2 h, documents autorisés (10 points)
  - 1 BE sur table de 2 h, noté sur compte-rendu fait en présentiel (4 points)
  - 1 BE machine de 2 h, noté sur fiche en présentiel (2 points)
  - 1 BE machine de 2 h, noté sur compte-rendu (4 points)
- probabilités et Statistique :
  - un test écrit de 2 h, documents autorisés (14 points)
  - 2 BE machine de 2 h, notés sur compte-rendu (2 × 3 points)

Dans le cas où le bloc ne serait pas validé, un examen de rappel sera organisé et portera a priori sur l'intégralité du programme.

Ingénieur ISAE-SUPAERO

Programme 2022-2023

1re année

Semestre 1

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4

TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15

TRONC COMMUN HUMANITÉS 19

PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26

PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28

PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29

STAGE OUVRIER 32

MODULES ÉLECTIFS 34

2.5 ECTS

45 h

MÉCANIQUE ET THERMODYNAMIQUE DES FLUIDES

Responsable : Sébastien DUPLAA

Cet enseignement participe à l'acquisition de connaissances essentielles à tout ingénieur diplômé de l'ISAE. Il a pour objectif de poser les bases de la thermodynamique appliquée à l'ingénieur, d'exposer la physique à la base des modèles régissant la mécanique des fluides, et d'aborder la notion de propulsion. Les étudiants obtiendront les fondamentaux pour comprendre et analyser le fonctionnement des différents types de machines thermiques qui nous entourent. Ils appréhenderont la phénoménologie des écoulements fluides dans diverses configurations, obtiendront les clés de l'analyse des efforts s'exerçant sur un obstacle, un profil. Enfin, ils aborderont les systèmes propulsifs ainsi que leurs caractéristiques de fonctionnement.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

À l'issue de ce bloc de tronc commun scientifique, l'étudiant devra connaître:

- les modèles classiques de mécanique des fluides et les limites de validité
- la terminologie, les paramètres et les outils d'analyse des écoulements
- les principes de thermodynamique des cycles
- la phénoménologie et les caractéristiques des chocs et détentes

À l'issue de ce bloc de tronc commun scientifique, l'étudiant devra être capable de :

- classifier les écoulements
- évaluer des efforts
- justifier les principes de création de portance et poussée
- analyser les performances d'un cycle thermodynamique
- calculer les variations des grandeurs physiques à travers un choc, au cours d'une détente

Mécanique des fluides et aérodynamique incompressible (23h):
Principes de conservation, modèle complet de Navier-Stokes, similitude, modèles restreints (couche limite, fluide parfait, écoulement potentiel)

Aérothermodynamique, cycles et écoulement compressible (22h):
1er et 2e principe, changement de phase, gaz parfaits et grandeurs totales, machines thermiques (machine à piston, turboréacteur, pompe à chaleur ...) et cycles thermodynamiques (Diesel, Joule, Rankine...), écoulement compressible (choc/détente).

PRÉREQUIS ET REMISE À NIVEAU

En mécanique des fluides, aucun prérequis ; une pratique antérieure d'hydrostatique pourra faciliter l'intégration de certaines notions, mais non nécessaire.

L'enseignement de thermodynamique sera condensé et enseigné en lien étroit avec la mécanique des fluides sous la forme d'aérothermodynamique puis rapidement orienté sur les systèmes de génération de puissance.

ÉVALUATIONS

Le module est validé avec une note supérieure ou égale à 11/20. La note globale sera établie à partir de 2 modes d'évaluation comme suit :

- une note moyenne de 5 QCM notés comptant pour 1/3 de la note globale.
- deux examens écrits de 2h comptant chacun pour 1/3 de la note globale.

BIBLIOGRAPHIE

A. Bonnet & J. Luneau, « Aérodynamique : théories de la dynamique des fluides. » Cépaduès, 1989.

Lucien Borel « Thermodynamique et énergétique. », Presses polytechniques et universitaires romandes, troisième edition, 1991.

Herbert B. Callen, « Thermodynamics and an introduction to thermostatistics.",John Wiley &Sons, second edition, 1985.

Maurice Bailly, «Thermodynamique technique - Tome 1 - Chaleur, principes, gaz et vapeurs », Bordas, 1971

Maurice Bailly, «Thermodynamique technique, 2a. production transfert de la chaleur - écoulements», Bordas, 1971

Maurice Bailly, «Thermodynamique technique 2b. machines thermiques et frigorifiques - tables numériques», Bordas, 1971

Patrick Chassaing, « Mécanique des Fluides : éléments d'un premier parcours. »,Cépaduès éditions, Toulouse, 2000.

J.D. Anderson. "Fundamentals of aerodynamics." 3ème Edition, McGraw-Hill

Higher Education, 2001.

I.L. Ryhming, « Dynamique des fluides. » 2ème Edition, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1991.

Ingénieur ISAE-SUPAERO

Programme 2022-2023

1re année

Semestre 1

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4

TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15

TRONC COMMUN HUMANITÉS 19

PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26

PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28

PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29

STAGE OUVRIER 32

MODULES ÉLECTIFS 34

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE

TCS1-MG

3.5 ECTS

50 h

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Responsable : Éric POQUILLON

Ce cours vise à transmettre les équations du mouvement des systèmes solides afin de pouvoir modéliser le comportement et la trajectoire de véhicules aéronautiques et spatiaux. Ces capacités de modélisation seront nécessaires pour aborder les enseignements ultérieurs de mécanique appliquée et de modélisation : aérodynamique, mécanique des structures, dynamique des véhicules aérospatiaux, moteurs, robotique, identification et contrôle des systèmes. Les cours s'articulent autour de 4 disciplines.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Mécanique générale : connaître et savoir appliquer les théorèmes de la mécanique générale pour résoudre les problèmes de systèmes de plusieurs solides en translation et en rotation. Savoir les utiliser pour étudier l'équilibre et la stabilité statique et dynamique des systèmes.

Mécanique céleste : avoir une connaissance générale des problématiques et des outils de la mécanique céleste : problème à deux corps, à trois corps, hamiltonien, couplage spin-orbite.

Dynamique du vol de l'avion : l'enseignement de la dynamique du vol a pour objectif de rendre l'étudiant apte à comprendre et quantifier les phénomènes en jeu lors d'un vol équilibré d'un avion, c'est-à-dire pendant la plus grande partie du vol.

Il pourra répondre aux questions du type : comment faire monter ou descendre l'avion ? Comment modifier la vitesse d'un avion ? Quels sont les efforts impliqués dans l'équilibre du virage ?

Outre l'explication de ces comportements, il pourra calculer les valeurs des paramètres de ces équilibres. Comprendre les phénomènes c'est aussi comprendre pourquoi les avions ressemblent à ce qu'ils sont. Ainsi l'étudiant pourra justifier le rôle de l'empennage horizontal, de la dérive, etc…

Le second objectif concerne l'acquisition d'une culture aéronautique qui permettra à l'étudiant de comprendre les discours généraux sur les avions, leur conception, leurs performances et aussi sur la plupart des accidents.

Mécanique générale : connaissances des théorèmes fondamentaux de la mécanique des systèmes des solides rigides – Connaissances de l'approche de Lagrange et des puissances virtuelles – Connaissances de la stabilité linéaire et équilibre de ces systèmes- Notions de vibration et de résonnance

Mécanique céleste : connaissance des fondamentaux de la mécanique céleste – Connaissances des outils et des méthodes de la mécanique spatiale, et son application aux véhicules spatiaux (orbites terrestres, trajectoires interplanétaires…) – Application de la mécanique du solide aux véhicules aérospatiaux en vue de l'étude de leur trajectoire, des transferts d'énergie, de leur stabilité et de leur contrôlabilité.

Dynamique du Vol de l'avion : Introduction des concepts et du vocabulaire de la mécanique du vol : anémobarométrie, angles et repères spécifiques ; étude des équilibres de l'avion – équilibre longitudinal qui régit le vol dans un plan vertical, en particulier la pente et la vitesse, et équilibre latéral qui traite le cas du virage et du vol rectiligne dérapé. Ce dernier se rencontre lors d'un atterrissage par vent de travers ou en cas de panne moteur.

PRÉREQUIS ET REMISE À NIVEAU

Mécanique générale : théorèmes généraux, géométrie des masses, cinématique ;

Mécanique céleste et la mécanique spatiale : principaux outils mathématiques (Systèmes dynamiques, Lagrangien, Hamiltonien), mécanique générale ;

Dynamique du vol : mécanique générale, bases en Aérodynamique.

ÉVALUATIONS

Le module sera évalué sur la base de :

- un examen écrit (avec documents) commun entre la mécanique générale, la mécanique céleste et la dynamique du vol ;
- deux bureaux d'études en mécanique générale ;
- un bureau d'études en mécanique céleste ;
- deux bureaux d'études en dynamique du vol.

BIBLIOGRAPHIE

Yves Gourinat, Exercices et problèmes de mécanique des solides et des structures. Application à l'aéronautique et l'aérospatiale, coll. Sciences Sup., Dunod

ISAE SUPAERO
Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 1

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

TCS1-MS

2.5 ECTS
46 h

MÉCANIQUE DES SOLIDES DÉFORMABLES

Responsable : Catherine MABRU

Cet enseignement participe à l'acquisition par tout ingénieur diplômé de l'ISAE, d'une culture pluridisciplinaire en mécanique des matériaux et des structures afin qu'il puisse dialoguer avec des ingénieurs spécialistes mais aussi de comprendre les approches complexes transverses du dimensionnement.

Ce module de Tronc Commun est composé de deux parties. La première est dédiée à la Mécanique des Matériaux (26 h). Elle présente d'une part les familles de matériaux et les propriétés d'usage et pose d'autre part les bases du dimensionnement mécanique d'une structure, en particulier les grandeurs de base du dimensionnement : les contraintes et les déformations, ainsi que les lois de comportement qui les relient. La deuxième partie aborde les premiers éléments de Calcul des Structures (20 h) : en s'appuyant sur les bases introduites en première partie, elle se concentre sur l'analyse et le dimensionnement de structures (ou systèmes de structures) élancées de type poutre. Les éléments complémentaires de Calcul de Structures seront vus en 2e année.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Pour la **première partie** :

- montrer l'importance de la composante « matériaux » dans les performances techniques et économiques des structures et moteurs aérospatiaux ;
- présenter les grandes familles de matériaux (physique et propriétés d'usage) constitutifs des structures et moteurs aérospatiaux ;
- introduire les relations de comportement avec une application au cas particulier de l'élasticité linéaire ;
- présenter les critères usuels de dimensionnement des structures.

Pour la **deuxième partie** : analyser une structure simple (ou un système de) de type poutre et en faire le prédimensionnement, dans le cadre de l'hypothèse des petits déplacements et petites déformations.

COMPÉTENCES ATTENDUES

- connaître les grandes familles de matériaux et leur domaine d'utilisation dans les structures aéronautiques et spatiales ;
- comprendre les grandeurs de base du dimensionnement : les contraintes et les déformations ;
- être capable de choisir un matériau pour une application donnée ;
- être capable de résoudre des problèmes d'élasticité linéaire pour des cas de chargement types ;
- appliquer les critères usuels de dimensionnement, notamment aux structures simples de type poutre.

Mécanique des matériaux (26 h) : Matériaux aéronautiques, propriétés d'usage, choix des matériaux, notions de contraintes, notions de déformations, élasticité linéaire, méthodes de résolution et critères usuels de dimensionnement, rhéologie, plasticité, visco-plasticité

Calcul de structures (20 h) : Statique et diagramme, distribution de contraintes / effort internes, effort normal et flexion, cisaillement, torsion, sollicitations combinées, flambage, hyperstaticité

PRÉREQUIS ET REMISE À NIVEAU

Par rapport aux autres modules de 1e année :

- mécanique générale ;
- un minimum de connaissance sur les opérateurs différentiels est souhaité (réalisé dans le socle scientifique Mathématiques).

Par rapport au cursus d'origine (prépa, AST) :

- mécanique du point.

ÉVALUATIONS

Mécanique des matériaux : 3 BE (50 %), 1 examen écrit de 2 h (50 %)

Calcul de structures : 2 tests de 30 min (25 %), 1 examen écrit de 2 h (75 %)

BIBLIOGRAPHIE

Michael F. Ashby, David R.H. Jones, Matériaux. T1 Propriétés, applications et conception, col. Sciences Sup, Dunod, 2013 – 4e éd.

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

MÉCANIQUE DES SOLIDES DÉFORMABLES (SUITE)

D. Dartus, Elasticité linéaire, Editions Cépadues-Collection «Polytech», 1995.

D. Bellet et J.J Barrau, Cours d'Elasticité, éd. Cépadues-Collection «La Chevèche», 1990.

D. Bellet, Problèmes d'élasticité, éd. Cépadues-Collection «La Chevèche»,1990.

R.. Boudet et P. Stephan, Résistance des matériaux, Cépadues-Editions, 1998.

J. Courbon, Résistance des matériaux, tomes 1 et 2, Dunod, 1965

J.J. Barrau et S Laroze, Tome 1, Résistance des matériaux et structures, Tome 2, Théorie des poutres, Eyrolles-Masson, 1971.

S. Timoshenko, Résistance des matériaux, tome 1 et 2, Librairie polytechnique, 1954.

J. Roux, Résistance des matériaux par la pratique, tomes 1 et 2, Eyrolles, 1995.

Frey, Mécanique des structures, Presses polytechniques et universitaires romanes, 1994.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4

TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15

TRONC COMMUN HUMANITÉS 19

PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26

PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28

PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29

STAGE OUVRIER 32

MODULES ÉLECTIFS 34

Ingénieur ISAE-SUPAERO

Programme **2022-2023**

1re année

Semestre **1**

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4

TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15

TRONC COMMUN HUMANITÉS 19

PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26

PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28

PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29

STAGE OUVRIER 32

MODULES ÉLECTIFS 34

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE

TCS1-PH

3.5 ECTS

50 h

PHYSIQUE

Responsable : Sébastien MASSENOT

La vocation des enseignements du bloc de tronc commun de Physique est de conforter l'assise scientifique de tout ingénieur par des enseignements à caractère fondamental et transverse permettant d'adresser plusieurs champs disciplinaires. L'introduction de nouveaux concepts permettra également d'apporter une lucidité technique à tout ingénieur devant faire face à un problème en rupture avec des modélisations classiques.

Les enseignements de première année visent à assurer l'assimilation des principaux concepts issus des théories cadres de la physique du début du XXe siècle : Relativité, Physique Quantique, Physique Statistique. Il s'agira :

- de sensibiliser les élèves à la physique des grandes vitesses, à la physique du monde microscopique et nanoscopique, aux problèmes mettant en jeu un grand nombre de particules ;
- de provoquer une prise de conscience sur le caractère non-intuitif des lois de la physique dans ces différents domaines.

Les concepts introduits permettront aux élèves de disposer des bases et des repères minimaux et nécessaires pour suivre les évolutions aussi bien de la physique de l'infiniment petit que celle de l'infiniment grand.

L'identification par les élèves des différents éléments de physique fondamentale à la base des développements techniques actuels (laser, microélectronique, matériaux, capteurs...) est un objectif complémentaire à cet enseignement ainsi que la mise en application des outils standards de l'ingénieur : algèbre linéaire, analyse spectrale, transformée de Fourier, probabilités....

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

A l'issue de ces enseignements, les élèves devront être capable de:

- savoir décrire les lois de la physique contemporaine dans les limites des hautes vitesses, aux échelles microscopiques et mettant en jeu un grand nombre de particules ;
- remettre en cause les notions classiques d'espace et de temps ;
- connaitre la description du monde quantique ;
- connaitre la nécessité de disposer d'une approche statistique pour traiter les problèmes à un grand nombre de particules ;
- maitriser les ordres de grandeur associés à chacune des échelles rencontrées ;

Relativité restreinte (10h)

- relativité galiléenne et incompatibilité avec l'électromagnétisme ;
- principe de relativité ;
- transformation de Lorentz, dilatation des durées, contraction des longueurs, cinématique relativiste ;
- structure de l'espace-temps ;
- dynamique relativiste, quadrivecteur impulsion-énergie / expression du principe fondamental de la dynamique / équivalence masse-énergie ;
- effets relativistes dans le système GPS (cinématiques et dilatation gravitationnelle du temps).

Physique quantique (20h)

- introduction à la physique quantique - Fonction d'onde à une particule, construction de l'équation de Schrödinger ;
- effet tunnel électronique ;
- état quantique - Principe de superposition ;
- mesure d'un état quantique et fonction d'onde - Grandeurs physiques mesurables - Opérateurs - Principe de correspondance - Spectres d'un opérateur ;
- puits de potentiel infini et quantification ;
- potentiel périodique et bandes d'énergie ;
- réduction du paquet d'onde - Démonstration des relations d'indétermination d'Heisenberg ;
- équation d'évolution ;
- résolution matricielle de l'équation de Schrödinger et transitions entre états quantiques ;
- quantification de l'oscillateur harmonique quantique ;
- rotations et spin d'une particule ;
- fonction d'onde à deux particules et états emmêlés - Corrélations quantiques à longue distance.

Physique statistique à l'équilibre (20h)

- nécessité de la physique statistique ;

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 1

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

PHYSIQUE (SUITE)

- propriétés des particules (classiques, quantiques, discernabilité) / Densité d'états / Notions de micro- et de macro-états ;
- entropie statistique ;
- postulat d'équiprobabilité pour le système isolé ;
- propriétés statistiques d'un système à deux états ;
- propriétés de l'ensemble microcanonique pour le système isolé ;
- propriétés de l'ensemble canonique pour les systèmes fermés, systèmes en contact avec un thermostat / Fonction de partition ;
- application au gaz parfait et diatomique ;
- chaleur spécifique des solides - Modèles d'Einstein et de Debye ;
- ensemble grand-canonique pour les systèmes ouverts ;
- introduction aux statistiques quantiques (indiscernabilité des particules et Principe de Pauli) ;
- propriétés des fermions et des bosons / Gaz parfait de fermions - Gaz parfait de bosons ;
- thermodynamique du gaz de de photons et loi du corps noir ;
- conductivité électrique et gaz de Fermions.

PRÉREQUIS ET REMISE À NIVEAU

Programme de physique et de mathématiques de classes préparatoires.

ÉVALUATIONS

La validation du bloc est à 10/20.

Relativité restreinte: 1 questionnaire d'autoévaluation – un BE à préparer puis à rendre après la séance

Physique quantique: 2 questionnaires d'autoévaluation et un test écrit d'1h avec documents.

Physique statistique:2 questionnaires d'autoévaluation, un BE à préparer puis à rendre après la séance et un test écrit d'1h avec documents

BIBLIOGRAPHIE

Relativité et invariance, 2nde édition, J.-P. Pérez, Dunod (2011)

Introduction à la relativité restreinte, J. Hladik & M. Chrysos, Dunod (2006)

Relativité restreinte, bases et applications, 2nde édition, C. Semay & B. Silvestre-Brac, Dunod (2010)

Mécanique quantique I et II, Cohen-Tannoudji, Diu et Laloë, Hermann (1997)

Physique quantique, M. Le Bellac, EDP Sciences (2007)

Quantique, fondements et applications, J.P. Perez, R. Carles et O. Pujol, DeBoeck (2013)

Mécanique quantique, C. Texier, Dunod (2011).

Eléments de physique statistique. Hasard, Organisation, évolution. S. Vauclair, 1993, InterEditions.

Physique statistique. B. Diu, C. Guthmann, D. Lederer & B. Roulet, 1989, Hermann.

Physique statistique et illustrations en physique du solide. C. Hermann, 2003, Editions de l'école polytechnique.

Physique statistique à l'équilibre et hors équilibre, 3ème édition, C. Ngô & H. Ngô, 2008, Dunod.

Ingénieur ISAE-SUPAERO

Programme **2022-2023**

1re année

Semestre **1**

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4

TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15

TRONC COMMUN HUMANITÉS 19

PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26

PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28

PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29

STAGE OUVRIER 32

MODULES ÉLECTIFS 34

3.5 ECTS

55 h

SIGNAUX ET SYSTÈMES

Responsable : Stéphanie BIDON

Le tronc commun Signaux et Systèmes a pour but de donner aux élèves les notions de base permettant la compréhension des systèmes d'acquisition, de contrôle, de traitement et de transmission de l'information. Le spectre des domaines techniques abordés est large et comprend, entre autres, l'électrotechnique et l'électronique de puissance, l'électronique analogique et numérique, le traitement du signal, les télécommunications et l'automatique.

ORGANISATION

Le bloc Signaux et Systèmes est présent sur les deux premières années du cursus ingénieur pour un volume total de 125 heures de face à face pédagogique.

En première année, il se décline sous la forme de trois cours pour un total de 55 heures de face à face pédagogique :

- les réseaux électriques embarqués ;
- le traitement du signal déterministe ;
- l'électronique.

Les cours y sont dispensés suivant une approche classique sous la forme de cours magistraux, travaux dirigés, bureaux d'étude. Également, des questionnaires interactifs seront mis en place pendant certains cours, et , un apprentissage des concepts par des projets liés à une application (radar, communications, navigation) sera privilégié dans les cours de traitement du signal.

CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

- maîtriser les différentes représentations (temps, fréquence) des signaux déterministes ;
- comprendre et utiliser des traitements fondamentaux (filtrage, transmission) ;
- analyser et concevoir des fonctions et systèmes électroniques et électriques.

DÉCOUPAGE :

Réseaux électriques embarqués (10h)

- réseaux continus et alternatifs ;
- génération de puissance électrique ;
- conversion de puissance ;
- consommateurs de puissance électrique dans les applications aéronautiques.

Traitement du signal déterministe (20h)

- représentation, analyse des signaux dans le domaine du temps et de la fréquence (Fourier) ;
- filtrage : définition (convolution), effets (relations entrée-sortie) ;
- notion et utilisation de la corrélation (densité spectrale d'énergie).

Électronique(35h)

Électronique numérique

- du transistor aux portes logiques ;
- mémorisation de l'information binaire, organisation des mémoires ;
- logique séquentielle et synthèse machine à états finis ;
- exemple de système numérique : cas du processeur.

Électronique analogique

- fonctions électroniques pour les chaînes d'acquisition et de traitement ;
- composants électroniques de base à semi-conducteurs ;
- bruit en électronique ;
- numérisation ;
- boucle à verrouillage de phase, synthèse, transposition et poursuite de fréquence.

PRÉREQUIS ET REMISE À NIVEAU

- réseaux électriques embarqués : bases de l'électrocinétique et l'électricité d'un bac+2 scientifique ;
- traitement du signal déterministe : TCS1-MA (analyse fonctionnelle et analyse harmonique) ;
- électronique : bases d'électrocinétique d'un bac+2 scientifique pour la partie analogique, algèbre de Boole et simplification des fonctions booléennes, tables de Karnaugh, codage binaire pour la partie numérique.

ÉVALUATIONS

- réseaux électriques embarqués : bureau d'étude CAO, questions écrites en séance ;
- traitement du signal déterministe : QCM, compte-rendu de BE, écrit ;
- électronique : BE, examen écrit.

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4

TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15

TRONC COMMUN HUMANITÉS 19

PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26

PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28

PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29

STAGE OUVRIER 32

MODULES ÉLECTIFS 34

SIGNAUX ET SYSTÈMES (SUITE)

BIBLIOGRAPHIE

Ian Moir; Allan Seabridge, Aircraft Systems: Mechanical, Electrical, and Avionics Subsystems

Integration, Third Edition, AIAA Education, ISBN: 978-1-56347-952-6

G. Séguier, Electronique de puissance - 9e édition: Structures, fonctions de base, principales

applications, Dunod, 2011

T. Wildi, Électrotechnique, 4e édition, De Boeck, 2005

Lus Lasne, Electrotechnique et énergie électrique - Notions fondamentales - Machines –

Réseaux, 2e édition, Dunod, 2013

Edward L. Bosworth, Design and Architecture of Digital Computers: An Introduction,2011, TSYS

School of Computer Science: http://www.edwardbosworth.com/

Yale N. Patt et Sanjay J. Patel, Introduction to computing systems, Mc Graw Hill, 2nd Edition, 2004

J. Glenn Brookshear, Computer Science: An Overview, 11th edition, Pearson 2012

C. Mead, L. Conway, Introduction to VLSI Systems, Addison-Wesley Pub, First Edition, December 1979

Oppenheim, Alan, and Alan Willsky. Signals and Systems. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice

Hall, 1996. ISBN: 9780138147570

Oppenheim, Alan, and Ronald Schafer. Discrete-Time Signal Processing. 3rd ed. Upper Saddle

River, NJ: Prentice Hall, 2010. ISBN: 9780131988422

TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE

L'entreprise et son environnement 16
Initiation à la comptabilité 17
Gestion de projet 18

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 1

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

IE101

1,5 ECTS
40 h

L'ENTREPRISE ET SON ENVIRONNEMENT

Responsable : P. ROUSSELOT

Afin de mieux s'approprier l'organisation et la structure des entreprises, il convient de définir l'entreprise et ses différentes fonctions. Ce cours permet d'appréhender l'entrepreneuriat qui est la volonté et l'action d'une ou plusieurs personnes de mobiliser et de gérer des ressources (humaines, matérielles et financières) pour créer et développer des entreprises et d'assumer tant les pertes que les bénéfices. L'entrepreneur est donc la personne qui assume l'organisation mais aussi les risques et les responsabilités liés à la création et à la gestion d'une entreprise qui produit des biens et/ou des services.
Tout projet création nécessite donc ce comprendre l'entreprise dans toutes ses dimensions ainsi que de la situer dans son environnement général et spécifique.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

PRÉREQUIS
Pas de prérequis si ce n'est un intérêt marqué pour les entreprise et l'environnement économique. La lecture de la presse spécialisée type Les Échos, La Tribune ou Le Monde Économique peut être un plus.

MOTS-CLES
Entreprise, Économie d'entreprise, Structure et organisation d'entreprise, Fonctions d'entreprise, Environnement de l'entreprise.

PLAN DU MODULE

INTRODUCTION
- exemples d'entreprises connues ;
- notions de facteurs de production ;
- système financier et rôle des banques.

DEFINITION DE L'ENTREPRISE
- première définition : la théorie néoclassique de l'entreprise – critiques ;
- définition « universelle » ;
- dimension juridique ;
- dimension sociale : cellule sociale et principales théories « sociales » ;
- dimension financière : calcul économique et notion de création de valeur ;
- dimension système : l'entreprise est un système ouvert sur son environnement.

LES DIFFÉRENTES FONCTIONS DE L'ENTREPRISE
- la fonction de direction ;
- la fonction financière ;
- la fonction sociale ;
- la fonction commerciale-achats : l'approvisionnement ;
- la fonction de production et innovation ;
- la fonction commerciale-ventes.

LES DIFFÉRENTES STRUCTURES D'ORGANISATION DES ENTREPRISES (PRÉSENTATION, AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS)
- simples
  - structure fonctionnelle ;
  - structure hiérarchique ;
  - structure hiérarchico-fonctionnelle ;
  - structure décentralisée (géographique, par produits).
- complexes
  - structure matricielle ;
  - structure multidimensionnelle ;
  - structure organisationnelle.

L'ENVIRONNEMENT DE L'ENTREPRISE
- l'environnement général ;
- l'environnement spécifique.

ÉVALUATIONS

QCM à réponses fermées simples

BIBLIOGRAPHIE

L'essentiel De L'économie D'entreprise, Fabrice Bittner, Éditions Ellipses.
Économie de l'entreprise, Olivier Pastré, Éditions Economica.
Dossiers de la documentation française, Problèmes économiques.

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

IE102

1 ECTS
20 h

INITIATION À LA COMPTABILITÉ

Responsable : P. ROUSSELOT

« De la même façon que l'on ne peut pas imaginer un monde sans entreprise, il est impossible d'imaginer une entreprise sans comptabilité » (Lire et analyser un bilan d'H. M. TUBIANA Edition LITEC). La COMPTABILITÉ est un « système d'organisation de l'information financière (...) de saisir, classer, enregistrer des données de base chiffrées et présenter des états reflétant une image fidèle du patrimoine de la situation financière et du résultat de l'entité à la date de clôture » (art. 120-1 du PCG).
La comptabilité est plus qu'une obligation réglementaire. Elle est :

- un OUTIL de CONTRÔLE des opérations,
- un MOYEN de PREUVE JURIDIQUE en cas de litige,
- une OBLIGATION LEGALE (toute entreprise doit tenir une comptabilité),
- un MOYEN FIABLE de CALCUL de l'assiette des IMPÔTS (justification),
- une SOURCE d'INFORMATION FINANCIERE sur la situation et l'évolution de l'entreprise,
- une AIDE à la PRISE de DECISION ECONOMIQUE et FINANCIERE

OBJECTIFS DU MODULE

- savoir faire la distinction entre le marketing industriel ou technologique (BtoB) et le marketing de grande consommation (BtoC) ;
- être capable d'analyser avec pertinence un marché industriel ou technologique ;
- comprendre les mécanismes de définition des stratégies sur les marchés industriels ;
- connaître les principes de mise en œuvre opérationnelle des plans marketing sur des marchés industriels ou technologiques.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

- comprendre la logique comptable à travers la compréhension de la LOGIQUE ECONOMIQUE et FINANCIERE de l'entreprise;
- s'approprier les techniques de base de la comptabilité en utilisant une METHODE simple et efficace basée sur la compréhension de l'échange au cœur du système financier de l'entreprise ;
- faire des EXERCICES permanents d'illustration en évitant une formulation stricte au sens « administratif » et réglementaire
- être capable de distinguer la notion d'activité et de patrimoine ;
- savoir faire la distinction entre résultat (bénéfice ou perte) et trésorerie :;
- savoir lire et interpréter les documents de synthèse d'une entreprise (bilan et compte de résultat).
- permettre à un(e) ingénieur de pouvoir se familiariser et mieux apprécier la dimension financière d'un projet et/ou plus globalement de l'entreprise.

1. Introduction
- a. Entreprise : lieu de prise de décision
- b. Entreprise : leu d'échanges avec son environnement
- c. Objectifs de la comptabilité
- d. Exercice d'une création d'entreprise : évènements/activité/patrimoine

2. Normalisation comptable
- a. Rôle de la comptabilité générale
- b. Plan comptable général : principes et codification
- c. Principes normalisés d'enregistrement
- d. Documents de synthèse : compte de résultat et bilan comptable

3. Ecritures courantes
- a. Introduction
- b. Acheter/investir/vendre – la prise en compte de la TVA
- c. Emprunter/rembourser
- d. Payer ses salariés

ÉVALUATIONS

QCS en ligne

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

IE103

1 ECTS
20 h

GESTION DE PROJET

Responsables : R. VINGERHOEDS et F. DOURNES

L'objectif de ce cours est de préparer l'étudiant à la gestion de projet, partie intégrante du travail d'un ingénieur.

Pour le programme en première année, le but est l'acquisition des bases de la gestion de projet. Ceci se traduit par :

- se familiariser avec le vocabulaire de la Gestion de Projet ;
- comprendre les étapes (jalons) de réalisation d'un projet ;
- connaître les livrables attendus à chaque jalon ;
- connaître les outils de planification d'un projet ;
- suivi des projets.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Le module de Gestion de Projet s'étale sur les trois années du cycle d'ingénieur avec les objectifs suivants :

- première année « L'ingénieur dans son environnement » ; le but de la première année est d'acquérir les bases de la gestion de projet. Ceci se traduit par :
  - se familiariser avec le vocabulaire de la Gestion de Projet ;
  - comprendre les étapes (jalons) de réalisation d'un projet ;
  - connaître les livrables attendus à chaque jalon ;
  - connaître les outils de planification d'un projet ;
  - suivi des projets.
- deuxième année « Les moteurs de l'Ingénierie » ; le but de la deuxième année est d'approfondir les connaissances de la gestion de projet. Ceci se traduit par :
  - approfondir les bases pour des situations réelles ;
  - être sensibilisé au monde de l'entreprise, comprendre les mécanismes financiers et économiques, savoir construire un Business Plan ;
  - maitrise des risques ;
  - cadrer des projets et prise d'engagement ;
  - piloter des projets.
- troisième année « Etre autonome dans son rôle d'ingénieur » ; le but de la troisième année est le savoir-faire de la gestion de projet. Ceci se traduit par :
  - comprendre la gestion de projet pour des projets complexes ;
  - savoir identifier et maitriser les risques d'un projet ;
  - comprendre l'importance d'un Plan Qualité ;
  - savoir motiver une équipe projet.

Le fil rouge retenu vise à progresser de la première année avec une acquisition des bases, via un approfondissement en deuxième année, vers un vrai savoir-faire en troisième année. Les matières seront enseignées avec une profondeur incrémentale.

L'approche pédagogique choisie alterne cours et petites classes pour apporter à l'étudiant un certain niveau d'interactivité dans sa participation. Les 54 heures allouées à cette formation se décomposent comme suit :

- première année 18 h (6 h cours + 12 h petites classes) ;
- deuxième année 18 h (12 h cours + 9 h petites classes) ;
- troisième année 19 h (en 2016-17 : 13 h cours + 6h petites classes).

ÉVALUATION

Le module est évalué à 50 % par les TD's « Introduction à la Gestion de Projet », « Plan de développement et budgétisation d'un projet » et « Outils de planification » (le TD « Introduction à la Gestion de Projet » compte double) et à 50 % par un examen.

BIBLIOGRAPHIE

Project Management for Engineering, Business and Technology, Nicholas, John M., 2011

Project Management, Kerzner, Harold R., 2013

Conduite de Projets Complexes, Roy, Etienne, et Vernerey, Guy, 2010

TRONC COMMUN HUMANITÉS

Arts & cultures 20
Langue vivante 1 22
Langue vivante 2 23
Pratiques corporelles 24
Cycle de conférences: Science, culture et société 25
Projets innovation et créativité 26
Projets innovation et créativité 27

Ingénieur ISAE-SUPAERO

Programme **2022-2023**

1re année

Semestre **1 & 2**

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4

TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15

TRONC COMMUN HUMANITÉS 19

PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26

PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28

PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29

STAGE OUVRIER 32

MODULES ÉLECTIFS 34

TRONC COMMUN HUMANITÉS

AC101
AC102

1 + 1
ECTS
16 h + 16 h

ARTS & CULTURES

Responsable : Yves CHARNET

« J'aime l'allure poétique, à sauts et à gambades »
Montaigne, Essais, (III, 9)

« Vivre est le métier que je veux lui apprendre »
Rousseau, Mile ou De l'éducation

UN PROJET PÉDAGOGIQUE

La formation humaine du futur ingénieur fait, à l'ISAE, le pari des Arts & cultures. En complément de la rigueur scientifique traversant, et de part en part, les enseignements qui construisent le socle de son savoir technique, chaque élève se voit proposer, pendant les deux premières années de son cursus, un détour par les disciplines du sens qui s'adressent à lui comme à un sujet de la pensée réflexive et/ou de la pratique créatrice.

Ayant vocation d'éveil, ces initiations aux aventures artistiques comme aux sciences humaines sollicitent, chez l'élève-ingénieur la part subjective d'une personnalité en devenir. Dans un tel cadre les intervenant(e)s du module collaborent à la construction de cette identité individuelle en favorisant d'autres modes d'accès à la connaissance que ceux de la raison technologique. Chaque élève est invité à se réapproprier activement les sensations, les émotions, les significations propres à son histoire personnelle et à sa présence au monde. A la recherche de ces « émotions qui sont génératrices de pensée », les disciplines du sens revendiquent que, comme l'écrivait Bergson, «l'invention, quoique d'ordre intellectuel, peut avoir de la sensibilité pour substance».

Les ateliers, qui constituent le cadre privilégié de ce curriculum, ont moins comme fonction de présenter des spécialités savantes que de mettre en oeuvre, et de façon chaque fois unique, le projet pédagogique propre aux arts & cultures : se connaître soi-même & comprendre les autres. En faisant un détour par des disciplines qui ne servent à rien, les apprenant-e-s essayeront d'identifier en eux ces ressources (*capabilities*) qui, tant sur le plan de la réflexion que sur celui de la création, leur permettront de s'épanouir, dans leur vie professionnelle et personnelle, comme des sujets à part entière. De savoir de quoi ils sont capables dans une expérience du monde ouverte sur la richesse de leur propre singularité comme sur celle des autres. Suivant plus l'allure de Montaigne que la méthode de Descartes, cet enseignement procède par essais successifs d'hypothèses théoriques et/ou de bricolages artistiques. Aux réponses clés-en-main des différents prêts-à-penser fermés sur leur assurance dogmatique, ils préfèrent les risques d'une recherche ouverte sur l'inconnu. Au programme : apprendre à questionner les problèmes du «vivre» dans une situation de crise historique dont il convient de mesurer les mutations et d'affronter les incertitudes. Par l'autonomie du jugement comme par l'énergie de l'imagination, il s'agit donc de favoriser l'émancipation de l'élève en apportant au jeune technicien, qui devra le faire fonctionner, des moyens de regarder le monde dans toute sa complexité et de le repenser dans une interprétation renouvelée.

DES ATELIERS À LA CARTE

Pareil projet pédagogique implique de créer des espaces de transmission qui soient adaptés à cette volonté de mettre au coeur de la formation humaine les capacités d'analyse et d'invention propres à la personne de chaque apprenant(e). Dans cette perspective les ateliers d'arts & cultures rompent résolument avec la pratique des cours magistraux qui diffuse, sous la forme d'un monologue, le savoir de l'enseignant à un public passif. Ils inaugurent des lieux de débat(s) entre l'intervenant(e) et l'élève où le dialogue des interprétations relève d'une aventure commune et partagée. Les différents ateliers proposés par ce curriculum se répartissent en deux champs disciplinaires portant chacun sur un des aspects principaux de la production du sens : la pensée sensible, d'une part, et la pensée critique, d'autre part. Initiations aux arts, pour la pensée sensible ; initiations aux sciences humaines et sociales, pour la pensée critique. Ces deux champs composent un paysage créatif et cognitif que chaque élève parcourt selon son rythme, en menant une enquête intellectuelle toujours susceptible de se transformer en quête personnelle.

Le module Arts & cultures permet d'aborder ces champs disciplinaires selon deux options principales. En première comme en seconde année l'élève peut choisir de suivre un seul atelier (*formule fil rouge*), pour prendre le temps d'un parcours approfondi, ou de découvrir deux ateliers différents (*formule tissage*), pour profiter de la variété d'un parcours diversifié. Cette dernière formule permet, par ailleurs, d'accueillir des élèves qui ne rejoindraient la formation ingénieur que pour un seul semestre et qui pourraient ainsi valider un atelier au choix. Enfin, en marge de ces ateliers généraux proposés à toute la promotion, la *formule workshop* offre la possibilité, en première comme en seconde année, de substituer l'ensemble du curriculum par un atelier intensif animé par un artiste. Centrés sur les problématiques de la création, ces ateliers s'adressent de façon privilégiée aux élèves particulièrement désireux de s'impliquer dans la production d'une forme littéraire, théâtrale, picturale ou musicale. En fonction de la dynamique des groupes et de l'avancement de leurs travaux les ateliers intensifs pourront se voir attribuer un quota d'heures

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 1 & 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

AC101
AC102

ARTS & CULTURES (SUITE)

supplémentaires (entre 5 & 15) permettant de réaliser une présentation publique du projet : concert de musiques actuelles, représentation théâtrale, exposition d'arts plastiques, mise en voix/édition des textes issu du workshop écriture. Enseignements «hors format», les quatre workshops sont programmés à des horaires spécifiques, en dehors de l'emploi du temps du tronc commun, de façon à pouvoir accueillir non seulement les élèves des deux premières années, mais aussi ceux de troisième année qui voudraient poursuivre leur aventure artistique.

Quelle que soit la formule (fil rouge, tissage ou workshop), la plus grande liberté est laissée, d'une manière générale, aux élèves pour nouer, selon leur désir, des liens entre les thématiques comme pour orienter les parcours selon leur curiosité propre. Au terme des deux années les choix opérés par les futurs ingénieurs esquisseront les contours d'une carte d'identité artistique et/ou culturelle. – Bénéfices personnels d'un curriculum à la carte.

UNE ÉVALUTATION INVENTIVE

À apprentissage inventif, évaluation inventive. La variété des questionnements et des pédagogies mises en oeuvre dans un module qui multiplie volontairement les transversalités en faisant se croiser aussi bien les pratiques artistiques et les sciences humaines que les approches sensibles et les réflexions critiques ne peut en effet se traduire que par des évaluations particulières à chaque atelier. Le point commun de ces différentes manières d'apprécier ce qui s'est produit pendant le travail en commun entre les apprenant(e)s et les intervenant(e)s sera de mesurer comment chaque élève a répondu à la demande d'implication personnelle propre à cet enseignement qui sollicite tout particulièrement sa créativité intellectuelle aussi bien qu'esthétique.

Chaque atelier favorisera la production par les élèves d'objets spécifiques qui garderont la trace des pensées sensibles ou critiques mises en oeuvre tout au long de l'enseignement. Peintures, textes littéraires, réflexions philosophiques, enquêtes anthropologiques ou sociologiques, reportages-photos, vidéos, journal, carnets de bord, mises en voix théâtrales ou poétiques, performances, objets designés, compositions musicales…

Cet inventaire non-exhaustif voudrait, pour (ne pas) finir, insister sur le fait que les arts & cultures attendent de l'élève qu'il s'engage dans un geste personnel en direction d'espaces mentaux qui ne lui sont pas familiers mais qui lui permettent de s'exprimer autrement. Dans cette perspective le véritable critère de l'évaluation sera le trajet fait par chacun(e) en direction de l'inconnu. Pareille optique considère, en effet, l'élève comme un sujet en mouvement. Vers la vie.

LV1-100 À 109

2+1 ECTS

42 h + 22 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO

Programme 2022-2023

1re année

Semestre 1 & 2

LANGUE VIVANTE 1

Responsable : B. MAHADEVIA / D. LAMOUR

ENGLISH

After 2 years of « Prepa » for most students in first year but no matter what your background, it's time to look at English with eyes wide open and time to start thinking outside the (old) box. You will finally start using English actively. Our approach is based on both verbal and non-verbal communication with the aim of gaining autonomy and being able to function fluently in an English-speaking environment. We will start with a total immersion Intensive Day of English during which you will get to know each other and start the year with fun and a head start in an international mode.

Your first year of English at Isae-Supaero will then be devoted to improving your confidence and communication skills with a Common Core module first, followed by 2 Electives of your choice. Electives are all taught by native speakers and. Have a content-based learning focus, sometimes cultural, literary, social or economic for example. Between Electives 1 and 2, there will be a short focus on Debate and Public Speaking for future engineers. We hope these skills will enable you to actively participate

Classes will take place every Wednesday morning from 10.30 to 12.30 from September to the end of May.

Common Core: 16 hours

The aim of this module is threefold:

- to enhance your speaking, listening and presentation skills
- to boost confidence
- to work on soft skills you will require in a professional environment

Electives (2): 16 hours each

You will choose 2 consecutive Electives from the same course catalog, given by native speakers with a wide variety of educational and cultural backgrounds. These electives will give you the opportunity to put your communication skills into practice and learn more about the many facets of native English speakers from around the world (specific groups will be organized for students who will need extra help if they haven't reached the mandatory 580 points on the TOEFL (Test of English as a foreign language). Some examples:

The show must go on (theatre), Debunking Conspiracy Theories, Your very own video documentary, British Multiculturalism, Fair Trade and Beyond…

Debate and Public Speaking Skills: 8 hours

Debating is arguably among the most valuable long-term skills you will acquire at ISAE Supaero. It requires quick thinking, fluent presentation and excellent teamwork skills. Speaking out loud and clear, getting out of a tight corner and knowing some rhetorical skills can help! There will be some inter-class debating too.

OTHER OPTIONS

Students who are native speakers of English and completely at ease in communicating may, after discussion with the Languages & Communication team, opt for another LV1: German, Arabic, Chinese, Spanish, Italian, Japanese, Portuguese (Brazilian), Russian, French as a Foreign Language

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

LV2-100 À 109
LV2-120 À 129

1,5 + 1 ECTS
30 h + 16 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 1 & 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

LANGUE VIVANTE 2

Responsable : D. LAMOUR

L'enseignement des langues est assuré par une équipe multiculturelle d'enseignants (une vingtaine de nationalités) dont l'objectif principal est de préparer les étudiants à une carrière internationale.

Les groupes à effectif réduit (max. 16) permettent de mettre l'accent sur les compétences communicationnelles indispensables à notre public d'ingénieurs et doctorants.

Le volume horaire du module est de 46 heures à raison de 2 heures par semaine sur 23 semaines de début octobre à début mai, le lundi de 15h à 17h.

LANGUES AU CHOIX

Allemand, arabe, chinois, espagnol, italien, japonais, russe et Français Langue Étrangère (FLE).

FLE

L'enseignement du FLE est proposé aux étudiants internationaux.

L'équipe pédagogique de la section FLE est composée de 19 enseignants vacataires et d'un professeur permanent, tous spécialisés dans l'enseignement du FLE.

L'objectif de ce module est de permettre aux étudiants internationaux d'acquérir les compétences linguistiques et les connaissances culturelles indispensables à leur insertion sociale, académique et professionnelle.

OBJECTIFS

- Découvrir et/ou perfectionner une langue étrangère autre que l'anglais ;
- Permettre à nos élèves d'acquérir des compétences linguistiques et culturelles pour répondre aux enjeux du monde multiculturel dans lequel ils évoluent ;
- Développer des compétences communicationnelles.

COMPÉTENCES

- compétences linguistiques selon le CECRL
- compétences interculturelles (savoir-être et savoir-faire) à travers l'apprentissage d'une langue et d'une culture.

ÉVALUATION

- évaluation des compétences linguistiques selon le Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues (CECRL).
- le choix du format est à discrétion de l'enseignant en fonction du parcours pédagogique qu'il propose.
- spécificité du FLE, un test de fin de semestre évaluant la compréhension écrite et orale et la production écrite comptant pour 50% de la note finale et des évaluations en continu portant sur les 4 compétences (compréhension écrite et orale / production écrite et orale) comptant pour 50% de la note finale.

TRONC COMMUN HUMANITÉS

PC1
PC2

1 + 1
ECTS
27 h + 14 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 1 & 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

PRATIQUES CORPORELLES

Responsable : **S. FROUMENTY**

OBJECTIFS GÉNÉRAUX

- **l'autonomie** : développer les moyens d'agir sur l'environnement : par la compréhension des enjeux pour agir en sécurité pour soi et pour les autres, l'acquisition de compétences motrices réutilisables, l'acquisition de méthodes pour aborder la pratique ;
- **le plaisir** : permettre une réelle mise en jeu du corps en mobilisant des ressources adaptées pour une pratique physique émotionnellement riche : apprendre, partager, contribuer, ressentir… ;
- **l'équilibre** : proposer une pratique régulière et raisonnée pour contribuer au bien-être, à la santé, à instaurer un rythme propédeutique à la formation professionnelle et personnelle.

COMPÉTENCES GLOBALES SUR LES 3 ANS ET PLUS PRÉCISÉMENT SUR LA PREMIÈRE ANNÉE

- s'engager avec lucidité et pertinence. Plus spécifiquement pour la première année, l'accent est mis sur la connaissance de soi au travers de ces dimensions cognitives, affectives et motrices ;
- s'engager avec lucidité et pertinence. Ressources mobilisées : règles de sécurité, stratégies, logiques d'action, connaissance des matériels, principes de préparation et de régulation de l'effort ;
- adapter sa motricité, sa gestuelle. Ressources mobilisées : habiletés et coordination, déplacements, prise d'information, sensations et repères kinesthésiques ;
- s'impliquer régulièrement et mobiliser ses moyens. Ressources mobilisées : investissement énergétique et informationnel, auto et co-évaluation, fixation et régulation des objectifs ;
- s'intégrer au fonctionnement collectif et agir de façon constructive pour le groupe. Pour la première année les deux champs de compétences « s'engager avec lucidité et pertinence» et s'impliquer régulièrement et mobiliser ses moyens» sont privilégiés en cohérence avec l'objectif transversal du tronc commun « humanités » : « se connaitre ».

ÉVALUATION

- évaluation formative : auto et co-évaluation en cours de formation par des mises en situation d'animation et de remédiation ;
- certificative avec 2 niveaux de validation :
  - assiduité : 2 absences non justifiées tolérées par semestre ;
  - acquisition des compétences : On évalue l'efficience réelle des compétences en fin de formation (compétent : toujours, souvent, parfois, jamais ?) dans les 4 grandes familles de compétences transversales identifiées.

Ingénieur ISAE-SUPAERO

Programme **2022**-**2023**

1re année

Semestre 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4

TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15

TRONC COMMUN HUMANITÉS 19

PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26

PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28

PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29

STAGE OUVRIER 32

MODULES ÉLECTIFS 34

CONF100

0,5 ECTS

3 h

CYCLE DE CONFÉRENCES: SCIENCE, CULTURE ET SOCIÉTÉ

#arts #technologie #politique #éthique #littérature #économie #innovation #actu #histoire...

Ce module du cursus ingénieur de l'ISAE-SUPAERO a pour vocation d'aborder des thématiques et des sujets qui élargissent et complètent le champ académique classique du cursus ingénieur au travers de rencontres, tables-rondes, débats... :

Différents formats dans différents lieux avec pour point commun l'échange, la découverte, la confrontation d'idées et l'ouverture.

Si les sujets ne sont pas techniques ou scientifiques, ils permettent aux élèves de réfléchir sur leur futur rôle au sein de l'entreprise et de la société, d'élargir leur connaissance des enjeux sociétaux majeurs.

Les élèves sont invités à suggérer des thèmes ou sujets d'actualité qu'ils souhaiteraient voir aborder.

La **validation** du module consiste à participer à un minima de 3 événements pour les élèves de première année et de deuxième année (présents au S4) ou à organiser une rencontre (validation par le référent pédagogique de la rencontre).

PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ

6
ECTS
100 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 1 & 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ

Le projet Innovation & Créativité a pour vocation d'initier les étudiants à différents processus menant à la réalisation d'un projet. D'ordre créatif ou innovant ils se développeront grâce à un travail d'équipe en interaction avec un référent et un comité de sélection ainsi que dans la partie communication autour du projet.

OBJECTIFS ET COMPÉTENCES

- initier les étudiants aux processus de créativité et d'innovation ;
- favoriser le travail d'équipe en rassemblant des groupes de 4 étudiants ;
- les étudiants sont encouragés à une prise d'initiative dans la construction de leur projet. Ils sont responsables de toutes les étapes du projet : recherche du sujet, de leurs partenaires et de leur(s) encadrant(s) ;
- communication : sur le dossier initial, sur la revue de projet et sur la restitution finale.

ORGANISATION DU PIC

- un correspondant, jouant le rôle de référent, est désigné au sein des 6 départements ;
- une Semaine Innovation & Créativité dès le mois de septembre, intégrée dans le programme de la chaire Innovation Technologique & Entrepreneuriat. Elle s'organise en amont du PIC avec l'initialisation d'un projet et s'inscrit dans une démarche de développement des processus créatifs. Son objectif est d'aborder des champs, des disciplines autres que celles des sciences de l'ingénieur pouvant s'éloigner ainsi du cadre de la prépa. Elle peut être initiatrice de certains PIC.
- les étudiants construisent leur projet entre octobre et novembre :
  - tous les thèmes de sujets sont possibles, culturels, artistiques, linguistiques, scientifiques, économiques… ;
  - construction d'un dossier incluant l'identification des compétences d'encadrement internes ou externes ;
- en novembre, un comité de sélection est chargé d'évaluer le dossier et d'assurer une activité de conseil aux étudiants ;
- une semaine projet et communication au mois de mars : Passage en revue du projet et travail sur le volet communication ;
- en juin, un temps dédié est prévu afin de finaliser le projet. Réalisation d'une courte vidéo et rédaction d'une fiche de synthèse. Fiche d'auto évaluation.

PROCESSUS D'ÉVALUATION

- dépôt du dossier relatif au projet ;
- une démarche interactive s'instaure avec l'étudiant dans lequel le référent renseigne une grille d'évaluation portant sur des points pouvant être sujets à avis ou recommandations ;
- une présentation intermédiaire sera organisée en mars, axée sur la communication ;
- le projet est finalement présenté sous la forme d'une vidéo et d'une fiche de synthèse.

Le projet fait ensuite l'objet d'une validation sans note chiffrée. L'étudiant devra finaliser un autre projet sur un thème imposé dans le cas d'une non-validation.

EXEMPLES DE SUJETS

- exploitation de l'énergie convective ;
- natur'ailes ;
- dynamisation de la communication de la fondation ;
- traducteur holographique oral-langue des Signes ;
- audioguide pour visites personnalisées de Toulouse ;
- plaquette Alpha 2016 ;
- commandes en ligne d'un restaurant universitaire ou d'entreprise ;
- fondation du club mécanique.

PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS

Responsable : Caroline BERARD

1re année

Semestre 1

PACC

0 ECTS

15 h

Ces dernières années les possibilités de personnalisation du cursus se sont multipliées permettant de répondre aux attentes des étudiants et des recruteurs. Il est apparu indispensable de mettre en place des activités visant à aider les étudiants à faire des choix cohérents en adéquation avec leur profil et leurs aspirations. L'objectif de ce parcours est d'apporter aux étudiants des outils et un environnement leur permettant de construire le cursus qui leur correspond.

CONTENU

Le parcours proposé s'inscrit en cohérence avec l'organisation des divers choix que les étudiants seront amenés à faire tout au long de leur cursus.

La première étape consistera à aider les étudiants à mieux se connaître en leur faisant passer le test ***Myers Briggs Type Indicator (MBTI)***. Il s'agit d'un outil d'identification des dominantes psychologiques des personnes dans des cadres liés au management ou aux relations interpersonnelles. Sur la base de ce test et dans le cadre d'un atelier dédié en petit groupe, des analyses seront faites pour en comprendre les résultats et se questionner.Dans un second temps, un atelier permettra au travers d'analyse de fiches de poste, d'annonces et de CV anonymes de produire une fiche « passerelle » liant les messages du questionnaire MBTI et les aspirations professionnelles

Après une séance d'information générale sur les diverses possibilités qui s'offrent aux étudiants un atelier de construction de son cursus s'appuyant sur le « kit parcours » permettra à chaque étudiant de faire une première ébauche de ce que pourrait être son cursus.

Un forum général regroupant des professeurs, des encadrants et des étudiants qui viendront témoigner de leur choix et de leur expérience permettra aux étudiants de confronter leur projet à différents avis et d'obtenir des réponses à leurs interrogations.

Quelques permanences permettront de répondre individuellement aux questions des étudiants

Lors d'un dernier atelier « mon CV à 3 ans » les étudiants présenteront en 3 minutes le CV fictif à 3 ans tenant compte de la suite de leur cursus et intégrant les stages, les années de césure, les spécialités, options, rêves…

PRATIQUE EXPÉRIMENTALE

1,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

PRATIQUE EXPÉRIMENTALE

Responsable : H. PARISOT-DUPUIS (DAEP) – S. RIVALLANT (DMSM) – A. HOSTALLIER (DISC) – E. PERRIN (DCAS) – P. MARTIN-GONTHIER (DEOS)

L'objectif de l'activité de pratique expérimentale est de mettre l'étudiant en situation d'acquérir les capacités d'élaboration d'une démarche expérimentale, avec un certain degré d'autonomie.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Les compétences attendues sont :

- savoir élaborer une démarche expérimentale en réponse à des objectifs :
  - identifier et hiérarchiser les paramètres et grandeurs physiques pertinentes ;
  - spécifier une configuration expérimentale ;
  - savoir anticiper les plages de mesure utiles.
- avoir un regard critique sur la technique de mesure :
  - connaître et critiquer la configuration d'une chaîne de mesure ;
  - savoir évaluer les limites des capteurs utilisés : performances en bruit et dynamique de mesure ;
  - cerner les limites de la précision des mesures ;
  - savoir mener un calcul d'incertitude.
- savoir exploiter les résultats expérimentaux et en extraire des conclusions en vue de les communiquer :
  - assurer le post-traitement des données ;
  - faire une analyse physique des résultats ;
  - confronter les résultats expérimentaux à des modèles (théoriques ou numériques) ;
  - présenter les résultats et analyses associées via des supports adaptés.

ÉVALUATIONS

- soutenance dans le département d'accueil ;
- brève analyse critique du déroulement (auto-évaluation des acquis, des limites et des limitations) ;
- mise en place d'un cahier de manip tenu tout au long du module.

Déroulement et pédagogie déployés au sein du module

- mise en situation expérimentale en autonomie partielle dans l'un des départements de recherche de l'institut ;
- programmation sur deux mois 6 à 8 séances hebdomadaires de 3 ou 4 heures ;
- enseignement méthodologique (4 heures) ;
- séquencement : 2 h amphis / 3 h séance labo / 2 h amphis / 3 h séance labo / 2 h amphis / 3 h séance labo / 4 h séance labo / 4 h séance labo / 3 h séance labo.

QUELQUES SUJETS ENVISAGÉS

DAEP

- soufflerie Sub : Caractérisation expérimentale des performances aérodynamiques de voilures subsoniques ;
- soufflerie Sub : Caractérisation du sillage instationnaire d'un corps fortement décollé de type cylindre ;
- soufflerie Sub : performances aérodynamiques de corps automobiles, effet de forme, effet de sol… ;
- Fan Dyson : caractérisation de l'écoulement autour d'un ventilateur, calcul de performances ;
- moteur Thermique : métrologie et étude des cycles ;
- pompe à chaleur : métrologie et calcul de performances ;
- rotor 1 : perfomances/optimisation d'hélices contra-rotatives, effet de carénage ;
- rotor 2 : perfomances/optimisation d'hélices contra-rotatives, effet de sol ;
- jet d'hélium : caractérisation fréquentielle de l'instabilité de Kelvin-Helmhotz des jets légers.

DMSM

- découverte expérimentale de la théorie des poutres ;
- découverte expérimentale de la loi de Hooke et extensions… ;
- découverte expérimentale de la dynamique vibratoire ;
- propriétés d'usage des matériaux et fractographie.

DEOS

- instrumentalisation de la mesure de courant EBIC au MEB ;
- caractérisation des performances d'un capteur d'images CMOS dans le visible et le proche infrarouge ;
- évaluation de la qualité d'image d'une caméra d'astrophysique ;

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

PRATIQUE EXPÉRIMENTALE (SUITE)

- étude, Acquisition et mesure d'un signal vidéo issu d'un capteur d'image conçu pour les applications d'observation de la terre ;
- transport de signaux analogiques hyperfréquences sur fibre optique ;
- optique de Fourier ;
- mesure de déformations par interférométrie holographique ;
- conception et caractérisation d'antennes pour système de télécommunications à 2,45 GHz ;
- instrumentation d'une fusée à eau ;
- récepteur Software de Navigation par Satellites pour la Localisation des Systèmes Autonomes ;
- conception d'un générateur de signaux ;
- positionnement à partir de mesures GPS.

DCAS

- expérimentations en vol sur le TB20 ;
- mesure de performance pour drones indoor (supports : dirigeable, quadrirotors, irobot) ;
- capteurs pour vol en formation de drones (capteurs outdoor : GPS, etc.).

STAGE OUVRIER

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2020-2021

1re année
Semestre 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
MODULES ÉLECTIFS 34

STAGE OUVRIER

Responsable : M. JENTET

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Les élèves ingénieurs ISAE-SUPAERO ont dans leur cursus un stage de première année dit stage ouvrier. Il s'agit d'un stage d'exécutant ou d'opérateur, ne nécessitant pas de compétence spécifique et qui leur permet de découvrir le fonctionnement d'une structure productive.

Il s'agit, à travers une expérience professionnelle de 4 semaines, d'appréhender une situation de travail en y participant directement et en tentant d'en comprendre les enjeux économiques et sociaux. Elle peut s'exercer dans différentes structures (entreprise, laboratoire, coopérative, commerce, association, etc.) mais elle devra se situer en complément des stages ingénieurs réalisés plus tard dans la formation.

ÉVALUATION

La validation sera faite sur la base des 2 critères suivants :

- l'évaluation du responsable de stage en entreprise : l'appréciation « bonne » devra être obtenue

- l'évaluation de la soutenance : l'appréciation « satisfaite » doit être obtenue

En cas de non validation de l'un des 2 éléments, un travail complémentaire sera demandé à l'étudiant. Dans certains cas, il pourra se voir dans l'obligation de refaire un stage ouvrier.

MODULES ÉLECTIFS

Vers la simulation numérique intensive 35
Approches alternatives en Mécanique des Fluides 36
Acoustique et ondes de choc 37
Aérodynamique des Automobiles 38
écoulements géophysiques 39
écoulements diphasiques à interface 40
Propulsion éolienne 41
La transition energetique : quel rôle pour l'ingénieur ? 42
Phénomenes aleatoires en dynamique des fluides 43
Deep learning en dynamique des fluides 44
Physique des ordres de grandeurs pour un monde en transition 45
Histoires des structures aérospatiales et leurs mathématiques 46
Systèmes dynamiques: comment ça marche 47
Modélisation des systèmes mécaniques et éléments de guidage et de transmission 48
Écoconception 49
Comment concevoir robuste et fiable 50
La mécanique par l'expérience 51
Performances des Avions 52
Mathématiques et Espace 53
Introduction à l'Intelligence Artificielle par la programmation des jeux 54
Langages Fonctionnels et Logiques 55
Introduction à la Théorie des Graphes Déterministe et Aléatoire 56
Approfondissement en mathématiques 57
Systèmes embarqués de commande / contrôle 58
Distributions, Opérateurs et Semi-Groupes 59
Chaînes de Markov 60
Théorie de l'information 61
Optimisation numérique avancée 62
Relativité générale et cosmologie 63
Physique stellaire et planétologie 64
Ingénierie quantique : calculateurs quantiques, téléportation et molécules-machines 65
Physique des lasers 66
Physique des particules 67
La miniaturisation, jusqu'où ? Des nanotechnologies aux nano-objets 68
Bioingénierie : sciences de l'ingénieur pour le médical 69
Conception des circuits numériques complexes 70
Métiers du conseil : méthodologie, méthode agile 71
Montage d'un projet de creation d'entreprise 72
EACS-103 à 110 73
Initiation au droit 74
Droit du travail 75
Private equity 76
Les modalités de financement 77
La propriete intellectuelle et les contrats dans l'industrie aérospatiale 78
Droit fiscal 79
Marketing Initiation: 80
From Market Research to Business Communication To be able to work with Marketing Teams 80
Business to Business Marketing : 81
From Industrial Marketing to Business Marketing 81
To know the specificities of the BtoB contextes 81

DAEP / EAEP-101

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

VERS LA SIMULATION NUMÉRIQUE INTENSIVE

Responsable : Jérémie GRESSIER

L'objectif de ce module est d'acquérir les principes de bases de la simulation intensive haute performance, des rudiments de programmation parallèle à la manipulation d'architectures à plusieurs centaines de coeurs CPU. Ces pratiques sont le quotidien d'ingénieurs ou chercheurs dans de multiples domaines de la physique (mécanique des fluides, astrophysique, météo, chimie, ...)

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Dans ce module, l'étudiant sera amené à développer des compétences variées allant de la compréhension de la structure d'un supercalculateur à son utilisation. Ces compétences sont nécessaires dans le quotidien de l'ingénieur ou le chercheur dans divers domaines de la physique où sont mis en jeu de grands volumes de données.

Le cas d'application choisi, la résolution numérique de l'équation de Boltzmann, permet d'aborder une méthode de résolution des écoulements utilisée en mécanique des fluides mais également dans l'industrie du cinéma, pour le rendu de mouvements de fluides notamment.

Les notions de performance et les techniques de parallélisation d'une application seront au coeur du module, développée et mises en oeuvre pour l'accroissement de performance d'un code fourni aux étudiants. En parallèle, les techniques de visualisation de grande volume de données seront appliquées aux résultats générés par les étudiants.

La majorité des séances (2/3) sera dédiée à la manipulation sur station de travail et l'accès à des calculateurs.

ÉVALUATIONS

L'évaluation sera effectuée à partir de l'élaboration d'un programme de calcul par les étudiants, réalisé dans un des langages habituellement utilisés pour la programmation haute performance, C++ ou Fortran. Un bonus sera attribué aux étudiants ayant réalisé les programmes les plus efficaces pour résoudre un problème donné.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DAEP / EAEP-102

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

APPROCHES ALTERNATIVES EN MÉCANIQUE DES FLUIDES

Responsable : Laurent JOLY / Jérôme FONTANE

L'objectif est de présenter des outils formels et conceptuels alternatifs pour l'analyse physique des écoulements.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Développement des compétences et mise en pratique sur les quatre thèmes suivants :

Cinématique avancée et déformations canoniques : lignes, surface, volumes matériels, taux de variation des éléments linéiques, de surface et de volume; déformations canoniques ; étirement des lignes matérielles, taux de déformation de surface dans le contexte de déformations canoniques.

Rhéologie des fluides complexes : présentations des différents types de comportement non-linéaires et des modèles viscoélastiques linéaires pour des écoulements 1D – Rhéométrie : rhéomètres classiques et mesure des propriétés des fluides. Mécanique des fluides non newtoniennes : objectivité, fluides newtoniens généralisés, dérivées convectives avec application à des exemples : écoulement de fluide en loi de puissance ; effet Weissenberg en écoulement tournant, écoulement de fluide de Maxwell…

Dynamique rotationnelle : équation de Helmholtz, modèles restreints pour l'évolution du rotationnel, théo-rèmes d'invariance, productions de rotationnel ; induction de Biot-Savart, modélisation par tourbillons ponctuels, tourbillons prototypiques.

Analyse de stabilité linéaire : introduction sur la stabilité des écoulements et la transition vers la turbu-lence ; présentation d'instabilités types ; analyse de stabilité linéaire : formalisme, analyse modale, échecs et succès de l'analyse modale, introduction à la stabilité non modale et aux croissances transitoires

ÉVALUATIONS

1 BE + 1 présentation en binôme

BILIOGRAPHIE

Mécanique des Fluides : éléments d'un premier parcours, P. Chassaing, Cepadues, 2010.

The kinematics of vorticity, C. Truesdell, IUP, 1954.

Instabilités hydrodynamiques, F. Charru, EDP Sciences, 2007.

Hydrodynamique Physique E. Guyon, J.P. Hulin et L. Petit, EDP Science, 2012.

Rheological Phenomena in focus, D.V. Boger, K. Walters, Elsevier, 1993.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DAEP / EAEP-103

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

ACOUSTIQUE ET ONDES DE CHOC

Responsable : F. SIMON / Jérémie GRESSIER

L'objectif de ce module est d'étendre les connaissances de l'étudiant sur deux domaines particuliers de la mécanique des fluides : l'acoustique dont le champ d'application est aujourd'hui incontournable, et les phénomènes instationnaires associés, plus sévères, les ondes de choc (détonation).

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

L'objectif est de comprendre la physique particulière de ces applications instationnaires. À partir du modèle de fluide parfait principalement, les équations pour l'acoustique seront développées pour mieux décrire les configurations canoniques de propagation d'onde. En parallèle, les aspects pratiques de moyens d'essais, métrologie et application à la réduction de bruit seront illustrés.

Le cadre petites perturbations de pression sera ensuite dépassé pour décrire la physique des ondes de choc instationnaires. Le cadre théorique restera simple et limité au monodimensionnel. Des illustrations sur banc d'essai (tube à choc), et simulations numériques seront proposées en séance pratique.

ÉVALUATIONS

Évaluation écrite pondérée avec la notation de rapport de TP.

BIBLIOGRAPHIE

Bonnet & Luneau, Aérodynamique : théories de la mécanique des fluides, Cepadues, 1989.
Anderson, Modern Compressible Flow, Mc Graw Hill, 2002.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DAEP / EAEP-104

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

AÉRODYNAMIQUE DES AUTOMOBILES

Responsable : Valérie FERRAND

L'objectif de ce module est de présenter, au travers d'applications concrètes, les enjeux de l'aérodynamique appliquée aux véhicules de série et de sport automobile.

Ce cours se positionne en complément du cours d'aérodynamique de tronc commun, plutôt centré sur des applications aéronautiques, et constitue une ouverture vers le domaine automobile.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Une première partie du module (13 h) vise à fournir une vision globale des principaux domaines et enjeux aérodynamique lors du processus de conception de véhicule de série. Les différentes sources d'efforts aérodynamiques (portance, traînée), leurs effets sur les performances des véhicules et les voies classiques pour réduire leur influence sont discutées. Les outils expérimentaux et numériques utilisés en recherche et dans la conception de véhicules sont également présentés.

Une deuxième partie (6 h) présente les objectifs spécifiques de l'aérodynamique dans le sport automobile et les stratégies de conception associées.

La troisième partie (11 h) est consacrée à réalisation de mesures en soufflerie et de simulations numériques de l'écoulement autour de géométries simplifiées de corps automobile (corps d'Ahmed). Le traitement de ces essais fera l'objet d'un mini-projet.

ÉVALUATIONS

Les 3 blocs composant ce module donneront lieu à un test écrit (1 h) pour la partie 1, rapport d'analyse des essais sur maquette de formule 1 pour la partie 2 et l'élaboration d'une fiche de synthèse du projet sur corps simplifié.

BIBLIOGRAPHIE

Hucho : "Aerodynamics of road vehicles : from fluid mechanics to vehicle engineering", Butterworths, 1987.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DAEP / EAEP-105

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

ÉCOULEMENTS GÉOPHYSIQUES

Responsable : J. FONTANE

L'objectif de ce module est de donner les bases de mécanique des fluides associées aux écoulements géophysiques ainsi qu'une introduction aux applications possibles dans l'atmosphère et l'océan.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Les écoulements géophysiques considérés dans ce cours sont les écoulements atmosphériques et océaniques pour lesquels les effets de rotation et/ou stratification ne peuvent pas être négligés. Le cours s 'articulera autour de trois parties : (i) dynamique des fluides en rotation, (ii) dynamique des fluides stratifiés et (iii) les applications à l'océan et l'atmosphère.

(i) Rotation (effet de Coriolis) : dans un premier temps, la dynamique de fluides non visqueux sera considérée dans cette partie. La dynamique est alors principalement pilotée par le nombre de Rossby. Les équilibres principaux seront discutés au regard de ce nombre sans dimension. Une étude plus approfondie des ondes associées soit à la variation du paramètre de rotation soit à la présence d'une surface libre sera proposée. Une partie sur les ondes sera accompagnée d'une séance numérique dans laquelle un code de résolution des équations de Saint-Venant en rotation sera utilisé. Les effets visqueux seront ensuite considérés pour introduire la structure de la couche limite au voisinage d'une paroi horizontale (couche limite d'Ekman).

(ii) Stratification : ici le nombre de Froude permet de caractériser la dynamique. Afin de traiter des problèmes canoniques, la stratification en densité sera soit singulière (bicouche) soit continue linéairement. Dans ces deux cas, les mécanismes de dynamique des ondes peuvent être décrits.

(iii) Application : dans les écoulements naturels, différentes approximations permettent de se ramener aux cas académiques décrits dans les deux premières parties. Ces approximations seront discutées et leurs limites mises en évidence. Des cas réels d'application des mécanismes décrits par la dynamique en rotation et/ou stratification seront présentés et décrits. En lien avec le chapitre sur les effets de rotation, la structure de l'atmosphère et des océans à grande échelle sera discutée, en particuliers la formation d'ondes de Rossby pour les structures météorologiques planétaires, et la formation de gyres pour les océans (avec génération de courants rapides type « gulfstream »). Sur des échelles de temps plus courtes, c'est la structure des ondes de marée qui seront interprétées comme des modes stationnaires d'ondes de surface modifiées par la rotation. Pour le chapitre sur les effets de stratification, ce sont les marées internes qui seront interprétées dans ce cadre, ainsi que la force de traînée associée à la génération d'ondes internes par un écoulement au-dessus de reliefs montagneux. Le problème équivalent de la force de traînée associée à un sillage interne dans un bicouche pour un navire se déplaçant en surface sera également traité (phénomène d' « eau morte ») de manière à illustrer la pertinence de cet enseignement pour des échelles plus petites que les océans et l'atmosphère.

ÉVALUATIONS

Un test écrit pondéré avec la note de rapport de BE.

BIBLIOGRAPHIE

Pedelosky J., Geophysical Fluid Dynamics, Sprin¬ger, 1987

Vallis G.K., Atmospheric and oceanic fluid dyna¬mics, Cambridge University Press, 2006

Cushman-Roisin B. & Beckers J.-M, Introduction to Geophysical Fluid Dynamics, Prentice-Hall, 2011

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DAEP / EAEP-106

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

ÉCOULEMENTS DIPHASIQUES À INTERFACE

Responsable : Nicolas GARCIA ROSA

L'objectif de ce module est d'approfondir les connaissances théoriques de l'étudiant sur les phénomènes de changement de phase et les écoulements diphasiques à interface, et de le sensibiliser à l'importance de ces phénomènes dans les principales applications d'intérêt (injection de carburant, débitmétrie, propulsion fusée) ainsi qu'aux spécificités de modélisation numérique.

CONTEXTE

Les écoulements diphasiques se rencontrent dans un nombre considérable de situations ou de phénomènes naturels. Une grande majorité d'écoulements industriels concerne le mouvement de plusieurs phases, liquides, gazeuses ou solides. On distingue souvent les écoulements diphasiques à phase dispersée des écoulements dits à interface. Dans le premier cas, la phase dispersée, représentée de façon ponctuelle est transportée par une phase porteuse avec ou sans interaction (échanges thermiques et de masse). Les écoulements dits à interface se caractérisent par la présence de deux phases continues séparées par une interface qui peut être déformée par les écoulements, et qui est le sein de phénomènes physiques spécifiques. Dans ce cours, on s'intéresse à ce cas d'écoulement diphasique, les écoulements à phase dispersée étant enseignées en Filière Dynamique des Fluides (en 3A).

OBJECTIFS GLOBAUX

À l'issue de ce module, les étudiants doivent être capables de :

- mettre en équation des problèmes canoniques d'écoulement diphasique à interface ;
- expliquer et classifier les mécanismes physiques entrant en jeu dans les applications d'intérêt (refroidissement par jet liquide, système d'injection de systèmes propulsifs, transport de gaz avec condensats, débitmétrie diphasique) ;
- citer les enjeux de la modélisation numérique d'écoulements diphasiques avec interface ainsi que les principales familles de techniques.

Cet enseignement est complémentaire du parcours Turbomachines et Combustion de la filière Dynamique des Fluides.

CONTENU

- physique du changement d'état et des interfaces liquide/solide/gaz : tension superficielle, gouttes, films, mouillabilité ;
- étude de configurations canoniques : films liquides, instabilités hydrodynamiques ;
- méthodes numériques locales et capture d'interface ;
- applications et modélisation réduite.

ÉVALUATIONS

- rapports de BE.

BIBLIOGRAPHIE

E. Guyon, JP. Hulin et L. Petit, Hydrodynamique physique. EDP Sciences, 2001.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DAEP / EAEP-107

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

PROPULSION ÉOLIENNE

Responsable : Vincent CHAPIN

L'objectif de ce module est d'étendre les savoirs faire de l'étudiant à un domaine de la mécanique des fluides source d'innovation: la propulsion éolienne. Ce champ est aujourd'hui le lieu de développements orientés vers la performance et/ou la durabilité. Les voiliers de compétition composés d'une aile rigide et de foils volent à l'interface eau/air. Ce mode de déplacement extrêmement performant engendre des problèmes de stabilité dynamique pour lesquels le rapprochement avec le domaine de l'aéronautique est naturel. Ces nouveaux développements se déclinent également sur des navires marchands à propulsion hybride pour relever le défi de la raréfaction des énergies fossiles par la propulsion éolienne.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

L'objectif est de donner les concepts fondamentaux de la propulsion éolienne. Les étudiants seront capables d'écrire et de modéliser les efforts aéro-hydrodynamique afin de décrire la dynamique d'un engin à propulsion éolienne. Le comportement et la modélisation des corps portants et des différentes sources de traînées seront abordés ainsi que leur validation à l'aide des outils de simulation numérique et des essais en soufflerie et en bassin des carènes. Quelques projets emblématiques du renouveau de la marine marchande par la propulsion éolienne seront également abordés. Enfin, ce cours, à travers des séances pratiques et un projet donnera aux étu-diants l'opportunité de coder leur propre programme de résolution des équations d'équilibre (VPP) afin de prédire les performances d'un navire à propulsion éolienne ou hybride.

ÉVALUATIONS

- évaluation continue au fil des BE et du projet.

BIBLIOGRAPHIE

- F. Fossati, Aero-Hydrodynamics & the Performance of Sailing Yachts, Adlard Coles Nautical, 2010.
- F. Bethwaite, High Performance Sailing : Faster Racing Techniques, Thomas Reed Publications, 2010.
- C.A. Marchaj, Sailing Performance: Techniques to maximize sail power, McGraw Hill, 2002.
- L. Larsson & R. Eliasson, Principles of Yacht Design, Ragged Mountain Press, 2014.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DAEP / EAEP-108

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

LA TRANSITION ENERGETIQUE : QUEL RÔLE POUR L'INGÉNIEUR ?

Responsable : N. GOURDAIN et J. FONTANE

Le module s'articule autour de deux objectifs :
1) mieux comprendre la double contrainte énergie – climat (mécanismes régissant l'évolution du climat, en particulier l'effet de serre, et dépendance des activités humaines aux énergies carbonées - gaz, pétrole, charbon) et,
2) proposer des pistes de réflexion pour mettre en œuvre la transition énergétique.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Le réchauffement climatique actuel est un phénomène violent (de l'ordre de 100 fois plus rapide que le passage d'une ère glaciaire à une ère interglaciaire). Couplé à une forte dépendance de nos sociétés aux énergies carbonées, il représente un défi sociétal formidable, qui impose une transition énergétique urgente. Il est encore possible de maintenir le réchauffement dans des limites acceptables (1.5 à 2.0°C), à condition de privilégier des activités qui n'émettent pas de gaz à effet de serre (abandon des énergies carbonées) et d'opérer ce changement dès aujourd'hui. Pour y parvenir, la formation des ingénieurs est cruciale [2]

Dans ce module, la première partie sera consacrée aux principaux mécanismes physiques qui régissent l'évolution du climat, notamment : a) comment les climats varient-ils ? b) Quels changements climatiques observe-t-on actuellement ? Une deuxième partie s'attachera à identifier d'où provient l'énergie nécessaire aux activités humaines. En considérant plusieurs scénarios et en discutant leurs conséquences, on essaiera de mieux comprendre les origines anthropiques des principaux gaz à effet de serre (dioxyde de carbone et méthane). Une dernière partie proposera des outils pour passer à l'action : pourquoi, alors que la transition énergétique semble un choix rationnel, n'agissons-nous pas ? C'est pour répondre à cette question que quelques éléments de psychologie, de sociologie, et de philosophie viendront compléter ce cours, qui se fixe aussi comme objectif de nous faire passer un moment agréable.

ÉVALUATIONS

QCMs individuels et travaux en groupes (BE).

BIBLIOGRAPHIE

[1] IPCC. Fifth Assessment Report: Climate Change, 2014
[2] The Shift Project. Mobiliser L'enseignement supérieur pour la transition énergétique, 2019

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DAEP / EAEP-109

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

PHENOMENES ALEATOIRES EN DYNAMIQUE DES FLUIDES

Responsables : F. PLOURABOUE / S. JAMME

L'objectif de ce module est de se familiariser avec la modélisation des processus aléatoires associés aux transferts et/ou au transport dans les milieux complexes. Le cours aborde sans pré-requis nécessaire les notions de base (théorème central limite, théorème fluctuation-dissipation, Wiener–Khinchin, processus Browniens) pour aborder la modélisation (Equations de Fokker-Planck, dispersion de Tayor) en mettant l'accent sur les calculs explicites, ainsi que la modélisation numérique de ces questions.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Les phénomènes aléatoires sont sous-jacents à de nombreuses questions et problèmes de mécanique des fluides et transferts : mélange, diffusion, dispersion, turbulence, transferts pariétaux sur surfaces rugueuses, milieux poreux, etc... Dans tous ces sujets la modélisation de champs aléatoires est utile et nécessaire. Ce cours aborde la question de la modélisation des champs et des processus aléatoires appliquées à des questions de mécanique des fluides et des transferts.

Il abordera de façon didactique et explicite, la modélisation de processus physiques avec des outils probabilistes (fonctions caractéristiques, processus, marche aléatoire). En partant de modèles simples, on montrera comment certaines propriétés asymptotiques sont robustes (comportements asymptotiques aux temps longs). Le cours illustrera les concepts à partir de TP numériques. Il montrera les liens avec des notions importantes comme les dimensions fractales, les exposants de Liapounov, les transformations de boulanger pour le mélange. Les prérequis du cours sont minimes, mais une culture probabiliste sera la bienvenue.

ÉVALUATIONS

Examen terminal de 2h30, avec ou sans documents, au choix des étudiants.

BIBLIOGRAPHIE

An Introduction to Stochastic Processes in Physics, Don S. Lemons, John Hopkins Univ. Press, 2002

The Kinematics of Mixing, Stretching, Chaos, and Transport, J. M. Ottino, Cambridge Univ. Press, 1989

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DAEP / EAEP-110

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

DEEP LEARNING EN DYNAMIQUE DES FLUIDES

Responsable : M. BAUERHEIM

L'objectif de ce module est l'initiation aux méthodes avancées d'intelligence artificielle appliquées à la mécanique des fluides et l'aérodynamique. Ce module s'articulera autour de trois axes : (1) l'introduction des méthodes et de leurs fondements théoriques, (2) la mise en pratique en TP sur des exemples concrets, et (3) l'ouverture sur le monde de l'industrie et de la recherche à travers des présentations d'applications réelles (Airbus, Cerfacs etc.) du deep learning en dynamique des fluides.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

L'Intelligence Artificielle, et ses nombreuses ramifications, ont émergé dans les années 1950. Depuis, plusieurs phases d'intenses activités puis de scepticisme ont façonné la recherche en data science. Actuellement, une nouvelle phase de relance du sujet propulse l'IA, et plus particulièrement l'apprentissage profond (deep learning), vers une recherche intense et de nouveaux débouchés prometteurs en médecine, en ingénierie, et plus récemment en mécanique des fluides [1-2].

Ce module vise à introduire les méthodes de deep learning basées sur l'apprentissage d'un réseau de neurones [3]. L'objectif global sera de montrer les possibilités innombrables que ces méthodes d'IA peuvent apporter dans le domaine de la mécanique des fluides, mais également d'en souligner leurs limitations et difficultés de mise en œuvre dans ce contexte particulier. Le module s'articulera autour de cours théoriques (optimisation stochastique, back-propagation etc.), de TP sur ordinateur avec des approches variées (MLP, CNN, RNN, GAN, renforcement etc.), et de présentations d'industriels (Airbus, Cerfacs) mettant en œuvre le deep learning en mécanique des fluides et en aérodynamique. Le module se conclura par un projet en petits groupes.

ÉVALUATIONS

QCM individuels, un TD noté, et un projet final en groupe.

BIBLIOGRAPHIE

[1] J. Tompson, K. Schlachter, P. Sprechmann et K. Perlin, Accelerating eulerian fluid simulation with convolutional networks, arXiv 1607.03597v6, 2017

[2] X. Guo, W. Li et F. Iorio, Convolutional neural networks for steady flow approximation, KDD conference, San Francisco, 2016

[3] F. Chollet, Deep learning with python, Manning 2017

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DAEP / EAEP-111

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

PHYSIQUE DES ORDRES DE GRANDEURS POUR UN MONDE EN TRANSITION

Responsable : V. CHAPIN / C. LEONARD

Depuis la révolution industrielle et l'exploitation massive des énergies fossiles, l'économie s'est affranchie des limites physiques du monde terrestre. L'épuisement des ressources et le changement climatique forcent à réintégrer ces limites pour permettre l'émergence d'une société durable (17 objectifs de l'ONU). Les ingénieurs ont un rôle clé à jouer dans cette prise de conscience, sa diffusion dans la société et doivent contribuer aux développements nécessaires pour opérer un changement de trajectoire sociétale.

Ce cours fournit des outils pratiques indispensables pour concevoir la transition vers un monde soutenable : techniques d'estimation, physique des ordres de grandeurs, pensée critique (raisonner, prototyper, modéliser, intégrer les limites des modèles).

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

- La première partie (3h) est un état des lieux qui quantifie l'énergie nécessaire pour l'activité humaine et sa croissance. Elle pointe l'incompatibilité avec le changement climatique et les ressources de la planète (épuisement des énergies fossiles et des matières premières, perte de biodiversité).
- La seconde partie (9h) est méthodologique. Elle présente, souvent à partir d'exemples, l'art de l'estimation et les méthodes de la physique des ordres de grandeur (parfois appelée physique de coin de table, puisqu'elle ne nécessite qu'une feuille de papier et un crayon).
- La troisième partie (6h) traite des mobilités terrestres, maritimes et aériennes du point de vue énergétique. Les techniques d'estimation et la physique des ordres de grandeur permettent de réintégrer les limites physiques et de quantifier leur impact sur nos mobilités futures.
- La dernière partie (9h) est un mini-projet par équipe de 4 à 6 élèves. Elle consiste à évaluer et critiquer un projet existant à partir de l'estimation des ordres de grandeur que ce projet implique.

Chaque partie se compose de séances encadrées de cours / BE de 2 à 3h, qui laissent une place à l'interactivité : questions d'actualité sur les émissions de CO2 et la mobilité, expression individuelle permettant de partager la pluralité des constats, constructions collectives de futurs souhaitables à partir des outils proposés.

ÉVALUATIONS

L'évaluation consiste en un examen écrit individuel de 1h et une soutenance orale à partir du mini-projet collectif.

BIBLIOGRAPHIE

Tom Murphy, Energy and Human Ambitions on a Finite Planet, 2021

Peter Rez, The Simple Physics of Energy Use, Oxford Scholarship, 2017

Sanjoy Mahajan, The Art of Insight in Science and Engineering, 2014

Sanjoy Mahajan, Street-Fighting Mathematics, MIT Press, 2010

David McKay, Sustainable Energy, without the hot air, Butterworths, 2008

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DMSM / EMSM-101

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

HISTOIRES DES STRUCTURES AÉROSPATIALES ET LEURS MATHÉMATIQUES

Responsable : Y. GOURINAT / G. CASALIS

L'objectif de ce module est de poser les fondements théoriques de la mécanique des milieux continus, base de la mécanique des solides déformables et de la mécanique des fluides.

Pour répondre à l'objectif principal :

- introduire les différents tenseurs des contraintes et des déformations ;
- introduire le Principe des Puissances Virtuelles ;
- montrer les liens entre la mécanique des solides et la mécanique des fluides ;
- introduire les lois de comportement en mécanique des solides et des fluides ;
- appliquer la mécanique des milieux continus à des cas concrets.

Ce cours permet de donner les fondements théoriques du cours de tronc commun Mécanique des Matériaux de 1re année, puis propose des applications plus complexes de la Mécanique des Milieux Continus. Il s'agit donc d'un cours d'approfondissement et d'applications de ce cours.

Compétences attendues

À l'issue du module, l'étudiant aura compris les fondements de la mécanique des milieux déformables et de la mécanique des fluides. Par ailleurs ce cours introduit les tenseurs et fait le lien entre la formulation faible d'un problème de mécanique et la dualité telle qu'elle est vue en mathématique (cours d'analyse fonctionnelle en 1e année et de calcul scientifique en 2e année).

Contenu :

- notions de contraintes et de déformations ;
- principe des puissances virtuelles ;
- loi de comportement en mécanique des solides et des fluides ;
- applications à des cas de mécanique des solides et des fluides ;
- type de pédagogie : cours, TD, BE.

ÉVALUATIONS

- 1 test et 1BE.

BIBLIOGRAPHIE

D.J. Acheson. Elementary Fluid Dynamics. Oxford University Press, 1990.

D. Bellet. Problèmes d'élasticité. Cépaduès, 1990.

Allan Bonnet, James Luneau. Théories de la dynamique des fluides. Cépaduès, 1989.

J. Coirier. Mécanique des milieux continus, cours et exercices corrigés. Edition Dunod, 2001.

H. Dumontet, G. Duvaut, F. Léné, P. Muller, N. Turbé. Exercices corrigés de mécanique des milieux continus. Dunod, 2001.

G. Duvaut. Mécanique des milieux continus. Dunod, 1998.

DMSM / EMSM-102

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

SYSTÈMES DYNAMIQUES: COMMENT ÇA MARCHE

Responsable : Daniel ALAZARD / Miguel CHARLOTTE

À partir de phénomènes physiques facilement reproductibles expérimentalement (stick-slip, flottement, effet gyroscopique de la toupie, Segway, phénomènes de vibration et d' échanges d'énergie…) ; l'objectif est d'amener l'étudiant à utiliser les techniques de l'ingénieur pour :

- modéliser mathématiquement le phénomène ;
- analyser quantitativement ce phénomène en choisissant la méthode des mathématiques appliquée (simulation…) ;
- analyser qualitativement ce phénomène afin d'être capable de le « dimensionner » (ou de la prédire) lors d'une démarche de conception ;
- découvrir les problèmes encore ouverts et les limites des techniques de l'ingénieur.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

C'est un bloc d'ouverture transverse, le but n'est pas de voir les techniques de l'ingénieur qui seront vues dans les troncs communs. Des pages Wikipédia judicieusement choisies (éventuellement à remettre en cause par les étudiants) devraient suffire pour les techniques de l'ingénieur. Il s'agit plus de savoir les conjuguer sur un problème donné, de montrer l'intérêt des maths applis pour résoudre des équations qui n'ont pas de solutions analytiques et de montrer les limites des techniques actuelles.

ÉVALUATIONS

Projets : rapport + présentation orale. Travail en groupe de 4/6 personnes. Rendu sous forme de pages web éditées avec Matlab Publish.

DÉROULEMENT :

- 6 heures de cours sur des concepts généraux en : Mise en équation (Lagrange), linéarisation et solution analytique, intégration numérique, modèle d'amortissement, introduction à la stabilisation, analyse des phénomènes non-linéaires ;
- 7 h de BE dirigées sur un problème permettant d'illustrer tous les points du cours (pendule sur chariot) ;
- 2 h de conférence recherche ;
- 2 h de présentations des projets ;
- 11-12 h de projets en classe où on répond aux questions (et on guide les étudiants) des 4 groupes d'étudiants (6 max par groupe). Exemples de sujets : Segway, Phénomène de « Stick-slip », Actionneurs gyroscopiques, Vibration d'un rotor d'hélicoptère ;
- 2 heures où l'équipe enseignante, après présentation des résultats de chaque groupe à l'ensemble des étudiants (qui servira à l'évaluation), synthétise les questions des différents groupes, les replace dans un contexte plus général et donne l'état de l'art.

SÉQUENCEMENT

- C1, C2, Mécanique Lagrangienne, Equation du mouvement, formalisme d'état : Miguel Charlotte (salle de cours) 2H ;
- BE1 mise en équation (Lagrange) sur le cas du pendule sur chariot (DA, JM, MC) (salle de cours) 2H ;
- C3, C4, Introduction à Simulink, Intégration numérique, modèle d'amortissement et analyse non linéaire : Joseph Morlier (Salle de cours) 2H ;
- BE2 Implémentation, simulation sous Matlab/Simulink sur le cas du pendule sur chariot (DA, JM, MC) 2H ;
- C5, C6, Introduction à la stabilisation, linéarisation, point d'équilibre : Daniel Alazard (Salle de cours) 2H ;
- BE3 point d'équilibre, loi de contrôle sous Matlab/Simulink sur le cas du pendule sur chariot (DA, JM, MC) 3H ;
- Présentation des projets (DA, JM, MC) 1H et 2 conférences invités (d'1H chacune à préciser) ;
- Séance de Projet 4 × 3 h (environ) encadrées par de chercheurs et doctorants ;
- Présentation orale des projets (DA, JM, MC, invite?) 2H (4 x 25 min +20 minutes de debrief).

BIBLIOGRAPHIE

System Dynamics, Palm III, Mc Graw Hill.

DMSM / EMSM-103

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

MODÉLISATION DES SYSTÈMES MÉCANIQUES ET ÉLÉMENTS DE GUIDAGE ET DE TRANSMISSION

Responsable : Rémy CHIERAGATTI

L'objectif de ce module est de fournir les outils de conception et d'analyse des systèmes mécaniques complexes quelle que soit leur mobilité globale : de l'encastrement au robot.

- flux d'efforts dans les liaisons d'un mât de turbomachine aéronautique ;
- fonctionnement d'une roue libre de démarreur de turbomachine ;
- motorisation d'un tapis roulant ;
- dispositif d'ouverture d'une porte d'avion commercial ;
- fonctionnement d'un cabestan ;
- genèse de nouvelles liaisons cinématiques, application robots…

Voici quelques-uns des thèmes pour lesquels seront appliqués la théorie des mécanismes et des modèles de dimensionnement des liaisons (fatigue des contacts étroits, tribologie, matage…). La maîtrise de ces modèles associés à ceux de la mécanique générale permet de concevoir, d'analyser et modifier les systèmes mécaniques complexes quelle que soit leur mobilité globale :

- de la plus faible mobilité : encastrement classique en aéronautique ;
- à la plus grande mobilité : bras articulés pour la robotique.

ÉVALUATIONS

Un BE (50 %) et un examen écrit (50 %).

BIBLIOGRAPHIE

M.Aubin *et al.*, Systèmes Mécaniques, théorie et dimensionnement, Dunod,1992.

F. Esnaud, Construction mécanique : Tome 1 transmission de puissance : principes, Dunod,1994 ; Tome 2 transmission de puissance : applications, Dunod,1994 ; tome 3 transmission de puissance par liens flexibles, Dunod, 1996.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DMSM / EMSM-104

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

ÉCOCONCEPTION

Responsable : Joseph MORLIER

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Le cours est une introduction à l'écoconception : choix des matériaux dans une optique environnementale. Face aux enjeux écologiques et économiques actuels et à venir, les directives et la demande de la société, il est nécessaire de minimiser l'impact sur l'environnement dès la phase de conception des produits, qu'il s'agisse de bien, de services…

L'objectif de ce cours est d'une part de présenter les enjeux, les différentes approches et les outils pour écoconcevoir et d'autre part d'étudier les énergies et identifier celles renouvelables avec leurs exploitations ou transformations.

Après avoir vu les fondements de l'écoconception et la stratégie du cycle de vie nous étudierons les méthodes et outils d'écoconception avec leurs spécificités liées à différents secteurs d'activité. Dans une démarche de conception nous exploiterons un logiciel de choix de matériau et de procédé afin de minimiser l'impact environnemental. Dans le cadre de l'analyse du cycle de vie nous utiliserons aussi des logiciels informatiques comme Simapro et Bilan Carbone permettant d'évaluer l'impact environnemental d'un produit.

ÉVALUATIONS

BE + projet

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DMSM / EMSM-105

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

COMMENT CONCEVOIR ROBUSTE ET FIABLE

Responsable : J. MORLIER / M. SALAUN

Mechanical structures are affected by multiple failure modes (e.g. excessive displacements, excessive stresses, buckling, etc.). Given that these failure modes can have catastrophic consequences, as notably in aeronautics, it is important to be able to quantify the probability of failure of these structures. Due to modeling errors, inherent uncertainties in mechanical characteristics, geometric dimensions, fabrication and assembly processes, etc., structural design must take however into account uncertainties in the design parameters. Characterizing these uncertainties is important, on the one hand, to calculate the probabilities of failure of a mechanical structure subjected to hazards, and on the other hand, to adjust the design process to explicitly take into account the different hazards.

The analysis of the reliability of structures aims to evaluate the probability that the structure, subjected to hazards, is capable of satisfying the entirety of a specification (including respect of stresses, deformation of parts, etc.) for a given lifetime.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

This course aims therefore

- on one hand, to show how to evaluate, by simulation or approximation methods, the probability of failure of a mechanical structure subjected to hazards;
- on the other hand, it aims to show how the design methodology can be modified once the characterization of the uncertainties is done, in order to design a less conservative and therefore more efficient system.

The course will be based in particular on projects dealing with the analysis and comparison of different aeronautical structural maintenance strategies that are affected by significant hazards.

TOPICS COVERED

- Define a deterministic mechanical model adapted to the problem dealt with.
- Identify the random parameters of this model.
- Define the modes and scenarios of failure.
- Evaluate the probabilities of occurrence of these failure modes.
- Design of experiments and Response surface modeling
- Bayesian identification
- Management of uncertainties in a context aeronautical structures

ÉVALUATION

- Marked Computer labs
- Project on helicopter design with uncertainty

BIBLIOGRAPHIE

Lemaire, Maurice. Structural reliability. John Wiley & Sons, 2013.

El Hami, Abdelkhalak, and Bouchaïb Radi. Uncertainty and optimization in structural mechanics. John Wiley & Sons, 2013.

Morio, Jérôme, and Mathieu Balesdent. Estimation of Rare Event Probabilities in Complex Aerospace and Other Systems: A Practical Approach. Woodhead Publishing, 2015.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DMSM / EMSM-106

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

LA MÉCANIQUE PAR L'EXPÉRIENCE

Responsable : J. SERRA / J-E. DUFOUR

Mechanical structures are affected by multiple failure modes (e.g. excessive displacements, excessive stresses, buckling, etc.). Given that these failure modes can have catastrophic consequences, as notably in aeronautics, it is important to be able to quantify the probability of failure of these structures. Due to modeling errors, inherent uncertainties in mechanical characteristics, geometric dimensions, fabrication and assembly processes, etc., structural design must take however into account uncertainties in the design parameters. Characterizing these uncertainties is important, on the one hand, to calculate the probabilities of failure of a mechanical structure subjected to hazards, and on the other hand, to adjust the design process to explicitly take into account the different hazards.

The analysis of the reliability of structures aims to evaluate the probability that the structure, subjected to hazards, is capable of satisfying the entirety of a specification (including respect of stresses, deformation of parts, etc.) for a given lifetime.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

L'objectif de ce module est d'appréhender certains problèmes de mécanique des matériaux et des structures rencontrés dans divers secteurs industriels par une approche pratique de corrélation entre expérience et simulation.

Ce cours vise à sensibiliser les étudiants à certains problèmes de la mécanique des matériaux et des structures rencontrés dans des secteurs variés tels que l'automobile, l'aéronautique ou l'agro-alimentaire. Cette sensibilisation est faite par la réalisation d'essais expérimentaux d'une part et de simulations numériques d'autre part. Y seront notamment abordées des notions propres à la mécanique des matériaux (comportement élastique, élasto-plastique), à la mécanique des structures (mise en forme, concentration de contrainte), et à la dynamique des structures (crash, modes propres).

Le module commence par une brève introduction à la manipulation de dispositifs expérimentaux et à l'utilisation de codes de calculs par éléments finis du commerce – les théories associées ne seront pas traitées.

Le cœur du module consiste en une série de travaux pratiques expérimentaux d'une part et de simulation d'autre part menés par petits groupes et visant à répondre à des questions telles que :

- Comment est mise en forme une canette de boisson et quelle est l'influence du matériau ?
- Quelle est l'influence de la géométrie d'une aile d'avion sur sa déformation et ses modes propres ?
- Comment se mesure l'efficacité d'absorbeurs de choc lors du crash automobile ?
- Quels sont les effets des trous (pour le positionnement de hublots) sur la tenue d'un fuselage ?

...

Les étudiants font une analyse critique des résultats issus des deux approches expérimentale et de simulation dans des rapports qui serviront à l'évaluation.

ÉVALUATION

L'évaluation se fera sous la forme d'un mini-projet, compris dans les heures du module.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DCAS / ECAS-101

5 ECTS
60 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

PERFORMANCES DES AVIONS

Responsable : Philippe PASTOR / Emmanuel BÉNARD

L'objectif de ce module est d'aborder de façon approfondie, les performances opérationnelles, en croisière, au décollage et à l'atterrissage des avions de transport.

Il comprend ainsi un approfondissement en aérodynamique, en propulsion, en mécanique du vol, et leurs relations avec les performances avion.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Ce cours porte sur la définition et le calcul des performances opérationnelles des avions de transports. Il s'intéresse à tous les aspects entrant dans ce calcul des performances : dynamique du vol, aérodynamique et propulsion, et permet d'aborder en profondeur les définitions et contraintes qui y sont liées d'un point de vue opérationnel.

Nous abordons la définition du domaine de vol et l'analyse des différentes phases de vol sera complétée par la recherche d'optimum. Les modèles développés seront alors mis à profit pour mettre en évidence ces optimums de performance et leur sensibilité paramétrique. Les optimums en croisière seront présentés de façon synthétique pour les différents types d'avion. Cela permettra de justifier les solutions retenues actuellement.

L'aérodynamique de l'avion de transport subsonique est présentée à l'aide de méthodes d'avant-projet d'origine théorique et empirique appliquée à la conception aérodynamique de profils, d'ailes et des interactions aérodynamiques voilure-fuselage. Le cours est illustré de nombreux exemples et conduit l'étudiant, aux cours de séances pratiques, à réaliser l'analyse des performances aérodynamiques d'un avion complet.

L'aspect propulsif est abordé au travers de la propulsion des avions par turboréacteur et turbopropulseur avec modélisation de la poussée et la traction en fonction de la vitesse de vol et de l'altitude. Modèle qui sera utilisé dans l'estimation des performances.

ÉVALUATIONS

Le cours sera évalué par un examen final écrit portant sur l'ensemble des matières enseignées.

BIBLIOGRAPHIE

Introduction to flight – John D. Anderson Jr.

Fundamentals of Aerodynamics – Anderson J.D., 1991.

Mechanics of Flight – Kermode A.C., 1996.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DCAS / ECAS-103

5 ECTS
60 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

MATHÉMATIQUES ET ESPACE

Responsable : D. MATIGNON / F. SANFEDINO

L'objectif de ce module est de montrer comment appliquer la théorie des systèmes dynamiques et du contrôle optimal au domaine spatial (mécanique céleste et mécanique spatiale) après une introduction aux méthodes numériques modernes associées.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Le module se compose de 4 blocs :

- **systèmes dynamiques non-linéaires (20h)** : systèmes continus, discrets, linéaires périodiques (théorie de Floquet). Points d'équilibres ou Trajectoires périodiques, puis analyse de leur Stabilité. Les 3 sous-variétés stable, instable et neutre. Introduction au chaos déterministe ;
- **contrôle optimal, avec application « rendez-vous spatial »** (15h) : essentiellement minimisation d'énergie quadratique sous contrainte de système dynamique linéaire, en temps continu ou discret, avec ou sans contrainte d'état final. BE d'application « rendez-vous spatial » ;
- **intégrateurs symplectiques** (6h) : introduction aux méthodes numériques spécifiquement développées pour simuler des systèmes dynamiques Hamiltoniens ; un cours et 2 BE d'application ;
- **problème à trois corps et variétés** (19h) : complément du bloc de TC de mécanique spatiale, description précise des variétés stables et instables du problème à 3 corps, puis application au calcul de trajectoires et à l'analyse mission pour le spatial.

Les cours plus théoriques 1 et 2 prendront comme exemples d'application des situations typiques du spatial. Mais celles-ci seront développées beaucoup plus en détail dans les parties 3 et 4.

ÉVALUATIONS

Le module sera évalué à travers :

- 3 BE notés : contrôle optimal, intégrateurs symplectiques, problème à trois corps et variétés ;
- un test écrit sur la partie système dynamique.

BIBLIOGRAPHIE

Jean-Louis Pac, *Systèmes Dynamiques*, Cours et exercices corrigés, Dunod, 2012.

Michel Llibre, *Commande optimale : application au calcul de trajectoires*, 2001.

G. Gómez, A. Jorba, J. Masdemont, C. Simo, Dynamics and mission design near libration points, advanced methods for triangular points, 2001.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DISC / EISC-100

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

INTRODUCTION À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE PAR LA PROGRAMMATION DES JEUX

Responsable : Fabrice FRANCES

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Les jeux à somme nulle sont des jeux pour lesquels la somme des gains de tous les joueurs est égale à 0, c'est le cas de nombreux jeux de réflexion tels que les échecs ou les dames, le poker, etc.

Un programme qui joue à de tels jeux non-triviaux doit souvent mobiliser une puissance de calcul la plus importante possible, d'où l'intérêt de mettre en œuvre les algorithmes les plus efficaces pour la recherche exhaustive des meilleurs coups. Mais dans cette quête du programme le plus performant, la simple connaissance de ces algorithmes ne suffit pas : trouver une bonne fonction d'évaluation est primordial, et peser le coût d'une heuristique de pré-évaluation permettant de trier les coups en fonction de la profondeur d'analyse peut accélérer fortement les algorithmes.

Dans les cas où il est difficile de trouver une bonne fonction d'évaluation, on s'intéressera aussi aux approches telles que le Monte Carlo Tree Search (récemment mis en lumière par la victoire d'AlphaGo contre Lee Sedol) : il n'est plus nécessaire de compter sur les compétences d'un Maître International pour développer un excellent programme.

Le module laissera une grande part à l'expérimentation pratique des algorithmes, et à des retours d'expérience des enseignants qui ont souvent implémenté des programmes de jeux.

ÉVALUATIONS

Un BE et un mini-projet.

BIBLIOGRAPHIE

Intelligence Artificielle et Informatique Théorique, Jean-Marc Alliot, Thomas Schiex, Pascal Brisset, F. Garcia, éditions Cépaduès.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DISC / EISC-101

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

LANGAGES FONCTIONNELS ET LOGIQUES

Responsable : Christophe GARION

L'objectif de ce module est d'apporter de nouvelles façons de penser la programmation : la programmation impérative est traitée dans le tronc commun et conditionne la réflexion vers des solutions basées sur des changements d'états. Or certaines catégories de problèmes se résolvent plus naturellement en utilisant des paradigmes différents, notamment la manipulation de fonctions en tant qu'entités de première classe, ou le raisonnement automatique des langages de logique.

Après avoir suivi ce module, les élèves auront non seulement appris 3 nouveaux langages de programmation, mais également deux nouvelles façons de penser la modélisation et la résolution de problèmes qui sont de plus en plus utilisées (Big Data, machine learning, intelligence artificelle, etc).

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Deux grandes formes de programmation sont abordées : la programmation fonctionnelle et la programmation déclarative.

La première s'appuie sur la manipulation de fonctions au même titre que les types de base habituels, et la possibilité de définir des fonctions d'ordre supérieur qui manipulent ces fonctions. Les langages fonctionnels modernes tels que Clojure ou Scala ont récemment montré leurs avantages pour développer des programmes plus fiables, plus compacts et maintenables, dans le traitement important de données (Big Data) ou l'apprentissage machine (Machine Learning). Ces langages représentent aussi l'espoir de pouvoir utiliser plus facilement les processeurs à milliers de coeurs des prochaines années, en proposant un modèle de parallélisme qui passe plus facilement à l'échelle. Les concepts de programmation symbolique, programmation paresseuse, programmation concurrente, inférence de types et évaluation dynamique seront abordés.

La deuxième s'appuie sur la logique du premier ordre et la présence intégrée dans le langage Prolog d'un moteur d'inférence de base de faits et de règles, pour permettre la résolution automatique de problèmes. Le fait qu'il suffise de déclarer les faits connus et les règles de déduction donne souvent l'impression aux débutants d'un aspect « magique » de cette programmation et l'objectif du cours sera de démystifier cette impression.

Trois langages seront abordés durant le cours :

- Racket, un langage fonctionnel de la famille des Lisp, qui permettra de poser les bases de la programmation fonctionnelle ;
- Scala, un langage fonctionnel statiquement typé, qui permettra de montrer l'intérêt de ce type de langages pour l'implantation de types de données par exemple ;
- Prolog, un langage de programmation logique.

La pédagogie appliquée durant le cours s'appuiera principalement sur la manipulation des langages et l'apprentissage à travers la résolution de problèmes. Les aspects théoriques de ces langages de programmation (lambda-calcul, théorie des types etc.) seront proposés en filigrane pour les étudiants intéressés.

ÉVALUATIONS

- Le module sera évalué sur deux notes :
- trois notes de devoirs à la maison (50 % de la note finale, même poids pour chaque devoir) qui reprendront les sujets d'examen proposés pour chaque langage l'année précédente et permettront aux élèves de travailler chaque langage avant l'examen ;
- une note sur un examen individuel (50 % de la note finale) durant lequel l'étudiant aura 2h pour résoudre un problème en utilisant un des langages vus en cours.

BIBLIOGRAPHIE

H. Abelson, G. J. Sussman, J. Sussman. Structure and Interpretation of Computer Programs. MIT Press, 1996.

B. Pierce, Types and Programming Languages. MIT Press, 2002.

I. Bratko. Prolog Programming for Artificial Intelligence, 3rd edition. Pearson Education, 2001.

J. Hughes. Why Functional Programming Matters. Computer Journal, 32:2, 1989.

http://www.racket-lang.org

http://www.scala-lang.org

http://gprolog.org

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DISC / EISC-102

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

INTRODUCTION À LA THÉORIE DES GRAPHES DÉTERMINISTE ET ALÉATOIRE

Responsable : X. THIRIOUX / F. SIMATOS

Ce module est une introduction à la théorie des graphes déterministes et aléatoires. Chaque séance développera un thème indépendant, proposera la preuve d'un résultat célèbre et s'accompagnera de quelques exercices.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Les graphes sont massivement présents au XXIe siècle. Les réseaux sociaux, les réseaux de communications, les réseaux d'interactions en biologie ou en chimie moléculaire sont au centre de grands enjeux scientifiques, technologiques et sociétaux. L'objectif de ce cours est de fournir les concepts mathématiques clés pour penser et décrire ces structures complexes.

Chaque séance développera un thème indépendant, comme le coloriage des graphes, leur dénombrement ou les arbres aléatoires. Nous y présenterons la preuve d'un résultat célèbre que nous développerons autour de quelques exercices.

ÉVALUATION

L'évaluation sera basée sur au moins deux notes, une note de mini-projet à réaliser seul ou en binôme, et une note d'examen sur table individuel. Les détails précis dépendront de l'effectif de la classe.

BIBLIOGRAPHIE

D. West "Introduction to graph theory". Second Edition. Prentice Hall, 2001.

N. Alon et J. Spencer "The probabilistic method". Third Edition. John Wiley & Sons, 2008.

S. Janson, T. Luczak et A. Rucinski "Random graphs". John Wiley & Sons, 2000.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DISC / EISC-103

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

APPROFONDISSEMENT EN MATHÉMATIQUES

Responsable : Y. DIOUANE

Ce L'objectif de ce module est d'offrir des compléments mathématiques au cours de tronc commun. Trois thèmes seront abordés :
- optimisation (10h) ;
- théorie de la mesure (10h) ;
- analyse complexe (10h)

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Ce cours se positionne en complément du tronc commun en approfondissant les cours d'optimisation et de théorie de la mesure, pour lesquels un traitement rigoureux sera présenté. Le cours d'analyse complexe représente quant à lui un cours d'ouverture sur un sujet important des mathématiques modernes. Les objectifs de ce cours se déclinent selon chaque thème abordé:

La partie optimisation va principalement porter sur le traitement théorique de la question de l'existence et de l'unicité en optimisation continue, que ce soit en dimension finie ou infinie. En particulier, nous verrons le rôle crucial de la convexité en dimension infinie. On s'intéressera aussi à la résolution de problèmes d'optimisation sans contrainte, puis avec contraintes. De manière rigoureuse, on tentera de répondre aux questions suivantes (vues en tronc commun): existe-t-il une solution (même locale) du problème considéré? si oui, a-t-on unicité? comment la caractériser? comment la calculer?

Les 10h de cours consacrées à la théorie de la mesure visent à établir de manière rigoureuse la théorie de la mesure: tribus, applications mesurables, mesures, espaces produit, intégration, théorème de convergence monotone, lemme de fatou, théorème de convergence dominée, mesure de Lebesgue, théorème de Radon-Nikodym.

La partie de l'analyse complexe: introduction aux fonctions holomorphes; lien avec les fonctions harmoniques ; formule intégrale de Poisson; formules intégrales de Cauchy; lien avec les développements en séries entières, en séries de Laurent et application au prolongement analytique; calcul d'intégrales dans le plan complexe et applications au calcul d'intégrales réelles par la méthode des résidus; propriétés géométrique et représentation conforme.

ÉVALUATION

3 BE papier notés.

BIBLIOGRAPHIE

Jorge Nocedal and Stephen J. Wright, "Numerical Optimization", 2006 Springer Science+Business Media, LLC, Rick Durrett, "Probability: Theory and Examples", Fourth edition. Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics. Cambridge University Press, Cambridge, 2010. x+428 pp. ISBN: 978-0- 521-76539-8.

Yves Caumel, "Cours d'Analyse Fonctionnelle et Complexe", 2003 EDITIONS-CEPADUES. ISBN: 2-85428-563-8

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DISC / EISC-104

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

SYSTÈMES EMBARQUÉS DE COMMANDE / CONTRÔLE

Responsable : Fabrice FRANCES

L'objectif de ce module est de donner une première compétence pratique au développement de Systèmes Embarqués simples, basés sur une boucle automatique. Le module consistera en une succession de petits projets mettant en œuvre des kits à base de micro contrôleurs. Chaque projet mettra en jeu un ensemble de concepts pratiques (commande en largeur d'impulsion, convertisseur analogique numérique, etc.). Ainsi, les élèves pourront acquérir une compréhension des systèmes embarqués.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

À l'issue de ce module, les élèves seront capables de développer des Systèmes Embarqués basés sur une petite plate-forme moderne (type AVR), et de transférer leur savoir faire sur d'autres plates-formes.

A travers la succession de petits projets, les élèves auront l'occasion de contrôler d'abord des entrées-sorties discrètes basiques (interrupteurs, LEDs) avant d'utiliser les capteurs plus évolués qu'on retrouve aujourd'hui dans les objets connectés, les drones, etc. Les trois fonctions essentielles des systèmes embarqués (acquisition, traitement et commande) font appel à des notions élémentaires d'Électronique, de Traitement du signal, d'Automatique, d'Architecture Informatique et d'Algorithmique qui seront distillées pendant le déroulement des projets.

En regroupant l'ensemble des expérimentations autour d'un petit projet robotique, les élèves acquerront une compréhension des systèmes embarqués et un savoir-faire pratique leur permettant de réaliser leurs propres développements de manière autonome.

ÉVALUATIONS

Savoir faire évalué lors d'un des projets.

BIBLIOGRAPHIE

Introduction to Embedded Systems, a Cyber-Physical Systems Approach, Edward Ashford Lee & Sanjit Arunkumar Seshia. http://leeseshia.org

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DISC / EISC-105

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023
1re année
Semestre 2

DISTRIBUTIONS, OPÉRATEURS ET SEMI-GROUPES

Responsable : M. SALAUN / D. MATIGNON / G. HAINE

L'objectif de ce module est de donner un aperçu des mathématiques déterministes théoriques utiles dans les applications des sciences de l'ingénieur. Il se décompose en trois parties : distributions, opérateurs et semi-groupes, généralisant respectivement les fonctions, les matrices et les exponentielles de matrices. Le cours est émaillé d'exemples d'application concrets et utilisables.

OBJECTIFS GLOBAUX – CONNAISSANCES ET COMPETENCES

Les distributions généralisent les fonctions : les solutions faibles d'EDP sont des distributions particulières, la mesure ou le peigne de Dirac en sont d'autres. Ce cours donnera les définitions et propriétés essentielles, assorties d'exemples très utilisés dans les sciences de l'ingénieur. La transformation de Fourier sera définie sur les distributions dites tempérées, ce qui permettra de définir les espaces de Sobolev d'ordre quelconque qui sont utilisés pour la résolution d'EDP.

Les opérateurs généralisent les matrices sur les espaces de Hilbert. On distingue dans les applications les opérateurs bornés, comme le décalage des suites, ou non-bornés comme la dérivation de fonctions. On donnera des théorèmes de réduction similaires à la diagonalisation des matrices symétriques réelles. Le spectre d'un opérateur généralise les valeurs propres d'une matrice d'une manière surprenante : les définitions seront illustrées par des exemples simples très concrets et utiles.

Les semi-groupes généralisent les exponentielles de matrices à des opérateurs sur des espaces de Hilbert : ils permettent d'écrire les solutions des EDP d'évolution linéaires, comme la chaleur ou les ondes. Les espaces de Hilbert considérés peuvent être des espaces de Sobolev. Dans les cas où la géométrie du domaine est simple, ce qui permet de connaître explicitement le spectre de l'opérateur, le semi-groupe possède une expression analytique simple, sous forme de série qui le rend facilement manipulable : des exemples concrets et utiles illustreront cette partie.

ÉVALUATIONS

6 BE écrits de 1h chacun, deux dans chaque sous-partie.

BIBLIOGRAPHIE

L. Schwartz, Méthodes mathématiques pour les sciences physiques, Coll. Enseignement des Sciences, Hermann, 1965.

A. W. Naylor and G. R. Sell, Linear operator theory in engineering and science, vol. 40 in Applied Mathematical Sciences, Springer Verlag, 1982.

A. Pazy, Semigroups of Linear Operators and Applications to Partial Differential Equations, Springer Verlag, 1983,

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DISC / EISC-106

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

CHAÎNES DE MARKOV

Responsable : Florian SIMATOS

L'objectif du module est d'introduire la théorie des chaînes de Markov vues comme des systèmes dynamiques aléatoires à temps discret. Le cas des chaînes de Markov à temps et espace d'état discrets sera traité en détail et les processus de Markov en temps continu seront évoqués en fin de cours. Les différentes notions seront illustrées sur des cas concrets de modélisation de systèmes physiques ainsi que lors d'un BE de modélisation.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Les chaînes de Markov constituent une classe particulièrement importante de système dynamique aléatoire à temps discret : il s'agit des systèmes dynamiques aléatoires qui peuvent s'écrire sous la forme X(n+1) = F(X(n), U(n)) où U(n) est une variable aléatoire, rendant ainsi tout le système dynamique aléatoire.

Leurs applications sont très nombreuses, par exemple pour modéliser la trajectoire ou l'état d'un avion, les réseaux de communication, l'évolution d'une épidémie, mais aussi en théorie de l'information, en biologie, chimie ou encore en physique statistique. Les chaînes de Markov sont aussi au cœur d'algorithmes fondamentaux tels que les algorithmes stochastiques de type Monte-Carlo, l'algorithme PageRank utilisé par le moteur de recherche de Google ou encore les algorithmes les plus récents de reconnaissance vocale.

D'un point de vue théorique, les chaînes de Markov forment une classe de processus que l'on peut étudier à un très grand niveau de généralité. L'une des questions principale concerne leur comportement en temps long. Contrairement à un système dynamique déterministe, la notion d'équilibre ne s'entend pas au sens trajectoriel – dû à l'aléa de la dynamique, les trajectoires oscillent – mais bien au sens probabiliste : on parlera de loi stationnaire si la loi du processus n'évolue pas au cours du temps.

L'objectif principal de ce cours est d'introduire les résultats principaux concernant le comportement en temps long des chaînes de Markov en temps et espace discret (notion d'équilibre, convergence, théorème ergodique).

Ce cours s'appuie sur les connaissances acquises lors du cours de tronc commun de probabilités et statistique.

ÉVALUATIONS

Des DM notés sont à effectuer individuellement et régulièrement pendant le cours, de telle sorte que le cours peut être validé avec un travail continu. Un examen sur table individuel vient compléter la note finale.

BIBLIOGRAPHIE

Pierre Brémaud, Markov chains, Springer-Verlag, Texts in Applied Mathematics, 1999.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DISC / EISC-107

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

THÉORIE DE L'INFORMATION

Responsable : Jérôme LACAN

L'objectif de ce module est de présenter les concepts de base ainsi que les applications de la **théorie de l'information** qui permet de **mesurer la quantité d'information** contenue dans un fichier ou transmise sur un lien de communication.

Les applications de cette théorie sont la **compression de données**, le **codage** et la **sécurité** qui constituent certaines des bases des systèmes et réseaux de communications actuels.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

La Théorie de l'Information définit un ensemble d'outils permettant de mesurer la quantité d'information contenue dans un fichier ou de donner le débit maximum atteignable lors d'une communication. Ces notions sont essentielles dans les réseaux, les communications et l'informatique. Elles sont également utilisées dans d'autres domaines tels que la biologie ou la chimie.

L'objectif de cet enseignement est d'introduire les concepts de base de la Théorie de l'Information et de présenter ses principales applications :

- la **compression de données**, qui permet de réduire la taille des données stockées ou transmises ;
- les **codes correcteurs d'erreurs** qui génèrent de la redondance pour stocker ou transmettre des données de manière fiable ;
- la **sécurité des informations** qui transforme les données de telle sorte à ce qu'elles ne soient pas accessibles à des personnes non autorisées ;
- d'autres applications plus exotiques : liens avec l'apprentissage automatique, les réseaux, la biologie, la chimie, la recherche d'extraterrestres…

ÉVALUATIONS

Les évaluations seront réalisées sous trois formes :

- examen écrit ;
- BE notés ;
- présentation orale.

BIBLIOGRAPHIE

Claude Shannon, «A Mathematical Theory of Communication». Bell System Technical Journal 27 (3): 379–423, Juillet 1948

Voyage dans le monde de la Théorie de l'information : https://fr.khanacademy.org/computing/computer-science/informationtheory

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DISC / EISC-108

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

OPTIMISATION NUMÉRIQUE AVANCÉE

Responsable : Youssef DIOUANE / Michel SALAUN

L'objectif de ce module est d'approfondir et compléter certaines notions étudiées au cours de la partie Optimisation du cours de « Mathématiques Appliquées » du TCS de 1A. En particulier, on insistera sur certains aspects algorithmiques en lien avec la mise en oeuvre pratique (régions de confiance, conditions associées avec les méthodes de recherche linéaire). Une ouverture vers les méthodes méthodes d'optimisation sans dérivée (DFO : Derivative Free Optimization), reprenant certains éléments de la partie précédente, sera donnée en conclusion de cet enseignement.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Le but de ce cours est d'étudier de façon plus précise un certain nombre de méthodes utilisées en optimisation numérique. Pour cela, quelques notions théoriques seront introduites, notions qui seront ensuite mises en oeuvre numériquement. En particulier, tous les développements informatiques se feront avec le logiciel MATLAB. Ce module se découpera en trois grandes parties :

Partie 1 - Après une introduction et quelques rappels, l'exemple de la minimisation d'une fonctionnelle quadratique sera utilisé pour étudier différentes méthodes de gradient (pas constant, pas optimal, gradient conjugué). Dans le cas général des méthodes de recherche linéaire, les conditions de Wolfe seront introduites. La méthode de Newton sera revue comme une méthode de descente. Ses limitations, liées au calcul de la Hessienne, conduiront aux méthodes dites de Quasi-Newton, qui seront alors décrites.

Partie 2 – Afin d'élargir le cadre bâti autour de la méthode de Newton, la méthode de région de confiance sera introduite. Un résultat de convergence sera donné. Les méthodes de résolution du sous-problème dans la région de confiance seront décrites, ce qui conduira à la notion de point de Cauchy. Enfin, l'algorithme de Levenberg-Marquardt, très utilisé pour la résolution des problèmes de moindres carrés non linéaires, sera décrit.

Partie 3 – Dans de nombreuse applications industrielles, il est utile de minimiser une fonction alors que les dérivées de la fonction ne sont pas accessibles. C'est notamment le cas lorsque le calcul des dérivées est trop coûteux ou lorsque ces dérivées ne simplement pas rendus disponibles par le codes de calcul. Le but de cette partie est de présenter une famille d'algorithmes capable de traiter ce problème et aussi introduire les possibilités d'extension des méthodes précédentes (vues en Partie 1 et Partie 2) dans le cadre de l'optimisation sans dérivée.

ÉVALUATIONS

- 1 BE sur papier et 3 BE sur machine.

BIBLIOGRAPHIE

Jorge Nocedal and Stephen J. Wright, "Numerical Optimization", 2006 Springer Science+Business Media, LLC.

Andrew R. Conn and Nicholas I. M. Gould and Philippe L. Toint, "Trust-Region Methods", 2000, Society for Industrial and Applied Mathematics. Philadelphia, PA, USA.

Andrew R. Conn and Katya Scheinberg and Luis N. Vicente, "Introduction to Derivative-Free Optimization", 2009, Society for Industrial and Applied Mathematics. Philadelphia, PA, USA.

DEOS / EEOS-101

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

RELATIVITÉ GÉNÉRALE ET COSMOLOGIE

Responsable : Sébastien MASSENOT

L'objectif de ce module est donner une introduction à deux disciplines phares de l'Astrophysique étroitement liées : la relativité générale et la cosmologie. Il s'agira d'en donner les principes fondamentaux, faire un état des lieux de la compréhension de la structure et de l'évolution de l'Univers ainsi que fournir un aperçu des recherches actuelles sur le sujet.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Les thèmes suivants seront abordés au cours de ce module :

- **introduction à la relativité générale** : à la suite des enseignements de relativité restreinte de tronc commun, il s'agira de prendre en compte les forces de gravitation dans l'application du principe de relativité par l'intermédiaire du principe d'équivalence et s'intéresser aux conséquences sur la structure de l'espace-temps.
- **introduction à la cosmologie** : Cette discipline s'intéresse à la structure et à l'évolution de l'univers. Il s'agira d'introduire le modèle standard pour la composition de l'univers (matière baryonique, matière noire et énergie noire) ainsi que les modèles d'évolution de l'univers issus des équations de la relativité générale.

ÉVALUATIONS

Tests écrits

BIBLIOGRAPHIE

N.F. Commins, R. Taillet et L. Vilain, A la découverte de l'Univers – Les bases de l'astronomie et de l'astrophysique, De Boeck, 20011

D. Gialis et F.X. Désert, Relativité générale et astrophysique, EDP Sciences, 2015

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DEOS / EEOS-102

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

PHYSIQUE STELLAIRE ET PLANÉTOLOGIE

Responsable : David MIMOUN

L'objectif de ce module est donner une introduction à deux disciplines d'actualité de l'Astrophysique : la Physique du stellaire et la planétologie. Un fort lien avec les différentes et récentes missions d'exploration sera effectué.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Les thèmes suivants seront abordés au cours de ce module :

- exploration du système solaire et planétologie : Ce cours est une introduction à la physique du système solaire. Il vise à donner des bases en planétologie (formation et propriétés des systèmes planétaires) et en techniques spatiales. De nombreuses sciences sont abordées : chimie, mécanique, nucléaire, biologie, aéronomie, géophysique, etc… ;
- introduction à la physique stellaire : l'étude des étoiles est un domaine très vaste à la base de toute l'astrophysique puisqu'elle est par exemple reliée à la mesure des distances, à la formation des systèmes planétaires, à la synthèse des éléments chimiques, le cycle de vie et le recyclage de la matière, etc…

ÉVALUATIONS

Tests écrits

BIBLIOGRAPHIE

N.F. Commins, R. Taillet et L. Vilain, A la découverte de l'Univers – Les bases de l'astronomie et de l'astrophysique, De Boeck, 2001.
F. Leblanc, an introduction to stellar astrophysics, Wiley, 2010.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DEOS / EEOS-103

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

INGÉNIERIE QUANTIQUE : CALCULATEURS QUANTIQUES, TÉLÉPORTATION ET MOLÉCULES-MACHINES

Responsable : Sébastien MASSENOT

L'ingénierie quantique est un domaine de recherche récent promis a un grand avenir, notamment dans le domaine du traitement de l'information. Cette discipline permet de s'intéresser à la réalisation de fonctionnalités diverses, (portes logiques, calculateurs, moteurs par exemple) à l'aide des propriétés quantiques de nano-objets individuels. Les applications phares de cette discipline concernent le traitement quantique de l'information avec la possibilité de développement de calculateurs ultra-rapides, la téléportation ou encore la cryptographie quantique.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Les thèmes suivants seront abordés au cours de ce module :

- frontière physique quantique / physique classique ;
- ingénierie quantique: moteurs moléculaires ;
- mécanique à l'échelle nanométrique ;
- calculateurs quantiques ;
- transferts d'information au niveau quantique: téléportation et cryptographie quantique.

La compétence principale visée par ce module sera l'utilisation des propriétés du monde quantique pour la réalisation de fonctionnalités mécaniques, électroniques ou de traitement de l'information à l'échelle nanométrique.

ÉVALUATIONS

Test écrit

BIBLIOGRAPHIE

M. LeBellac, Introduction à l'information quantique, Belin, 2005

Molecule concept-nanocars : chassis, wheels and motors ? ,C. Joachim, G. Rapenne, ACS Nano, 2013, 7, 11-14.

E.G. Riefel, W.H. Polak, Quantum computing, a gentle introduction, MIT Press, 2014

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DEOS / EEOS-104

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

PHYSIQUE DES LASERS

Responsables : S. MASSENOT / A. BOUCHENE

Le laser est un système multiphysique issu de la physique théorique et dont les applications actuelles se trouvent aussi bien dans le grand public, l'industrie ou encore la recherche fondamentale: lecteurs CD, télécommunications sur fibres optiques, traitement de matériaux, télémétrie, vélocimétrie, horloges atomiques, fusion nucléaire… Ce module permet d'aborder le fonctionnement général des lasers tout en présentant les principales applications.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Les thèmes suivants seront abordés au cours de ce module :

- fonctionnement des lasers: principe de l'oscillateur optique ;
- phénomènes d'interaction lumière / matière ;
- amplification de lumière par émission stimulée ;
- optique des cavités lasers et des faisceaux gaussiens ;
- les différents modes de fonctionnement des lasers ;
- panorama des lasers et applications.

A la fin de cet enseignement, les élèves seront capables de décrire le fonctionnement général d'un laser, ses principales applications et d'identifier le rôle joué par ses chacun de ses constituants et ceci tout en gardant à l'esprit le domaine de validité des modèles physiques qui leurs seront présentés.

ÉVALUATIONS

QCM + Présentation d'un dossier sur une application spécifique des lasers

BIBLIOGRAPHIE

C.Delsart, Lasers et optique non linéaire, Editions Ellipses, Paris, 2008.

B. Cagnac and J.-P. Faroux, Lasers, CNRS Editions, Paris, 2002.

A.E. Siegman, Lasers, University Science Books, Sausalito, 1986.

R. Loudon, The Quantum Theory of Light, Clarendon Press, Oxford, 1973.

O. Svelto, Principles of Lasers, Kluwer Academic, Southampton, 1998.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DEOS / EEOS-105

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

PHYSIQUE DES PARTICULES

Responsable : Sébastien MASSENOT

La physique des particules est la branche de la physique qui étudie les constituants élémentaires de la matière, les rayonnements, ainsi que leurs interactions et qui tente de répondre à la question « de quoi nous sommes faits ? » Il s'agit également d'un domaine d'actualité avec la mise en évidence expérimentale récente du boson de Higgs. L'objectif de ce module est de présenter une introduction à la physique des particules moderne.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Les thèmes ci-dessous seront abordés au cours de ce module

- les différents constituants de la matière, description des forces fondamentales ;
- classification des particules ;
- physique quantique et physique des particules: spin des particules et introduction à la physique des particules modernes ;
- relativité et physique des particules : application de la dynamique relativiste ;
- physique nucléaire, accélérateurs de particules, collisions et désintégrations.

ÉVALUATIONS

Test écrit

BIBLIOGRAPHIE

R. Zitoun, Introduction à la physique des particules, Dunod, 2nde édition, 2004

B. Clément, Physique des particules : cours et exercices corrigés, Dunod, 2013

D. Griffiths, Introduction to elementary particles, Wiley, 2nd edition, 2008

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DEOS / EEOS-106

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

LA MINIATURISATION, JUSQU'OÙ ? DES NANOTECHNOLOGIES AUX NANO-OBJETS

Responsable : Sébastien MASSENOT

La miniaturisation des dispositifs et des machines (en télécommunication, dans les ordinateurs, dans les instruments de mesures ou dans les systèmes mécaniques) utilise maintenant les propriétés quantiques inhérentes aux systèmes atomiques et moléculaires. Ce module d'ouverture a pour objectif de sensibiliser aux limites de miniaturisation pour la réalisation de composants / machines aussi bien du point de vue technologique que du point de vue conceptuel avec la prise en compte des effets quantiques.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Les thèmes suivants seront abordés au cours de ce module :

- introduction aux problématiques de la miniaturisation et ses limites ;
- présentation des techniques de nanofabrication, approches top-down et bottom-up ;
- nanocomposants optiques : sources de photons uniques et pour l'information quantique, cristaux et circuits photoniques ;
- nanocomposants électroniques : problématique de réduction de la taille des composants, transport des électrons dans des circuits à l'échelle nanométrique.

La compétence principale visée par ce bloc sera l'utilisation des propriétés du monde quantique, de la connaissance de la frontière entre le monde macroscopique et le monde quantique jusqu'à la reconstruction quand cela est nécessaire des lois de la physique macroscopique pour concevoir des nano-composants.

ÉVALUATIONS

Test écrit

BIBLIOGRAPHIE

Collection : Les nanosciences, Tomes 1 à 5, Belin

C. Joachim et L. Plévert, Nanosciences: La révolution invisible, Seuil, 2008

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DEOS / EEOS-107

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

BIOINGÉNIERIE : SCIENCES DE L'INGÉNIEUR POUR LE MÉDICAL

Responsable : Angélique RISSONS

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Ce module d'ouverture a pour objectif d'utiliser les connaissances acquises dans la formation ingénieur dans le cadre biologique après avoir apporté des connaissances complémentaires sur les processus biologiques fondamentaux. Les enseignements apporteront les bases nécessaires à une ouverture vers les sciences du vivant en s'appuyant sur quatre grandes thématiques du génie biologique au travers de cours, conférences et travaux expérimentaux.

- ADN : acquérir la connaissance des processus biologiques fondamentaux impliquant l'ADN, appréhender les enjeux des recherches actuelles, explorer les outils technologiques de développement ;
- les enjeux du séquençage haut débit ;
- la médecine personnalisée : la médecine du XXIe s. ;
- nanomédecine : explorer à l'échelle nano, traiter à l'aide de nano-outils, nanostructures inspirées du vivant ;
- éthique : quelles sont les limites de la bio-ingénierie ?

Chaque thématique comprendra plusieurs séances dédiées à l'expérimentation.

ÉVALUATIONS

Présentation orale et rapport.

BIBLIOGRAPHIE

Lynn B Jorde, John C. Carey, Michael J. Bamshad, et Raymond L. White, Génétique médicale, éditions Elsevier.

Jean-François Allemand et Pierre Desbiolles, Physique et Biologie : de la molécule au vivant éditions EDP sciences

Millet A et al, Loss of functional OPA1 unbalances redox state : implications in Dominant Optic Atrophy pathogenesis, Annals of Clinical and Translational Neurology, 2016.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DEOS / EEOS-108

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

CONCEPTION DES CIRCUITS NUMÉRIQUES COMPLEXES

Responsable : P. MARTIN-GONTHIER / V.GOIFFON

Les circuits numériques font désormais partie de notre vie quotidienne : téléphones portables, GPS, appareils photos… Nos infrastructures reposent également sur ces circuits : satellites, Internet… Malgré la complexité des applications, la conception de ces circuits repose sur des notions simples.

Le but de cet enseignement est de découvrir les différentes technologies et les méthodes de conception. L'accent est mis sur la pratique au travers d'un projet. Des intervenants du monde industriels partageront leur expérience.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Nous présentons d'abord :

- la technologie des circuits intégrés ;
- les fonctions d'électronique numérique ;
- les architectures des circuits numériques : micro-processeur, FPGA, ASIC, mémoire.

Nous présentons ensuite les règles de conception, déduites de la technologie. La technologie atteint les limites de la physique. Les gains de performances, par exemple en fréquence de fonctionnement sont limités. Nous montrons comment l'association de ces architectures hétérogènes au sein d'un même circuit intégré permet une rupture de performances :

- règles de conception ;
- systèmes sur puce.

En parallèle, nous apprenons à utiliser les outils et langages associés :

- flot de conception ;
- langages de conception : VHDL, C.

Ces notions et compétences s'appréhendent mieux par la pratique : un projet permet donc une mise en application directe sur une carte électronique.

ÉVALUATIONS

Rapport de projet et examen écrit.

BIBLIOGRAPHIE

«VHDL : A logic synthesis approach», David Naylor & Simon Jones.
"Engineering the complex SOC", Chris Rowen.

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

LACS / EACS-101

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

MÉTIERS DU CONSEIL : MÉTHODOLOGIE, MÉTHODE AGILE

Responsable : P. ROUSSELOT

Ce module à été élaboré et sera animé par Mews Partners qui est un cabinet de conseil en management indépendant de 140 consultants. L'activité du cabinet est la conduite de projets de stratégie opérationnelle avec eos clients de l'industrie, de la distribution et des services. Son approche combine expertise sectorielle, valeurs humaines et méthodes innovantes. « Le pragmatisme et l'excellence nous caractérisent ». Depuis 25 ans, l'esprit Mews Partners c'est « avancer ensemble » avec nos consultants et nos clients. Portés par une forte croissance, le cabinet a actuellement trois bureaux : Paris, Toulouse et Munich. L'ouverture de nouvelles filiales à l'international est au cœur de sa stratégie de développement.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Ce module a pour but de faire découvrir, au travers de l'expérience de vrais consultants, la logique et les méthodologies des métiers du conseil.

Au-delà de l'aspect méthodologique, il s'agit de faire comprendre aux élèves ce qu'est le conseil et la vie de consultant.

BIBLIOGRAPHIE

https://www.mews-partners.com/expertises
https://fr.wikipedia.org/wiki/Soci%C3%A9t%C3%A9_de_conseil

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

LACS / EACS-102

2,5 ECTS
30 h

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

MONTAGE D'UN PROJET DE CREATION D'ENTREPRISE

Responsable : D. NGUYEN

Ce module permet aux étudiants d'appréhender certains outils et méthodologies utilisés par un entrepreneur en stade amont de création d'entreprise. Il ne s'agit pas de gestion ou de connaissance du fonctionnement d'une entreprise mais bien de comprendre la démarche de l'idée à la création et de maitriser les principaux concepts utilisés dans cet environnement. Il est destiné aux étudiants intéressés par la création d'entreprise et plus généralement la conception d'une offre innovante dans un contexte incertain. Il est fortement recommandé aux étudiants 2A souhaitant effectuer un PIR entrepreneuriat à la place d'un PIR recherche. Le module est orienté start-up technologique mais les concepts peuvent être utilisés pour tout type de création d'entreprise. Les interventions sont assurées par des experts ou consultants immergés professionnellement dans l'écosystème start-up.

Les thématiques couvertes sont approchées dans une optique création d'entreprise :

Le mode de pensée d'un entrepreneur
Le business model
Marketing
Le business plan
Lean start-up
Financer le démarrage d'une entreprise
Les dispositifs d'accompagnement

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

- Apprendre et expérimenter une posture d'entrepreneur
- Appréhender des notions de base en marketing et finance
- Connaitre les approches actuelles de création d'entreprise

ÉVALUATIONS

Étude de cas

- les étudiants choisiront un manager célèbre et collecteront des

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

EACS-103 À 110

Responsable : P. ROUSSELOT

EACS - 103 :
« Initiation au droit » et « Droit du travail » / 2,5 ECTS - 30 heures

EACS - 104 :
« Initiation au droit » et « Private Equity » / 2,5 ECTS - 30 heures

EACS - 105 :
« Les modalités de financement » et « Droit du travail » / 2,5 ECTS - 30 heures

EACS - 106 :
« Les modalités de financement » et « Private Equity » / 2,5 ECTS - 30 heures

EACS - 107 :
« Droit de la propriété industrielle » et « Droit fiscal » / 2,5 ECTS - 30 heures

EACS - 108 :
« Marketing BtoC » et « Marketing BtoB » / 2,5 ECTS - 30 heures

EACS - 109 :
« Initiation au marketing » et « Droit fiscal » / 2,5 ECTS - 30 heures

EACS - 110 :
« Initiation au marketing » et « Marketing BtoB » / 2,5 ECTS - 30 heures

Détails des modules dans les pages suivantes :

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

INITIATION AU DROIT

Le monde des affaires ne peut guère être abordé sans connaissance de quelques fondements de droit aux centres desquels se trouve le contrat... Les ingénieurs soucieux d'évoluer dans un environnement de management et de business se doivent donc de connaître des fondamentaux juridiques.

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Ce module a pour objectif de donner aux élèves de Supaero une première approche du droit pour une compréhension :

- de l'organisation du système judiciaire français et de l'utilisation que l'on peut en avoir, y compris dans des stratégies alternatives au procès judiciaire,
- des règles afférentes à certaines notions clés telles que le contrat, la responsabilité civile..

DÉROULEMENT

1. L'ORGANISATION JUDICIAIRE

- Les différents degrés de juridictions
- Les juridictions pénales, civiles, commerciales, ...
- La loi de réforme et de Modernisation de la Justice du 21ème siècle : vue et prospectives du système judiciaire
- Les modes de saisine des juridictions et la représentation des parties devant les Tribunaux : état de l'existant et perspectives

2. Les MODES ALTERNATIFS de RÈGLEMENT des LITIGES

- La Conciliation
- La Médiation
- L'Arbitrage

3. Le CONTRAT

- Les éléments constitutifs du contrat
- Le contenu et les effets du contrat
- L'inexécution et la rupture du contrat

4. La RESPONSABILITÉ CIVILE

- Les conditions de la responsabilité civile
- Les demandes indemnitaires

ÉVALUATIONS

Les modalités d'évaluation des élèves ne sont pas encore totalement fixées. Elles seront établies par l'enseignante au début du module : soit QCM, soit un cas pratique ou éventuellement les deux

INTERVENANT

Ce module est animé par Maître Karine DURRIEUX, Avocat au barreau de Toulouse et intervenant majoritairement en droit civil et droit des affaires tant en Conseil qu'en Contentieux.

Me DURRIEUX est également Médiateur, inscrit sur la liste des Médiateurs Judiciaires près la Cour d'Appel de Toulouse.

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DROIT DU TRAVAIL

Ce module a été préparé et sera animé par Laurence DESPRES, Avocat associée à Toulouse dans un cabinet ayant une activité exclusive en droit du travail. L'activité du cabinet est dédiée au droit du travail, tant dans le cadre de conseils juridiques aux entreprises que dans la représentation et l'assistance au cours de procédures judiciaires. Me DESPRES intervient par ailleurs à la faculté Capitole 1 dans le cadre de différentes formations et notamment en Master 2 Droit du travail

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Le droit du travail est une matière dont le champ large nécessite d'en maîtriser les bases. Il s'agit en l'occurrence de comprendre l'articulation entre les différentes sources (loi, conventions et accords collectifs, contrat de travail…), de savoir sécuriser les étapes du contrat de travail de l'embauche à la rupture et de gérer les différents éléments de la relation de travail.

Dans un monde professionnel en constante évolution, ce module a pour objectif de permettre aux étudiants d'appréhender au mieux le milieu du travail, qui sera le leur à l'issue de leur cursus.

Au-delà des aspects théoriques dispensés durant ce module, cette formation a ainsi pour ambition de faciliter l'entrée dans le monde du travail, en donnant des connaissances réellement pratiques.

Ce module a donc pour but de permettre à ses participants de :

- 1. Maîtriser les fondamentaux juridiques appliqués à la gestion du contrat de travail, de son élaboration à sa rupture.
- 2. Acquérir les bons réflexes juridiques pour sécuriser ses pratiques RH.
- 3. Répondre aux questions RH des managers et des salariés en intégrant le cadre juridique.
- 4. Gagner en autonomie dans la gestion de la vie du contrat de travail.
- 5. Maîtriser les fondamentaux juridiques appliqués à la gestion du contrat de travail, de son élaboration à sa rupture.
- 6. Acquérir les bons réflexes juridiques pour sécuriser leur quotidien.

DÉROULEMENT

INTRODUCTION :

- Articulation entre les différentes sources du droit du travail

THEME 1 : RECRUTEMENT et CHOIX du CONTRAT de TRAVAIL

- Le recrutement : Les dispositions liées au processus de recrutement : discrimination, égalité homme/femme, etc.
- Le choix du contrat de travail
- Les clauses du contrat :
  - Période d'essai
  - Clause de mobilité
  - Clause de non concurrence
  - Clause de dédit formation
- Les particularités des contrats précaires : CDD, intérim.

THÈME 2 : DURÉE du TRAVAIL et REMUNERATION

- Le temps de travail : durée et aménagement (différentes modalités, forfait,..)
- Les congés payés et autres congés
- La gestion de la suspension du contrat de travail (la maladie, la maternité, les accidents du travail, etc.).
- La rémunération

THÈME 3 : L'EXÉCUTION du CONTRAT de TRAVAIL

- Les pouvoirs disciplinaires de l'employeur disciplinaire
- Les obligations de l'employeur : sécurité, formation,..
- La modification du contrat de travail
- Les contraintes, la procédure à suivre
- Les conséquences du refus du salarié

THÈME 4 : la FIN du CONTRAT de TRAVAIL

- La rupture du contrat à l'initiative de l'employeur : le licenciement
  - Pour motif personnel
  - Pour motif économique
- La rupture du contrat à l'initiative du salarié :
  - La démission
  - La prise d'acte de la rupture
  - La résiliation judiciaire du contrat de travail...
- La rupture conventionnelle.

ÉVALUATIONS

Petit cas à traiter seul(e) ou en groupe (2,3 4 élèves) et présenter en cours (dernière séance).

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

PRIVATE EQUITY

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

De nombreuse entreprises (PME, ETI, start-up) n'ont pas ou peu accès aux marchés financiers organisés et peinent parfois à trouver des actionnaires financiers et/ou non financiers afin d'accompagner l'émergence et le développement de leur stratégie. Forts de leur politique commerciale de fonds-raising, les fonds de private-equity répondent donc à leur difficultés en réinvestissant les fonds levés auprès de prêteurs-investisseurs en quête de placements financiers combinant un fort couple risque/rentabilité. Du capital-risque, en passant par le capital-développement, le capital-transmission ou encore le captal-retournement, ces fonds sont donc, progressivement devenus des acteurs incontournables du financement des entreprises de taille intermédiaires, de PME ou encore de start-UP

DÉROULEMENT

SYLLABUS : « Private Equity et développement des entreprises »

Cours 1 (5h) :
Le Private Equity, source de financement des entreprises

- Qu'est-ce que le Private Equity ?

Définition du Private-Equity (ou capital-investissement), différences avec les autres formes de financements, objectifs des fonds et prise de risque, bénéfices/risques du Private Equity par des exemples concrets de success stories et d'échecs

- Quel est l'impact du Private Equity dans notre économie ?

Place du Private Equity sur le marché de la fusion-acquisition, évolution du nombre et du type de transactions, focus sur l'industrie aéronautique et spatiale

- Qui sont les fonds ?

Segmentation des acteurs du Capital-Risque aux Corporate Ventures Capital en passant par les fonds thématiques

Cours 2 (5h) : Modèle économique des fonds de Private Equity

- Comment fonctionne un fonds de Private Equity ?

Type d'investisseurs et objectifs, modèle de rémunération, enjeux de ce métier

- Quels sont les grands principes du Leverage-Buy-Out ?

Mécanisme du LBO, bénéfices/risques du financement partiel par de la dette

- Comment se déroule un deal ?

Etapes de déroulement d'un deal : l'identification/sélection de la cible, à l'analyse stratégique et financière (due-diligence), parties prenantes impliquées

Cours 3 (5h) : Le Private Equity, en pratique

INTERVENANT

Responsable : Athue Sejor du cabinet Archery Strategy Consulting

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

LES MODALITÉS DE FINANCEMENT

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

A l'issue de ce module, les élèves de Supaero connaîtront et appréhenderont les modalités les principaux modes de financement des investissements et des BFR des entreprises. Pour la plupart d'entre-elles, l'autofinancement généré par la performance de leur activité s'avère insuffisant pour assurer la mise en place et le développement de leur stratégie. Elles ont alors recours à des compléments de financement soit auprès de leurs actionnaires soit auprès de prêteurs au sein d'établissements financiers ou sur les marchés financiers.

PRE-REQUIS

Revoir absolument l'introduction du cours d'initiation à l'entreprise dispensé en début d'année.

DÉROULEMENT

Introduction

- De la stratégie au besoin de financement des investissements et du cycle d'activité.
- Règle d'orthodoxie financière.

Chapitre I : Le financement des investissements de l'entreprise

- 1. Le financement par fonds propres : l'augmentation de capital
- 2. Le financement par emprunt obligataire
- 3. Le financement par emprunt classique
- 4. Le financement par crédit-bail
- 5. Cas d'application : comparaisons financières entre le crédit-bail et l'emprunt obligataire - la compagnie Aérofret

Chapitre II : Le financement du cycle d'activité de l'entreprise

- 1. Comprendre la problématique de la trésorerie quotidienne des entreprises - notion d'équilibre financier
- 2. Nécessité de prévoir
- 3. Le financement du BFR : autofinancement et/ou concours bancaires à court terme
- 4. Les crédits de trésorerie : le découvert et/ou les mobilisations de créances.

ÉVALUATIONS

QCM lors de la dernière séance.

INTERVENANT

Philippe ROUSSELOT, professeur d'Economie-Gestion à l'ISAE-Supaero et ex-professeur de finance à la Toulouse Business School.

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

LA PROPRIETE INTELLECTUELLE ET LES CONTRATS DANS L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

Évaluer et contrôler les risques juridiques et les opportunités associés aux collaborations industrielles et commerciales internationales est un besoin constant pour les entreprises du secteur aérospatial. Le but de cette présentation est d'aider les étudiants à se familiariser avec certaines questions juridiques liées au déploiement des projets opérationnels.

DÉROULEMENT

L'intervention se déroulera comme suit : un aperçu des principes juridiques fondamentaux de la propriété intellectuelle et des contrats industriels sera présenté aux étudiants. Des cas pratiques seront utilisés à l'appui de cette présentation, y compris des cas concernant la contrefaçon de brevets, les accords de recherche et développement et les contrats de fourniture d'équipements.

ÉVALUATIONS

Étude de cas en Groupe lors de la dernière séance

INTERVENANT

Eric Junca est un avocat français, membre du barreau de Toulouse, fondateur et dirigeant du cabinet d'avocats et de conseils en propriété industrielle "Junca § Associés". La pratique du cabinet se concentre sur la protection et la défense des droits de propriété intellectuelle, ainsi que la négociation et le contentieux des contrats industriels. Le cabinet est membre du pôle de compétitivité "Aerospace Valley". Eric Junca est diplômé d'universités françaises (Toulouse et Strasbourg) et américaines (Penn State et Georgetown Law), titulaire de la spécialisation en droit de la propriété intellectuelle, et qualifié devant l'Institut National de la Propriété Industrielle (INPI), l'Office de l'Union Européenne pour la Propriété Intellectuelle (EUIPO) et l'Office Européen des Brevets (OEB). Il intervient dans divers programmes de formation à la faculté de droit de Toulouse et à Toulouse Business School où il enseigne la matière de la propriété intellectuelle et des contrats

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

DROIT FISCAL

OBJECTIFS GLOBAUX, CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES

On peut risquer une hypothèse qui a peu de chances d'être invalidée : la principale dépense dans un budget, qu'il soit de particulier ou d'entreprises, est constituée par les prélèvements fiscaux. Longtemps dans le peloton de tête des pays à forte pression fiscale, la France semble, depuis quelques années, installée durablement à la première place. Ces prélèvements « dynamiques » permettent une redistribution qui atténue, plus qu'ailleurs, les différences de revenus. Difficile dans un tel contexte de ne pas orner sa culture générale d'un bagage fiscal minimum et de l'acquérir au meilleur moment : le temps des études. Chacun jugera par la suite de son utilité, de l'abonder ou de l'oublier…

- d'expliquer la composition du monde socioprofessionnel ;
- de retracer les trajectoires de formation des cadres et managers ;
- d'analyser les phénomènes de reproduction des élites et d'étudier les relations entre managers ;
- de comprendre l'importance des ressources sociales ;
- de construire et collecter des données pertinentes.

DÉROULEMENT

On fera ce voyage en fiscalité en trois étapes. Dans un premier temps on décrira en un large panorama, les impôts, taxes et prélèvements qui structurent la fiscalité française. On examinera ensuite, successivement l'entreprise (seconde partie) et le particulier (troisième partie), face aux contributions qu'ils doivent acquitter.

I. Les PRINCIPAUX PRÉLÈVEMENTS STRUCTURANT la FISCALITÉ FRANÇAISE

- Les impôts directs : Impôt sur le revenu, prélèvements sociaux, impôts directs locaux, impôt sur les sociétés.
- Les impôts sur la consommation : taxe sur la valeur ajoutée, TIPCE
- Les impôts sur le patrimoine : droits de mutation sur certains biens, impôt sur la fortune immobilière.

II . L'ENTREPRISE FACE à l'IMPOT

- L'entreprise individuelle et la société de personne
- La société de capitaux
- La très petite entreprise
- L'entreprise auxiliaire de l'administration fiscale : la perception de la TVA

III . L'IMPOSITION des PARTICULIERS

- L'imposition des revenus des particuliers
- L'imposition du patrimoine des particuliers
- Territorialité de l'imposition des particuliers : le cas des expatriés.

ÉVALUATIONS

- Par QCM lors du dernier cours

INTERVENANT

Conseiller fiscal ou gestionnaire de patrimoine ou expert-comptable

Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2022-2023

1re année
Semestre 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15
TRONC COMMUN HUMANITÉS 19
PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26
PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28
PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29
STAGE OUVRIER 32
MODULES ÉLECTIFS 34

MARKETING INITIATION:

From Market Research to Business Communication To be able to work with Marketing Teams

ATTENTION !!!! : le syllabus ci-après est en anglais mais le cours sera dispensé en français

How to place the customer in the heart of the company to secure a successful business?

Marketing encompasses several job types, from Market surveys, Strategic Marketing, Operational Marketing with Communication and Sales. This elective course will enable students to understand the Mk state of mind, in the different market contexts. Basic tools are explained, from Segmentation, targeting and Positioning. Owing to the market surveys, it is possible to do a serious diagnosis, and then to propose Business objectives and an Action Plan, concerning the Offering changes and the Communication campaign to help Salesforce to achieve the fixed objectives. Product/Service Management must be monitored with Product and Customer Portfolios the students will be able to use in their future company, from the start-up to multinational ones. Courses are a combination of academic contents and managerial exercises and short business cases. The students will do a Company Diagnosis, with an oral team presentation during the last session, and submit a short executive summary.

LEARNING OBJECTIVES

By the end of the course, students will:

- Know main theories and best practices of Marketing and Communication.
- Understand how to create a real competitive advantage, after having done an efficient market segmentation, selected the best targets, and created a strong positioning to justify the difference versus competitors.
- Know the main metrics used in marketing and Communication.
- Participate to the elaboration of the Marketing Plan, even when working in the technical field.
- Be able to analyze the Company offering owing to the different portfolios.
- Be able to collaborate with marketing team members.

COURSE PLAN

- Introduction, Life cycle, Mk Mix, Consumer behaviour, Pull & Push Communication Strategies
- Segmentation, Targeting, Positioning
- Market surveys and metrics in Mk and Com
- Marketing Plan, Sales Action plan and product management
- Students presentation on a Company Marketing Diagnosis.

Teaching methods:

The course will be a mix of formal lectures, class discussions, exercises from real companies and student presentations to be delivered in English or French language.

Three Book chapters will be sent to the students, before the beginning of the elective.

STUDENTS ASSESSMENT

The students will receive a grade after the presentation (oral + executive summary) of the Company Diagnosis (Marketing and Communication).

BIBLIOGRAPHY

Kotler, Manceau and al, 2017, Marketing Management, Ed.Pearson.

Lendrevie et al, 2017, Mercator, Ed. Dunod .

Malaval, Décaudin, 2017, Pentacom, Ed. Pearson.

INTERVENANT

Philippe Malaval holds a Doctorate in Management Science, is habilitated to supervise Research in Management. He also got a Master of Management in the Toulouse Business School, then a Research Master in Economy. He is a Professor of Marketing, Sales Management and Communication in TBS and a visitor professor in numerous universities in France, China, India. He first worked as a Product Manager in the Business to Consumer field (Yoplait-Candia), then he became a Professor and created a small consulting companyl. He actively participated to the development of the "Mastère Marketing Management & Communication" (French and English track), so as the Aerospace Mba, and is in charge of the Option « International Marketing Management ». He has written 28 reference books, in BtoB Mk, BtoB Branding, Aeronautics and Business Communication, mainly published by Pearson Education, Springer and Beboek.

Ingénieur ISAE-SUPAERO

Programme 2022-2023

1re année

Semestre 2

TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE 4

TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE 15

TRONC COMMUN HUMANITÉS 19

PROJETS INNOVATION ET CRÉATIVITÉ 26

PARCOURS D'AIDE À LA CONSTRUCTION DE SON CURSUS 28

PRATIQUE EXPÉRIMENTALE 29

STAGE OUVRIER 32

MODULES ÉLECTIFS 34

Business to Business Marketing :

From Industrial Marketing to Business Marketing

To know the specificities of the BtoB contextes

ATTENTION !!!! : le syllabus ci-après est en anglais mais le cours sera dispensé en français

Marketing is mainly known through Consumer fields, i.e. BtoC, Business to Consumer, because we all are consumers, and most of marketing books are based on the consumer field.

But today most of new Marketing jobs take place in the BtoB field, especially in High-Tech, Consulting, but also traditional sectors such as food, health, aviation…

It is necessary to know what is different in a BtoB context, from Market Surveys, Strategic Marketing to Operational Mk, made of Communication and sales. This is the main reason why of this elective.

The context of Request of proposal by Customer companies makes it necessary to know how to answer a RFP owing to the Business marketing techniques, to win a new project.

This elective course will enable students to understand the derived demand for the different BtoB contextes, BtoB, BtoBtoC, BtoBtoE.

It will be better having first chosen the elective "Marketing Initiation" to better profit from this BtoB elective.

LEARNING OBJECTIVES

By the end of the course, students will:

- Know main theories and best practices of BtoB Marketing and BtoB Communication.
- Understand the processes used to create a strong Customer Intimacy with the Customer Company, first and foremost made of Interindividual relationships.
- Understand the Long-Term Relationship is more important than the Short-Term Transaction.
- Be able to build a strong BtoB Positioning, made of a technical know-how, but also of a strong Relationship.
- Be able to answer a Request for proposal, by anticipating it.
- Be able to collaborate with marketing team members, either working in R&D or in the Production Department.

COURSE PLAN

- Derived Demand in Core-BtoB, BtoBtoC and BtoBtoE.
- Market surveys and Test Markets in BtoB
- The Buying center made of Deciders, Purchasers, Users and Influencers inside and outside the Customer Company
- BtoB Communication: Direct, Digital, Trade-Shows, Prof Press, Professional Events.
- The Business or Project Marketing to anticipate the Request for proposal.

Teaching methods:

The course will be a mix of formal lectures, class discussions, exercises from real companies. Two Book chapters will be sent to the students, before the beginning of the elective.

STUDENTS ASSESSMENT

The assessment is based on 4 open questions. The students will send their individual work to the Professor two weeks after the last session, in English or French language

BIBLIOGRAPHY

Malaval, Bénaroya, 2017, Marketing BtoB, Ed. Pearson.

NTERVENANT

Philippe Malaval holds a Doctorate in Management Science, is habilitated to supervise Research in Management. He also got a Master of Management in the Toulouse Business School, then a Research Master in Economy. He is a Professor of Marketing, Sales Management and Communication in TBS and a visitor professor in numerous universities in France, China, India. He first worked as a Product Manager in the Business to Consumer field (Yoplait-Candia), then he became a Professor and created a small consulting companyl. He actively participated to the development of the "Mastère Marketing Management & Communication" (French and English track), so as the Aerospace Mba, and is in charge of the Option « International Marketing Management ». He has written 28 reference books, in BtoB Mk, BtoB Branding, Aeronautics and Business Communication, mainly published by Pearson Education, Springer and Beboek.

ISAE-SUPAERO
10, avenue É. Belin
BP 54032
31055 Toulouse Cedex 4
France

33 (0)5 61 33 80 80
www.isae-supaero.fr

ISAE Supaero
@ISAE_officiel
@isae-supaero
ISAEcom
ISAE-SUPAERO

Rédaction et conception : ISAE-SUPAERO / Crédits photos : © Aude Lemarchand
Document non contractuel – septembre 2018