

Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace  
Issu du rapprochement SUPAERO et ENSICA

**PROGRAMME  
DES ENSEIGNEMENTS  
1<sup>re</sup> année  
2011-2012**

**FORMATION SUPAERO**



**isae**

Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace

# Table des matières

Présentation .....	3
Programme.....	5
Harmonisation.....	9
Tronc commun scientifique.....	11
Tronc commun non scientifique .....	19
Option astrophysique .....	23
Option mathématique de la décision économique.....	25
Option dynamique du vol .....	27
Option intelligence artificielle et informatique fondamentale .....	29
Option nanosciences .....	31

# PRÉSENTATION

**Responsable de programmes : Christophe GARION**

**Inspecteur d'étude : Nicole PEYBERNARD**

## Déroulement du cursus

---

La majeure partie du programme de 1<sup>ère</sup> année consiste en un important tronc commun de sciences fondamentales (de septembre à avril) :

- mathématiques (analyse vectorielle, analyse complexe, analyse fonctionnelle, analyse hilbertienne, analyse harmonique, équations aux dérivées partielles, probabilités),
- physique (propagation des ondes électromagnétiques, physique du laser, mécanique quantique, électronique),
- mécanique et thermodynamique (thermodynamique et énergétique, mécanique des milieux continus, élasticité linéaire, mécanique générale, mécanique spatiale, mécanique des fluides et aérodynamique, dynamique du vol),
- informatique (accès système, algorithmes et programmation).

C'est également pendant le tronc commun que prennent place un module encadré de travaux expérimentaux (TrEx) en binôme, réalisés le plus souvent dans les laboratoires de l'École.

L'ensemble des modules décrits ci-dessus constitue le « tronc commun scientifique ».

Pour tenir compte des différences sensibles entre les programmes des filières de classes préparatoires, une phase d'harmonisation multi-disciplinaire est programmée au début du tronc commun.

Le tronc commun comprend aussi un volume important de disciplines non- scientifiques, également indispensables à la formation d'un ingénieur :

- économie - gestion (jeu de simulation d'entreprise, économie d'entreprise),
- séminaires de culture générale (un à choisir parmi neuf),
- une initiation de l'histoire des sciences,
- des cours obligatoires d'anglais et d'une autre langue vivante (choisie parmi neuf),
- une préparation à la vie professionnelle,
- trois disciplines sportives au choix, occupant chacune un trimestre.

L'année se termine par deux mois d'enseignements électifs (fin avril - fin juin). Les étudiants ont le choix entre cinq options (80 heures) :

- dynamique du vol,
- intelligence artificielle et informatique fondamentale,
- mathématiques de la décision économique,
- astrophysique,
- nanosciences.

Indépendamment du choix de leur majeure, les étudiants doivent également réaliser un projet personnel. Réalisés individuellement ou en binôme les projets de 1<sup>ère</sup> année sont répartis par unités de formation. Les sujets sont habituellement proposés par les élèves, après acceptation par un enseignant responsable d'unité de formation, qui oriente et valide le choix du sujet et de l'encadrant.

Tous les étudiants réalisent un vol découverte sur TB20 et ont accès à une formation basique au pilotage ; les élèves sélectionnés peuvent suivre une formation plus poussée les menant, dans la grande majorité des cas, jusqu'au brevet de pilote privé.

Par ailleurs, outre l'apprentissage d'une troisième, voire d'une quatrième langue vivante, de nombreuses matières facultatives sont proposées au cours des deux premières années, allant d'une formation au secourisme jusqu'à un atelier d'arts plastiques en passant par des initiations aux outils bureautiques de l'ingénieur.

Enfin, entre la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> année, les étudiants font un stage de découverte de l'entreprise durant lequel ils doivent effectuer des travaux au niveau exécutant.

## **Conditions de validation**

---

Les critères de suffisance portent sur les notes attribuées après rattrapage. Ils restent valables après examen de rappel éventuel. Ces notes sont attribuées en prenant en compte un ou plusieurs des modes d'évaluation classiques : test écrit, rapport, soutenance orale, bureau d'études, contrôle continu.

Les critères de suffisance conduisant à la validation de la 1<sup>ère</sup> année d'études sont les suivants :

- aucune note R (refus de noter) ;
- aucune note de module inférieure à la « barre minimale » de 7/20 (ce critère démontre l'absence de lacune rédhibitoire dans l'une des matières du cursus), barre servant également de seuil pour les crédits ECTS. En ce qui concerne les langues vivantes, le seuil est fixé à 10/20 ;
- moyenne supérieure ou égale à 12/20 sur l'ensemble des matières scientifiques du tronc commun, ce critère démontre le niveau scientifique global de l'étudiant ;
- moyenne supérieure ou égale à 12/20 sur l'ensemble des matières non scientifiques du tronc commun, ce critère démontre le niveau de l'étudiant dans les autres disciplines ;
- moyenne supérieure ou égale à 12/20 sur l'ensemble des matières de l'option.

# PROGRAMME

## Harmonisation

Semestre	Code	Enseignements	Volume horaire	Ects
S 1	ET121	Harmonisation en électronique (PC)	3.75	0
S 1	MA121	Topologie (PC)	10	0
S 1	MA122	Topologie (PSI)	5	0
S 1	MA123	Algèbre et topologie (PT, TSI, L3)	22.5	0
S 1	SM121	Harmonisation en mécanique générale (MPI, PC)	12.5	0

## Tronc commun scientifique

Semestre	Code	Enseignements	Volume horaire	Ects
S 1	AE101	Mécanique des fluides et aérodynamique	46.25	3
S 1	DV101	Dynamique du vol	22.5	1.5
S 2	DV102	Vol découverte	2,5 h par élève	0
S 1	ET101	Électronique	30	2
S 1	IN102	Algorithmique et programmation	43	3
S 2	IS101	Introduction aux outils de la mécanique céleste	12.5	0.5
S 1	IS102	Introduction à l'approche système	10	0.5
S 1	MA101	Introduction à la simulation numérique	12.5h	1
S 1	MA102	Introduction à l'optimisation	16.25	1
S 1	MA103	Analyse hilbertienne, analyse fonctionnelle	22.5h	2
S 1	MA104	Variable complexe	11.25	1
S 2	MA105	Probabilités : de la théorie au calcul	30	2
S 1	MA106	Analyse harmonique	20	1.5
S 1	MA107	Initiation au logiciel Matlab	2.5	0
S 1	PE101	Thermodynamique générale	20	1.5
S 1	PH101	Mécanique quantique	20	1.5
S 2	PH102	Propagation des ondes électromagnétiques	21.25	1.5
S 1	PH103	Physique du laser	25	2
S 1	SM101	Mécanique des milieux continus et des solides déformables	30	2.5
S 1	SM102	Mécanique générale	20	1.5
S 2	SM103	Statique des poutres	20	1.5
S 1	XX101	Travaux Expérimentaux	20	1.5
S 1	XX103	Activités de laboratoire	20	0.5

## Tronc commun non scientifique

Semestre	Code	Enseignements	Volume horaire	Ects
S 1	AC101	Histoire des sciences	16.25	0
S 1 et S 2	AC102	Arts et culture	30	2.5
S 2	EG101	Initiation à la politique générale de l'entreprise	20	1
S 1	EG102	Économie d'entreprise	18.75	1
S 2	EG103	Introduction au droit de la propriété intellectuelle	20	1
S 2	EG104	Préparation au travail en entreprise et à la recherche de stage	5	0
S 1	IN101	Accès système informatique	7.5	0
S 1 et S 2	LV110	LV1 Anglais	65	4
S 1 et S 2	LV111-LV119	Langue vivante 1	50	4
S 1 et S 2	LV120-LV129	Langue vivante 2	46.25	3
S 1 et S 2	SP101	Sport	42	2.5
S 2	XX102	Projet	122,5	6

## Option astrophysique

Semestre	Code	Enseignements	Volume horaire	Ects
S 2	PH110	Physique statistique	28	2
S 2	PH111	Relativité restreinte et générale	20	1.5
S 2	PH112	Astrophysique générale : comprendre et observer l'univers	10	1
S 2	PH117	Physique du système solaire	22	1.5

## Option mathématique de la décision économique

Semestre	Code	Enseignements	Volume horaire	Ects
S 2	MA110	Systèmes dynamiques non linéaires	20	1.5
S 2	MA111	Méthodes mathématiques d'optimisation	20	1.5
S 2	MA112	Applications économiques de l'optimisation statique et dynamique	20	1.5
S 2	MA113	Théorie des jeux	20	1.5

## Option dynamique du vol

Semestre	Code	Enseignements	Volume horaire	Ects
S 2	AE110	Aérodynamique de l'Avion	26.25	2
S 2	DV110	Modélisation des efforts de propulsion	8.75	1
S 2	DV111	Modélisation des masses de structure	22.5	1.5
S 2	DV112	Les performances	22.5	1.5

## Option intelligence artificielle et informatique fondamentale

Semestre	Code	Enseignements	Volume horaire	Ects
S 2	IN110	Langage et compilation	20	1.5
S 2	IN111	Programmation fonctionnelle et introduction à la théorie des types	20	1.5
S 2	IN112	Logique mathématique	20	1.5
S 2	IN113	Intelligence artificielle : une introduction	20	1.5

## Option nanosciences

Semestre	Code	Enseignements	Volume horaire	Ects
S 2	PH113	Microscopies	17.5	1
S 2	PH114	Physique du solide et opto électronique	16.25	1.5
S 2	PH115	Physique mésoscopique	18.75	1.5
S 2	PH116	Ressources quantiques	27.5	2



# HARMONISATION

## **Harmonisation en électronique (PC)**

**ET121 - semestre 1 -**

**Responsable du module :** Pierre MAGNAN

**Volume horaire :** 3.75 h

## **Topologie (PC)**

**MA121 - semestre 1 -**

**Responsable du module :** V. Girinon

**Volume horaire :** 10 h

**Correspondant ISAE :** Xavier CLAEYS

### **Descriptif**

Harmonisation d'analyse mathématique essentiellement destinée à préparer le cours d'analyse fonctionnelle du tronc commun MA103. Les notions de limites, de suite de Cauchy, d'espaces vectoriels normés, des différents types de convergence pour les suites de fonctions seront entre autres abordées.

## **Topologie (PSI)**

**MA122 - semestre 1 -**

**Responsable du module :** Xavier CLAEYS

**Volume horaire :** 5 h

### **Descriptif**

Harmonisation d'analyse mathématique essentiellement destinée à préparer le cours d'analyse fonctionnelle du tronc commun MA103. Les notions de limites, de suite de Cauchy, d'espaces vectoriels normés, des différents types de convergence pour les suites de fonctions seront entre autres abordées.

## **Algèbre et topologie (PT, TSI, L3)**

**MA123 - semestre 1 -**

**Responsable du module :** Jean-Louis PAC

**Volume horaire :** 22.5 h

**Correspondant ISAE :** Xavier CLAEYS

### **Descriptif**

Harmonisation en mathématique destinée à préparer les étudiants issus de la filière PT ou d'une licence universitaire aux différents enseignements du tronc commun de première année du cursus SUPAERO. Les notions d'algèbre vectorielle (dimension finie) sont traitées, comme les structures d'espace vectoriel et de sous-espace vectoriel, les applications linéaires et la réduction (diagonalisation) des endomorphismes. Ensuite, des rappels et des compléments d'analyse sont enseignées comme : les suites, les séries, les suites de fonctions avec les différents types de convergence, les suites de Cauchy et les espaces vectoriels normés de dimension infinie (pour préparer l'analyse hilbertienne et l'analyse fonctionnelle, module MA103 du tronc commun de première année).

**Responsable du module :** Miguel CHARLOTTE

**Volume horaire :** 12.5 h

**Descriptif**

Les grands chapitres de la mécanique newtonienne sont abordés afin de maîtriser la modélisation des systèmes ainsi que la description des mouvements et leurs causes. La modélisation des actions mécaniques, la cinématique du solide, la cinétique et dynamique du solide sont illustrées théoriquement ainsi qu'au travers d'applications aéronautiques.

# TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE

## **Mécanique des fluides et aérodynamique**

**AE101 - semestre 1 -**

**Responsable du module :** Allan BONNET

**Volume horaire :** 46.25 h

**Ects :** 3

### **Descriptif**

L'enseignement de Mécanique des fluides et Aérodynamique de 1ère année vise à donner les bases de cette discipline qui s'appuie sur les cours de Mécanique des Milieux Continus SM 101, tout en l'appliquant à l'aérodynamique. Les cours sont complétés par des exercices, dont un grand nombre comporte des démonstrations en soufflerie. Nous présentons tout d'abord la hiérarchie des modèles disponibles pour traiter des écoulements fluides dans le cadre des milieux continus, en allant des équations de Navier-Stokes jusqu'aux équations à potentiel des vitesses linéarisé. Le cours s'articule ensuite autour de trois thèmes : effets de la compressibilité ou du nombre de Mach  $M$ , effets de la viscosité ou du nombre de Reynolds  $Re$  et effets de la tridimensionnalité des écoulements ou de l'allongement  $l$

## **Dynamique du vol**

**DV101 - semestre 1 -**

**Responsable du module :** Christophe CROS

**Volume horaire :** 22.5 h

**Ects :** 1.5

### **Descriptif**

La dynamique du vol en première année concerne l'étude des équilibres de l'avion. L'équilibre longitudinal qui régit le vol dans un plan vertical, en particulier la pente et la vitesse, et l'équilibre latéral qui traite le cas du virage et du vol rectiligne dérapé. Ce dernier sera rencontré lors d'un atterrissage par vent de travers ou en cas de panne moteur. Avant d'aborder l'équilibre proprement dit, l'enseignement débute par une présentation générale de la dynamique du vol, de sorte que le premier contact avec cette matière permette d'introduire le vocabulaire et les méthodes de travail que l'on retrouvera en deuxième année où les qualités de vol d'un avion seront traitées. Les performances qui traduisent l'équilibre dans des conditions aux limites seront, quant à elles, traitées au cours de la majeure de Dynamique du Vol de première année. Cette majeure constitue une introduction à la conception avion qui sera développée grâce aux projets de deuxième année.

Objectifs de l'enseignement : Cet enseignement devrait 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. Cette culture se construira non seulement sur le vocabulaire, les méthodes et la technique mais aussi grâce aux anecdotes aéronautiques.

## **Vol découverte**

**DV102- semestre 2 -**

**Responsable du module :** Daniel VACHER

**Volume horaire :** 2,5 h par élève h

**Correspondant ISAE :** Christian COLONGO

### **Descriptif**

L'objectif est de faire découvrir le milieu aérien aux étudiants de première année et aux admis sur titre de deuxième année. Pour un certain nombre d'entre eux il s'agit en effet de leur premier vol en avion. Ce vol consiste en un aller-retour Toulouse Albi.

Les principes généraux de pilotage d'un avion et les méthodes de navigation sont succinctement abordés. Les vols sont réalisés sur le SOCATA TB 20 ou sur des ROBIN DR 400.

## **Électronique**

**ET101 - semestre 1 -**

**Responsable du module :** Pierre MAGNAN, Vincent GOIFFON

**Volume horaire :** 30 h

**Ects :** 2

### **Descriptif**

#### Partie 1

L'objectif de ce cours est d'apporter aux étudiants une connaissance des techniques leur permettant de comprendre, d'analyser, de concevoir, de simuler et de réaliser des fonctions d'électronique numérique. Ce cours se termine par un bureau d'étude durant lequel ils appliqueront les notions développées en réalisant une fonction complexe utilisant une architecture matérielle construite autour d'un circuit numérique programmable. Ce cours commence par une présentation des systèmes de numération. Cette partie est nécessaire à la compréhension des représentations utilisées dans les systèmes de traitement numérique (filtrage numérique, traitement linéaire, codage, ... ) qui représentent une part importante de l'électronique numérique. Il aborde ensuite les techniques d'électronique combinatoire. L'effort porte sur les méthodes de spécification et les techniques de simplification. Cette partie est suivie d'un cours d'électronique séquentielle qui décrit les méthodes de synthèse des compteurs synchrones et asynchrones et les fonctions séquentielles simples que constituent les systèmes à décalage. Enfin sont introduites les méthodes de description et de synthèse de systèmes synchrones qui sont appliquées à la conception de machine à états finis.

#### Partie 2

Cet enseignement vise à donner aux étudiants les compétences nécessaires leur permettant de comprendre, d'analyser, de concevoir, de simuler et de réaliser des fonctions électroniques analogiques et numériques des systèmes de traitement des signaux (souvent issus de capteurs de grandeurs physiques) et à introduire les notions de base du traitement du signal et du bruit. La partie numérique du cours commence par une étude des représentations (systèmes de numération) utilisées dans les systèmes de traitement numérique avant d'aborder les techniques d'électronique combinatoire (spécification et simplification), les méthodes de synthèse des compteurs synchrones et asynchrones, les systèmes à décalage et les méthodes de description et de synthèse de systèmes synchrones des machines à états finis. Il se termine par deux bureaux d'étude, l'un axé sur l'utilisation des outils de simulation électronique pour la conception des circuits analogiques, l'autre durant lequel ils appliqueront les notions développées en réalisant une fonction numérique complexe utilisant une architecture matérielle construite autour d'un circuit numérique programmable.

## **Algorithmique et programmation**

**IN102 - semestre 1 -**

**Responsable du module :** Pierre SIRON

**Volume horaire :** 43 h

**Ects :** 3

### **Descriptif**

La notion d'algorithme est introduite avec un langage algorithmique simple et des exemples. Deux méthodes de conception sont présentées : descendante et ascendante basée sur les types de données abstraites. Le langage de programmation C est enseigné car ce langage est largement répandu, qu'il permet une bonne modularité et la mise en oeuvre de structures de données complexes et dynamiques. Enfin, il permettra d'aborder des langages de programmation objet en deuxième année.

## **Introduction aux outils de la mécanique céleste**

**IS101 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** David MIMOUN

**Volume horaire :** 12.5 h

**Ects :** 0.5

### **Descriptif**

Ce module vise à présenter dès la première année du cursus SUPAERO une introduction à la mécanique spatiale. S'appuyant sur les acquis du cours de mécanique générale, ce cours présentera une introduction à la mécanique spatiale, en revisitant les équations du mouvement à deux corps, puis en parcourant les équations du mouvement à trois corps dans les cas restreints usuels (on abordera ainsi les notions de sphère d'influence). On présentera les intégrales de Jacobi, la relation de Tisserant, les équations de Hill ainsi que les points de Lagrange. Une première approche de la stabilité des points de Lagrange sera présentée, ainsi que des trajectoires au voisinage de ces points.

Les concepts de résonance entre orbites seront abordés, ainsi que la transition vers les comportements chaotiques (rotation d'Hypérion)

De nombreuses applications tirées de la mécanique céleste seront présentées.

## **Introduction à l'approche système**

**IS102 - semestre 1 -**

**Responsable du module :** Stephanie LIZY-DESTREZ

**Volume horaire :** 10 h

**Ects :** 0.5

### **Descriptif**

Répartis en équipe, les élèves devront dans un premier temps fabriquer un robot selon la mission décrite dans le cahier des charges qui leur a été fourni. Ils se rencontreront ensuite dans une compétition amicale qui a pour but essentiel la présentation des différentes architectures et stratégies retenues.

Puis, ils auront une séance de débriefing pour échanger autour de leur mode d'organisation et de communication pendant cette compétition.

Enfin, lors d'une séance de synthèse, un cours d'introduction à l'Ingénierie Système leur permettra de faire le lien entre l'expérience vécue et les concepts fondamentaux de cette discipline.

## **Introduction à la simulation numérique**

**MA101- semestre 1 -**

**Responsable du module :** Denis MATIGNON

**Volume horaire :** 12.5 h

**Ects :** 1

### **Descriptif**

Ce cours est décomposé en deux parties. La première partie consiste en un enseignement sur les moindres carrés, la pseudo-inverse et la décomposition en valeurs singulières, suivi par un bureau d'étude (exercices de régression puis d'interpolation). La seconde partie consiste en un enseignement sur les techniques classiques de simulation d'équations différentielles ordinaires, suivi d'un bureau d'étude.

## **Introduction à l'optimisation**

**MA102 - semestre 1 -**

**Responsable du module :** Alain HAIT, N. BARTOLI

**Volume horaire :** 16.25 h

**Correspondant ISAE :** Emmanuel ZENOU

**Ects :** 1

### **Descriptif**

Ce cours traite des différents points suivant : introduction à l'optimisation convexe, optimisation sans contrainte, optimisation avec contraintes, programmation linéaire et dualité.

## **Analyse hilbertienne, analyse fonctionnelle**

**MA103 - semestre 1 -**

**Responsable du module :** Grégoire CASALIS, A. ANTIBI

**Volume horaire :** 22.5 h

**Correspondant ISAE :** Xavier CLAEYS

**Ects :** 2

### **Descriptif**

Le but de ce cours est de permettre aux étudiants de première année d'acquérir les connaissances de base en analyse hilbertienne et en analyse fonctionnelle. Les principales notions abordées sont les espaces de Hilbert (théorèmes de projection, théorème de Riesz, base hilbertienne et convergence faible), la théorie de la mesure, la construction des espaces fonctionnels classiques ( $L^1$  et  $L^2$  notamment), les mesures bornées, la dualité et la convergence faible.

Les notions abordées dans ce module servent notamment pour les équations aux dérivées partielles (MA 201), l'analyse harmonique (MA106), la mécanique quantique et en théorie du signal.

## **Variable complexe**

**MA104 - semestre 1 -**

**Responsable du module :** A. ANTIBI

**Volume horaire :** 11.25 h

**Correspondant ISAE :** Denis MATIGNON

**Ects :** 1

### **Descriptif**

Le but du cours est de présenter les grands résultats d'analyse complexe, qui utilisent notamment les notions sur les séries entières vues en classes préparatoires. Une large place est faite aux applications de l'analyse complexe en automatique et en mécanique des fluides.

**Probabilités : de la théorie au calcul****MA105 - semestre 2 -****Responsable du module :** Manuel SAMUELIDES, P. HENRY**Volume horaire :** 30 h**Ects :** 2**Descriptif**

Le cours a pour but de donner les bases du calcul des probabilités. Son objectif est donc limité à l'acquisition des techniques élémentaires de calculs de lois, l'accoutumance au langage probabiliste employé dans les cours techniques de théorie du signal et d'automatique et la connaissance des résultats utilisés par ces cours, notamment les propriétés des lois gaussiennes multidimensionnelles et d'approximation d'une loi multidimensionnelle par régression linéaire ou conditionnelle.

Les bases mathématiques du cours sont enseignées en Analyse fonctionnelle (définition d'une mesure et convergence faible) et en Analyse harmonique (transformation de Fourier, convolution).

**Analyse harmonique****MA106 - semestre 1 -****Responsable du module :** Denis MATIGNON**Volume horaire :** 20 h**Ects :** 1.5**Descriptif**

Le but de ce cours est de permettre aux étudiants de première année d'acquérir les connaissances de base en analyse de Fourier. Les points abordés essentiels sont la convolution, les transformations de Fourier en discret ou en continu, le théorème de Plancherel-Parceval, une introduction aux espaces de Sobolev, ainsi que la transformée de Laplace et la transformée en  $z$  à valeur dans des espaces de Hardy.

Les notions abordées dans ce module sont appliquées à la résolution des équations aux différences et aux équations différentielles, dans un cadre tempéré d'espace ou causal en temps ; elles servent notamment pour les équations aux dérivées partielles, en électronique, en théorie du signal et en automatique.

**Initiation au logiciel Matlab****MA107 - semestre 1 -****Responsable du module :** Emmanuel ZENOU**Volume horaire :** 2.5 h**Thermodynamique générale****PE101 - semestre 1 -****Responsable du module :** Alain CARRERE**Volume horaire :** 20 h**Correspondant ISAE :** Jérémie GRESSIER**Ects :** 1.5**Descriptif**

Science fondamentale de l'ingénieur dans un contexte d'énergie à optimiser la thermodynamique et la thermique enseignées ici donnent les bases pour les applications à l'aéronautique (aérodynamique et propulsion) et à l'énergétique.

## **Mécanique quantique**

**PH101 - semestre 1 -**

**Responsable du module :** C. TEICHTIL, C. JOACHIM

**Volume horaire :** 20 h

**Correspondant ISAE :** Sebastien MASSENOT

**Ects :** 1.5

### **Descriptif**

L'objectif du cours de Mécanique Quantique est de donner à l'élève ingénieur la culture scientifique indispensable à la compréhension de la physique moderne et d'un certain nombre de technologies actuelles et à venir (lasers, stockage de données, nano composants et nanotechnologies en général, cryptage quantique, ordinateurs, etc ...). En ce qui concerne plus particulièrement SUPAERO, ce cours précède l'enseignement de physique des lasers pour lequel il permet la compréhension des phénomènes d'émission des milieux actifs des lasers, et il est la base incontournable pour pouvoir suivre l'enseignement de la Majeure Nanosciences dispensé en fin de première année. Une attention particulière est apportée à la pédagogie en raison de la difficulté intrinsèque de la théorie quantique qui doit être assimilée en un nombre très limité d'heures. D'une part de nombreux supports écrits (livre et photocopiés) sont distribués aux élèves. D'autre part on s'attache à une présentation progressive des difficultés (aussi bien en cours qu'en Petites Classes) permettant d'insister sur les aspects physiques de la théorie et de ne pas rebuter au départ les élèves par une «mathématisation» excessive. C'est cependant une présentation moderne de la Mécanique Quantique qui est donnée, afin de permettre des approfondissements par la lecture des articles et des ouvrages modernes.

## **Propagation des ondes électromagnétiques**

**PH102 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** Angélique RISSONS

**Volume horaire :** 21.25 h

**Ects :** 1.5

### **Descriptif**

Conforter les connaissances acquises en classes préparatoires sur les ondes E.M. en illustrant les présentations théoriques par une grande diversité d'exemples d'applications concrètes des micro-ondes à l'optique : transmission de signaux par fibre optique, télémétrie, vélocimétrie radar, instrumentation microonde, radiométrie,...

Le programme du module étant relativement étendu, il s'appuiera sur un photocopié, les amphis étant plutôt destinés à des cours synthétiques.

## **Physique du laser**

**PH103 - semestre 1 -**

**Responsable du module :** Sebastien MASSENOT

**Volume horaire :** 25 h

**Ects :** 2

### **Descriptif**

Ce module comporte deux parties distinctes.

La première partie consistera en la présentation des principes généraux de fonctionnement des lasers : processus d'interaction matière/rayonnement, propriétés des résonateurs optiques et de l'onde laser, dynamique de l'oscillation laser en régime continu. La seconde partie abordera plus précisément les lasers à semiconducteurs qui sont les sources les plus utilisées dans le grand public et les télécommunications. Après une introduction à la physique des semiconducteurs, le fonctionnement et les différentes structures de diodes lasers seront présentés ainsi que le comportement en présence d'une modulation.

---

**Mécanique des milieux continus et des solides déformables** **SM101 - semestre 1 -****Responsable du module :** Grégoire CASALIS, Christophe BOUVET**Volume horaire :** 30 h**Ects :** 2.5**Descriptif**

Le cours sert d'introduction pour les cours d'élasticité et ceux de mécanique des fluides.

Après un bref descriptif des tenseurs, la notion de milieu continu déformable est abordée aussi bien sur le plan statique que cinématique. Les équations générales de la mécanique sont obtenues par la méthode des puissances virtuelles présentée comme un outil de modélisation. Enfin, l'étude du tenseur des contraintes permet de revenir à la physique du milieu continu traité.

Ce module présente le formalisme de la mécanique des solides déformables, concept de base à tout ingénieur. Les applications ont pour cadre les matériaux élastiques linéaires homogènes isotropes et ont pour objectif le dimensionnement des structures étudiées. Ce cours présente l'application pratique, pour le dimensionnement de structures industrielles, du cours de mécanique des milieux continus (SM101).

---

**Mécanique générale** **SM102 - semestre 1 -****Responsable du module :** Miguel CHARLOTTE**Volume horaire :** 20 h**Ects :** 1.5**Descriptif**

Ce cours permet aux élèves d'acquérir les connaissances nécessaires pour aborder les enseignements ultérieurs de mécanique appliquée : aérodynamique, mécanique des structures, dynamique du vol, mécanique spatiale, moteurs. Une large part du module est consacrée à l'approche analytique basée sur le principe des puissances virtuelles et son extension à l'étude des vibrations de systèmes discrets.

---

**Statique des poutres** **SM103 - semestre 2 -****Responsable du module :** Yves GOURINAT**Volume horaire :** 20 h**Ects :** 1.5**Descriptif**

Rappels d'Élastostatique - Linéarité - Théorèmes de l'Énergie - Visseur de Poutre

Effort Normal - Barres - Treillis Isostatiques et Hyperstatiques

Visseur de poutre droite - Arche sous Double Charge

Train d'Atterrissage Mirage

Flexion Linéaire - Portiques

Maille Hyperstatique

Flux de Cisaillement - Effort Tranchant - Profilés Mince

Flexion Hyperstatique sur Appuis Souples

Torsion - Profils Fermés - Sollicitations Linéaires Combinées

Cisaillements Combinés de Profilés en «C»

Torsion d'un Bi-Caisson

Flambage des Poutres - Bifurcation - Modes Statiques

Portique 3D - Cadre Hyperstatique

Flambage avec Rigidité Latérale - Déversement

**Travaux Expérimentaux****XX101 - semestre 1 -**

---

**Responsable du module** : Damienne BAJON**Volume horaire** : 20 h**Ects** : 1.5**Descriptif**

Série de 7 séances expérimentales de 2h30 autour d'un thème scientifique donné choisi parmi une liste de sujets associés aux sciences de l'ingénieur aéronautique. L'accent est mis sur la dextérité expérimentale, la capacité d'analyse des mesures et la capacité écrite et orale de synthétiser les résultats obtenus.

**Activités de laboratoire****XX103 - semestre 1 -**

---

**Responsable du module** : Christophe GARION**Volume horaire** : 20 h**Ects** : 0.5

# TRONC COMMUN NON SCIENTIFIQUE

## **Histoire des sciences**

**AC101 - semestre 1 -**

**Responsable du module :** Grégoire CASALIS

**Volume horaire :** 16.25 h

**Correspondant ISAE :** Christophe GARION

### **Descriptif**

Le cours est une série de conférences visant à donner aux élèves des éléments de perspective historique aussi bien sur l'histoire de l'aéronautique et l'histoire de la conquête de l'espace que sur l'histoire de la physique et celle des mathématiques. Des premières notions d'aérodynamique sont données avec les mains, mais l'essentiel du premier cours consiste en des extraits filmés illustrant la rapide évolution de l'aéronautique tout au long du XXe siècles. Le second montre en particulier la conquête de la lune sur fond de compétition entre les russes et les américains. Le troisième cours constitue une sorte de panorama du programme de la physique depuis la mécanique quantique, les nanotechnologies jusqu'à la relativité générale. Enfin un rapide survol de 2500 ans d'histoire des mathématiques part de Thalès et s'achève sur Kantor, Gödel et Poincaré.

## **Arts et culture**

**AC102 - semestre 1 et 2 -**

**Responsable du module :** Yves CHARNET

**Volume horaire :** 30 h

**Ects :** 2.5

### **Descriptif**

Une brochure présentant dans le détail l'ensemble des enseignements et activités en culture générale est remise à chaque élève aux amphis de présentation.

L'étudiant choisit un séminaire parmi la liste proposée en début d'année.

Les séminaires 2011-2012 :

Anne Camero - poetry, sound and vision

Yves Charnet - rêver au musée : sur les traces de la peinture moderne

Hélène Templon - design en action : comment créer un objet réactif

Philippe Fauré - Nostos : temps et espace dans Nostalighia

Xavier Daverat - Walking

Pascale Baboulet – Flourens : Les hommes ont-ils pu jamais se comprendre au travers du prisme de leurs croyances et de leurs habitudes culturelles.

Olivier Carrérot – Intelligence de la Chine : pour une initiation à la socio-culture chinoise

Alain Goubbron – Pertes et profits

Bertrand Thomas – Informer par les techniques d'écritures et de mise en page journalistiques

## **Initiation à la politique générale de l'entreprise**

**EG101 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** D. TIXIER

**Volume horaire :** 20 h

**Correspondant ISAE :** Pierre JEANBLANC

**Ects :** 1

### **Descriptif**

L'objet de ce cours consiste à mettre l'élève en situation de décision et de gestion opérationnelle de ses choix stratégiques. Les élèves se mettront par groupes de 4 ou 5. Chaque groupe constituera une entreprise qui elle-même évoluera dans un Univers correspondant à son champ concurrentiel. Ils prendront et mettront en oeuvre un ensemble de décisions qui permettront la réalisation de leurs objectifs et qui leur permettront de se démarquer de leurs concurrents dans l'Univers dans lequel ils évolueront.

L'intérêt d'un tel outil pédagogique est de favoriser une approche inductive des problèmes de gestion d'une entreprise qui justifie, de fait, la nécessité d'avoir recours à tout un ensemble de méthodes et d'outils pour en permettre la résolution.

Des conférences seront organisées durant le jeu pour donner à l'élève tout un ensemble de techniques de gestion - qu'il doit absolument connaître, sinon maîtriser - qu'il mettra en application instantanément pour formuler ses choix stratégiques et les mettre en oeuvre.

A la fin du jeu, l'élève aura intégré:

- la logique décisionnelle de la firme
- la nécessité d'adapter l'entreprise à son environnement
- la nécessité d'appliquer un certain nombre d'outils pour savoir comment contrôler et améliorer le niveau de performance de l'entreprise
- les bases de la stratégie, de la gestion financière, de marketing, de gestion des ressources humaines, du contrôle de gestion, de la négociation
- la complexité de prendre des décisions en groupe.

## **Économie d'entreprise**

**EG102 - semestre 1 -**

**Responsable du module :** Philippe ROUSSELOT

**Volume horaire :** 18.75 h

**Correspondant ISAE :** Pierre JEANBLANC

**Ects :** 1

### **Descriptif**

Ce cours permettra aux élèves d'avoir une vision claire de la mission d'une entreprise dans une économie de marché et des différents modes de gestion qu'elle doit assurer pour permettre le maintien de sa compétitivité dans une industrie.

Cet enseignement sera dans un premier temps, consacré à l'étude du circuit économique, c'est-à-dire, la définition des principaux acteurs économiques et l'étude de leurs relations au travers des différents marchés.

Ce cours traitera ensuite du rôle de l'entreprise dans son contexte économique et des modes de gestion des divers facteurs de production nécessaires à la production de son offre et de sa mise en place sur un marché autour des thèmes suivants :

- L'entreprise comme système ouvert organisé. De la stratégie à la structure.
- Approche fonctionnelle de la firme, vers une gestion opérationnelle de la stratégie. Gestion financière, Gestion marketing, Gestion des Ressources Humaines, Gestion Industrielle, Gestion de la Technologie.

## **Introduction au droit de la propriété intellectuelle**

**EG103 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** Dominique SERIO

**Volume horaire :** 20 h

**Ects :** 1

### **Descriptif**

Introduction

L'accompagnement par le droit d'un projet innovant

Les enjeux économiques de la propriété industrielle

Définition des différents modes de protection des œuvres de l'esprit

Partie 1 La propriété industrielle

Partie 2 La propriété intellectuelle

Partie 3 Les outils juridiques de la valorisation de l'innovation

## **Préparation au travail en entreprise et à la recherche de stage** **EG104 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** Dominique SERIO

**Volume horaire :** 5 h

### **Descriptif**

Objectifs : aider les étudiants à préparer leur stage découverte de l'entreprise, accompagner le choix du stage, proposer des méthodes et des outils pour l'élaboration du projet professionnel.

- Choisir une ou des orientations, pourquoi et comment construire son projet ?

- se préparer au parcours de la sélection : après avoir identifié ses objectifs, comment solliciter les entreprises, mettre en valeur son parcours scolaire et extra scolaire. Les outils de la communication : CV, lettres de motivation, entretiens.

## **Accès système informatique**

**IN101 - semestre 1 -**

**Responsable du module :** Pierre SIRON

**Volume horaire :** 7.5 h

### **Descriptif**

Ce cours vise à donner aux élèves les compétences nécessaires pour utiliser un système informatique hétérogène organisé en réseau. Il devra présenter l'ensemble des outils présents, les méthodes et les techniques disponibles pour utiliser l'outil informatique dans l'enseignement à l'Ecole.

## **LV1 Anglais**

**LV110 - semestre 1 et 2 -**

**Responsable du module :** Jean-Claude JACQUES

**Volume horaire :** 65 h

**Ects :** 4

### **Descriptif**

Cours d'anglais obligatoire pour tous les élèves de 1ère année qui permet de renforcer les connaissances théoriques acquises dans le secondaire et en classes préparatoires. Il vise à pratiquer le plus souvent possible de manière intensive et interactive la langue - outil orale courante qui sera utile dans l'exercice de la profession d'ingénieur (compréhension et expression). La correction de l'expression écrite est aussi visée et des travaux personnels en dehors des cours sont demandés. Civilisation, arts et littérature ne sont pas pour autant négligés. Deux cours à thème semestriels choisis par l'élève (débat, cinéma, jeux de rôles, préparation à des examens internationaux) sont complétés par deux modules obligatoires dans lesquels des éléments essentiels de communication, et d'anglais technique et professionnel sont introduits et mis en pratique. Pour les étudiants étrangers, l'anglais obligatoire est remplacé par le français.

## **Langue vivante 1**

**LV111-LV119 - semestre 1 et 2 -**

**Responsable du module :** Jean-Claude JACQUES, Ausias GAMISANS

**Volume horaire :** 65 h

**Ects :** 4

## **Langue vivante 2**

**LV120-LV129 - semestre 1 et 2 -**

**Responsable du module :** Jean-Claude JACQUES, Ausias GAMISANS

**Volume horaire :** 46.25 h

**Ects :** 3

### **Descriptif**

Cours de Langue Vivante 2 obligatoire destinée à compléter la palette linguistique d'un ingénieur qui sera amené à travailler au niveau international.

Le cours permet aux élèves de renforcer les connaissances théoriques acquises dans le secondaire et en classes préparatoires ou bien de commencer l'apprentissage d'une nouvelle langue. Il vise à pratiquer le plus souvent possible de manière intensive et interactive la langue orale (compréhension et expression). La correction de l'expression écrite est aussi visée et des travaux personnels en dehors des cours sont demandés. Des aspects essentiels de la civilisation, des arts et de la littérature sont abordés. Les étudiants ont le choix parmi toutes les langues dispensées à SUPAERO : allemand, arabe, chinois, espagnol, français langue étrangère, italien, japonais, portugais, russe.

## **Sport**

**SP101 - semestre 1 et 2 -**

**Responsable du module :** Stéphane FROUMENTY

**Volume horaire :** 42 h

**Ects :** 2.5

### **Descriptif**

A travers la pratique d'activités physiques et sportives, le module EPS propose aux élèves d'élargir leurs compétences en se confrontant à diverses situations, en vivant des expériences nouvelles, en prenant en main leur pratique. Ce qui est recherché à travers la mise en jeu du corps, c'est un changement, une adaptation du rapport qu'ils entretiennent avec le monde physique, les autres et eux-mêmes. Il s'agit donc, par la nature et la diversité des situations proposées, des émotions qu'elles engendrent et des ressources qu'elles sollicitent, de provoquer l'engagement physique et le plaisir d'agir. C'est à partir de cet investissement que les changements affectifs, cognitifs et moteurs sont espérés. C'est aussi l'occasion de partager, de se confronter et d'organiser activement sa pratique.

Les élèves choisissent 2 activités organisées en 2 semestres de 12 séances consécutives de 1h30. Un large éventail d'activités est proposé afin de solliciter toutes les types de ressources et d'atteindre les objectifs définis. Activités qui privilégient les rapports de collaboration et/ou d'opposition (sports collectifs, arts martiaux, escrime, sports de raquette,...) qui sollicitent en priorité les ressources bioénergétiques ou bio informationnelles (aviron, athlétisme, natation, musculation, tir à l'arc, golf, yoga,...) ou bien qui nécessitent l'adaptation au milieu et la gestion des risques et des émotions (escalade, plongée)

## **Projet**

**XX102 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** Christophe GARION, Damienne BAJON

**Volume horaire :** 122,5 h

**Ects :** 6

### **Descriptif**

Projet de recherche individuel (peut être effectué en binôme) sur un sujet scientifique ou culturel choisi de préférence sur initiative des élèves. L'acceptation du sujet et la mise en oeuvre éventuelle de moyens de laboratoires est soumise à l'accord préalable du responsable d'unité de formation concerné. L'accent est mis sur la capacité de produire, sur un sujet original, un travail de recherche de qualité faisant apparaître l'état de l'art de la question abordée, la définition d'une problématique claire et la mise en place d'une méthodologie rigoureuse et cohérente.

# OPTION ASTROPHYSIQUE

Cette majeure de Physique est constituée des modules suivants :

- physique statistique
- physique du système solaire
- astrophysique générale
- relativité restreinte

L'objectif de cette option de 1ère année est triple : donner des bases solides en Astrophysique ( Physique du Système Solaire, Physique Stellaire, Cosmologie), donner les fondements de la Physique Statistique et de ses applications à l'Astrophysique, et présenter un cours de Relativité Restreinte. La Physique Statistique étudie la structure et les propriétés physiques de la matière condensée ou non, les systèmes en équilibre ou hors équilibre, les transitions de phase entre deux états de la matière, ...Elle est particulièrement adaptée à des modélisations utilisées en Astrophysique. L'ensemble permet en outre de présenter deux des 3 théories les plus puissantes élaborées au début du XX<sup>e</sup> siècle, la troisième étant la physique quantique.

---

## Physique statistique

PH110 - semestre 2 -

Responsable du module : B. DINTRANS

Volume horaire : 28 h

Correspondant ISAE : Angélique RISSONS

Ects : 2

### Descriptif

Ce cours a pour but de donner une culture de base en Physique Statistique permettant la lecture d'ouvrages spécialisés et la préparation des enseignements d'Astrophysique et de Physique de la Matière, en vue d'une éventuelle poursuite de type Master Recherche/Thèse dans les domaines concernés. Il est constitué de six cours magistraux (15h), deux bureaux d'études (5h), cinq petites classes (6h) et d'un test final écrit (2h). Nous abordons à la fois les statistiques classique et quantique et de nombreuses applications sont proposées, majoritairement dans le domaine astrophysique (émission d'un corps noir et fonds diffus cosmologique, théorie de la stabilité d'une étoile naine blanche, formation des galaxies, etc...). Les deux bureaux d'études se font sous MATLAB et permettent à l'étudiant de faire des expériences numériques dans le domaine de la physique statistique (échanges de chaleur dans un solide, condensation de Bose - Einstein).

---

## Relativité restreinte et générale

PH111 - semestre 2 -

Responsable du module : C. TEICHTEIL

Volume horaire : 20 h

Correspondant ISAE : Sebastien MASSENOT

Ects : 1.5

### Descriptif

L'objectif du cours de Relativité Restreinte est triple.

D'abord il vise à satisfaire la demande et la curiosité de nombreux élèves pour cette théorie, mais également de compléter la culture générale en physique pour laquelle cette théorie a joué un rôle extrêmement important dans les développements de la physique du 20<sup>ème</sup> siècle. Ensuite cet enseignement est un pré requis pour l'enseignement de l'option cosmologie. Enfin dans la technologie des systèmes de positionnement GPS, Galileo ou autres, les corrections de Relativité Restreinte (dilatation cinématique du temps) sont des ingrédients indispensables à la mise en oeuvre de ces technologies. On peut également signaler comme application technologique le gyroscope laser largement utilisé pour la navigation aérienne de la flotte commerciale. Cet enseignement est donc particulièrement indiqué pour le cursus Supaero de l'ISAE qui non seulement possède un enseignement généraliste, mais qui a également pour objectif essentiel de former des ingénieurs pour les technologies de l'aviation et de l'espace.

## **Astrophysique générale : comprendre et observer l'univers**

**PH112 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** Pascal PETIT

**Volume horaire :** 10 h

**Correspondant ISAE :** David MIMOUN

**Ects :** 1

### **Descriptif**

Les objets observés dans l'Univers lointain (étoiles, systèmes planétaires, galaxies) et les phénomènes physiques qui leur sont attachés sont présentés, ainsi qu'une description des diverses méthodes d'observation employées aujourd'hui pour progresser dans notre connaissance de l'Univers. Les grandes questions ouvertes de l'astrophysique contemporaine, ainsi que les missions spatiales en service ou en projet, constituent le coeur de cet enseignement.

## **Physique du système solaire**

**PH117 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** S. MAURICE

**Volume horaire :** 22 h

**Correspondant ISAE :** David MIMOUN

**Ects :** 1.5

### **Descriptif**

Ce cours est une introduction à la physique du système solaire. Il vise à donner aux étudiants de deuxième année de SUPAERO des bases en planétologie et en techniques spatiales.

De nombreuses sciences sont abordées : chimie, mécanique, nucléaire, biologie, aéronomie, géophysique, etc..

# OPTION MATHÉMATIQUE DE LA DÉCISION ÉCONOMIQUE

Cette option présente les outils de dynamique des systèmes et d'optimisation et leur application aux théories d'équilibre économique (formation des prix, théorie de la firme) et à la théorie des jeux (oligopole et concurrence, dynamique d'investissement). La formation scientifique de l'étudiant est ainsi enrichie d'un domaine de modélisation qui est nouveau.

## **Systèmes dynamiques non linéaires**

**MA110 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** Jean-Louis PAC

**Volume horaire :** 20 h

**Correspondant ISAE :** Denis MATIGNON

**Ects :** 1.5

### **Descriptif**

Les systèmes dynamiques, entièrement déterminés par un état initial et une équation d'évolution à temps discret ou continu, modélisent un grand nombre de situations mathématiques, physiques, économiques, etc. Leur évolution pose naturellement le problème de la simulation (comment évaluer au mieux l'état futur du système ?), mais aussi celui de leur comportement qualitatif, (stabilité, divers types de trajectoires), notamment lorsqu'ils sont non-linéaires. Le module fournit les outils méthodologiques de base nécessaires à l'étude générale des systèmes ainsi modélisés : linéarisation, étude des bifurcations, introduction au chaos.

## **Méthodes mathématiques d'optimisation**

**MA111 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** F PRADEILLES

**Volume horaire :** 20 h

**Correspondant ISAE :** Denis MATIGNON

**Ects :** 1.5

### **Descriptif**

L'optimisation intervient dans tous les domaines des sciences de l'ingénieur et les méthodes mathématiques mises en oeuvre sont partout présentes aussi bien dans les problèmes de pilotage, que dans les problèmes de conception ou de gestion. Ce cours est une introduction au calcul des variations avec des illustrations prises dans le domaine économique. L'outil mathématique utilisé est le calcul différentiel.

## **Applications économiques de l'optimisation statique et dynamique MA112 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** J.-C POUDOU

**Volume horaire :** 20 h

**Correspondant ISAE :** Denis MATIGNON

**Ects :** 1.5

### **Descriptif**

L'objet de ce module est de montrer comment la théorie économique arrive à représenter les comportements individuels (comportements des consommateurs ou des entreprises) par des comportements de maximisation sous contraintes, supposés rationnels. A partir d'exemples précis, nous montrerons que cette conception de la rationalité des agents économiques apparaît pertinente pour comprendre et éclairer certains arbitrages faits par l'individu dans ses choix quotidiens (arbitrage consommation - épargne, arbitrage travail - loisir, arbitrage dans ses placements financiers, etc...) pour expliquer les décisions stratégiques de la firme sur différentes structures de marchés (comportements de la firme dans un univers concurrentiel, comportements de la firme en situation de monopole, stratégies de lutte ou d'entente sur des marchés oligopolistiques).

**Responsable du module :** S. MITRAILLE**Volume horaire :** 20 h**Correspondant ISAE :** Denis MATIGNON**Ects :** 1.5**Descriptif**

«Business is a game - the greatest game in the world if you know how to play it» (Thomas J. Watson, fondateur d'IBM)

Stratégies d'enchères sur eBay, augmentations tacites de prix des makers du NASDAQ, réputation de férocité de British Airways lors de l'entrée de concurrents sur certaines routes, course aux armements ou crise internationales sont autant d'exemples de situation dans lesquelles les interactions stratégiques entre les différents agents impliqués sont extrêmement complexe à comprendre et à résoudre. Ce module propose de présenter les concepts clefs de la Théorie des Jeux, et de montrer comment ces outils permettent d'expliquer et prédire les résultats d'interaction stratégiques, ou jeux, et les comportements des différents agents, ou joueurs, dont les actions, ou stratégies, utilisées afin de maximiser le profit que chacun retire du jeu, influencent les gains de l'ensemble des participants.

Chaque séance traite d'un thème précis, et à chaque thème correspond une application business ou un mini- cas, lié à la finance, à la corporate finance, au marketing, à la stratégie, aux achats, ...

Organisation de chacune des 5 séances de 3 cours :  $\frac{1}{4}$  introduction,  $\frac{1}{2}$  théorie et exercices,  $\frac{1}{4}$  application

# OPTION DYNAMIQUE DU VOL

Il est courant, même au plus haut niveau, de confondre l'analyse du comportement de l'avion (qualités de vol, performances et conception) avec l'étude de son aérodynamique. Maintenant, pour faire un avion performant il faut évidemment une bonne aérodynamique, un bon moteur et une masse structure légère.

Le dynamique du vol doit alors faire un bon compromis entre ces trois forces extérieures pour optimiser l'avion et définir les besoins en aérodynamique, propulsion et résistance des matériaux. Ces quatre disciplines sont ainsi abordées à parts égales au cours de cette majeure et nous essayons, autant que possible, de montrer les rôles complémentaires qu'elles jouent pour améliorer les performances de l'avion.

Cette majeure permet aux étudiants attirés par l'aéronautique de compléter, dès la première année, leur formation dans ce domaine en leur donnant des informations rigoureuses mais simples, à même de leur donner une idée des enjeux professionnels qu'ils sont susceptibles de rencontrer s'ils poursuivent dans cette voie. Dans cet esprit plusieurs conférences faites par des industriels les éclaireront : Vincent Rivoire aérodynamicien d'EADS aujourd'hui aux avant-projets présente le rôle de l'aérodynamique dans le processus de conception d'un avion, Alain de Zotti explique le type de problèmes que pose la conception du plus gros avion commercial au monde, l'A380 et enfin Jacques Rosay, le pilote d'essai de cet avion parle des essais en vol et du métier de pilote d'essai.

Quant à la partie structure, elle est enseignée par Frédéric Leclerc, ingénieur spécialiste d'EADS.

Cette majeure est aussi une sorte d'introduction aux cours spécialisés qu'ils auront en deuxième et troisième année et c'est enfin un lieu privilégié où l'on parle des avions. Dans chaque discipline, les enseignants s'attachent à présenter le rôle des résultats fondamentaux dans la conception et les performances de l'avion. Ce produit auquel nous sommes attaché est toujours présent dans nos interventions.

---

## **Aérodynamique de l'Avion**

**AE110 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** Jean-Marc MOSCHETTA

**Volume horaire :** 26.25 h

**Ects :** 2

### **Descriptif**

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.

---

## **Modélisation des efforts de propulsion**

**DV110 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** Alain CARRERE

**Volume horaire :** 8.75 h

**Correspondant ISAE :** Jérémie GRESSIER

**Ects :** 1

### **Descriptif**

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. Fonctionnement en vol.

## **Modélisation des masses de structure**

**DV111 - semestre 2 -**

---

**Responsable du module :** F. LECLERC

**Volume horaire :** 22.5 h

**Correspondant ISAE :** Jean-Luc BOIFFIER

**Ects :** 1.5

### **Descriptif**

A partir des connaissances acquises en classes préparatoires en mécanique et d'un Pré requis d'introduction à l'aérodynamique obtenu par la Dynamique du Vol en tronc commun et par l'Aérodynamique dispensée en majeure de Dynamique du Vol, le but est d'acquérir des notions de base élémentaires en Résistance Des Matériaux, afin d'appréhender les grands principes de conception structurale d'une voilure et d'un fuselage avion. L'application pratique de ces notions conduira à l'évaluation des masses voilure fuselage, à partir de modèles analytiques simples.

Dans l'esprit de la Dynamique du Vol un équilibre sera maintenu entre la présentation physique des phénomènes et la rigueur avec laquelle le modèle proposé sera présenté; c'est à dire les hypothèses base et la portée des simplifications, avec une ouverture sur les modèles plus sophistiqués. En somme le domaine d'utilisation sera clairement précisé en mettant l'accent sur le fait que les phénomènes fondamentaux sont toutefois bien contenus dans ce modèle et qu'ils mettent en lumière les conséquences de la conception de la voilure sur la conception générale de l'avion.

## **Les performances**

**DV112 - semestre 2 -**

---

**Responsable du module :** Christophe CROS

**Volume horaire :** 22.5 h

**Ects :** 1.5

### **Descriptif**

De façon approfondie, les performances en croisière, au décollage et à l'atterrissage seront traitées. Le domaine de vol est également abordé. L'analyse de ces phases de vol sera complétée par la recherche d'optimum, ce qui constituera une introduction à la conception avion qui sera abordée lors des projets de deuxième année. 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.

# OPTION INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET INFORMATIQUE FONDAMENTALE

L'informatique est souvent vue par les étudiants non pas comme une science (Computer Science comme disent les anglo-saxons), mais comme une technologie. Ceci est en partie dû au manque de bases scientifiques, en particulier mathématiques, en informatique des élèves. Or, on s'aperçoit actuellement que les entreprises comme les laboratoires de recherche ont besoin d'ingénieurs qualifiés ayant d'excellentes bases théoriques en informatique. Le secteur aéronautique et spatial en particulier propose des problématiques liées à l'informatique très complexes : logiciels temps-réel critiques, réseaux embarqués, preuve de programmes, modélisation haut niveau d'architecture de systèmes complexes, autonomie d'engins « intelligents », optimisation de problèmes difficiles etc. L'accomplissement de ces défis ne se fera pas sans des bases théoriques solides.

La majeure informatique de première année « Intelligence Artificielle et Informatique Fondamentale » propose aux étudiants de découvrir l'informatique en tant que science et outil de façon plus théorique au travers de deux axes :

- un axe Intelligence Artificielle où seront abordés la logique mathématique (modélisation, raisonnement automatique, preuve automatique de théorèmes) et les techniques de résolution de problèmes (méthodes faibles, algorithmes génétiques, programmation des jeux);
- un axe Informatique Fondamentale où seront abordées la programmation fonctionnelle et la théorie des types via le langage CAML et la compilation comme technique de transformation des langages.

Même si de solides notions théoriques seront enseignées, elles seront illustrées dans les cours par des exemples concrets et par l'utilisation de langages dédiés dès que possible.

## **Langage et compilation**

**IN110 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** B. D'AUSBOURG

**Volume horaire :** 20 h

**Correspondant ISAE :** Christophe GARION

**Ects :** 1.5

### **Descriptif**

Lors de ce cours, on introduira le problème de la traduction des langages et les points suivants seront abordés : analyse lexicale, expressions régulières et automates, analyses syntaxiques et grammaires algébriques, analyse sémantique et génération de code et enfin on s'intéressera aux différentes analyses statiques pour l'optimisation des traductions.

## **Programmation fonctionnelle et introduction à la théorie des types IN111 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** D. CHEMOUIL

**Volume horaire :** 20 h

**Correspondant ISAE :** Christophe GARION

**Ects :** 1.5

### **Descriptif**

Ce cours est composé de deux parties principales: la première sera consacrée à la présentation du langage de programmation. On y abordera la syntaxe du langage CAML, ses types de base et la définition de fonctions, le polymorphisme, le principe de filtrage et les structures de données. Les exceptions et les aspects impératifs du langage seront également vus. La deuxième partie exposera les principes d'évaluation et du typage. On y abordera la synthèse de types, les règles d'inférence et l'algorithme correspondant. Un typeur élémentaire sera réalisé en TP. Les modules seront également abordés s'il reste du temps.

## **Logique mathématique**

**IN112 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** Christophe GARION, Laurence Cholvy

**Volume horaire :** 20 h

**Ects :** 1.5

### **Descriptif**

Le but de ce cours est de présenter la logique formelle (langage, sémantique, systèmes formels) et ses applications. On étudiera successivement la logique des propositions, puis la logique des prédicats en présentant des résultats importants (théorèmes de validité/complétude, décidabilité). On insistera aussi sur l'aspect automatisé du raisonnement en présentant différents types de démonstrateurs ou de systèmes de vérification de preuves : théorème de Herbrand, principe de Résolution, stratégies de Résolution (pour la logique propositionnelle seulement).

Parmi les applications de la logique, on étudiera l'analyse de programmes informatiques, la théorie formelle des nombres et le théorème de Gödel, les liens entre logique et informatique et la programmation logique. Sur ce dernier point, un BE sera effectué par les étudiants avec le langage Prolog.

## **Intelligence artificielle : une introduction**

**IN113 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** J.-M. ALLIOT, Nicolas Barnier

**Volume horaire :** 20 h

**Correspondant ISAE :** Christophe GARION

**Ects :** 1.5

### **Descriptif**

Ce cours s'efforce de présenter aux élèves les éléments fondamentaux de ce que l'on nomme couramment «l'intelligence artificielle». Il commence par une rapide description de l'histoire de l'informatique, du début du calcul, à la théorisation des années 60/70. On introduit ensuite les domaines suivants: machines de Turing, théorie de la complexité, méthodes faibles (algorithmes de recherche dans les arbres et graphes, algorithmes de type A\*), problèmes de satisfaction de contraintes, théorie de la programmation des jeux (principes minimax et alpha-béta), réseaux de neurones et algorithmes évolutionnaires.

# OPTION NANOSCIENCES

La miniaturisation poussée des dispositifs et des machines (en télécommunication, dans les ordinateurs, dans les instruments de mesures ou dans les systèmes mécaniques) rencontre maintenant les propriétés quantiques inhérentes aux systèmes atomiques et moléculaires. La majeure « nanosciences » de la formation SUPAERO a pour objectif de préparer à la conception et à la réalisation de machines dont les principes de fonctionnement vont devenir quantiques. Cette formation débute par un module consacré aux différents types de microscopies existants jusqu'aux instruments permettant de manipuler atomes et molécules à l'unité. Les rappels nécessaires de physique du solide (électronique, mécanique) permettent d'aborder la physique mésoscopique (nano-électronique, nano-mécanique, nano-optique) en deux modules. Le dernier module est consacré à l'étude des ressources des systèmes quantiques ainsi qu'au contrôle quantique qui est à la base des calculateurs moléculaires (classique ou quantique), de la cryptographie quantique et des robots moléculaires.

## Microscopies

PH113 - semestre 2 -

Responsable du module : Philippe GIRARD

Volume horaire : 17.5 h

Correspondant ISAE : Sebastien MASSENOT

Ects : 1

### Descriptif

Ce cours traite des différentes méthodes de microscopie utilisées dans le domaine des nanosciences et des nanotechnologies.

Dans une première partie nous illustrerons, à partir d'exemples concrets, les différences fondamentales entre microscopies dites en « champ lointain » et celles dites en « champ proche ». En particulier, l'origine des critères de résolution des microscopies optiques et électroniques traditionnelles sera examinée à partir des lois bien connues de propagation des phénomènes physiques.

Dans une seconde étape, nous détaillerons les mécanismes physiques qui conditionnent le fonctionnement des microscopes actuels en « champ proche » (appelés également microscopes à sonde locale). En particulier, l'analogie entre effet tunnel électronique et optique sera étudiée de manière approfondie, ainsi que les diverses forces d'interactions en jeu dans ces nouveaux types de microscopes. Le cours sera illustré par de nombreux exercices empruntés à la science des surfaces, l'électromagnétisme ainsi que la physique des interactions atomiques et moléculaires.

## Physique du solide et opto électronique

PH114 - semestre 2 -

Responsable du module : R. CARLES

Volume horaire : 16.25 h

Correspondant ISAE : Angélique RISSONS

Ects : 1.5

### Descriptif

Introduction à la physique des systèmes de petites dimensions (agrégats, boîtes, fils, films...) et de dimensionnalité réduites (2D, 1D, 0D) à travers de deux approches : « vers le bas » par l'effet de réduction de taille sur les propriétés d'un solide à 3 dimensions, ou « vers le haut » par l'effet d'assemblage d'atomes ou de nanoparticules.

Les effets de confinement quantique, de périodicité (structure de bandes) et de taille finie sur les excitations élémentaires sont analysés au vu de leurs conséquences sur les bandes électroniques, les propriétés de transport de charge et de spin, et les interactions lumière - matière.

Les applications en termes de nouveaux matériaux et dispositifs pour l'optique, le magnétisme ou l'optoélectronique sont également présentées.

## **Physique mésoscopique**

**PH115 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** X. BOUJU

**Volume horaire :** 18.75 h

**Correspondant ISAE :** Angélique RISSONS

**Ects :** 1.5

### **Descriptif**

L'objectif de ce cours est de présenter quelques éléments importants de la physique mésoscopique électronique essentiellement. Pour cela, nous abordons la physique liée aux jonctions dans les semi-conducteurs (jonctions pn, effet transistor, jonctions pnp...) dans le but de présenter la physique du transistor MOS ultime. Les différentes limitations de la loi de Moore sont discutées ainsi que les problèmes liés aux nanoCMOS. Les régimes de transport électronique en dimension réduite sont présentés, en mettant l'accent sur le blocage Coulomb, le transistor à un électron, l'effet Aharonov-Bohm et l'effet Hall quantique.

## **Ressources quantiques**

**PH116 - semestre 2 -**

**Responsable du module :** C. JOACHIM

**Volume horaire :** 27.5 h

**Correspondant ISAE :** Sebastien MASSENOT

**Ects :** 2

### **Descriptif**

Partant de la définition de l'espace des états d'un système quantique, généralisation de la sphère de Bloch pour 2 états, les différents états quantiques sont commentés : états stationnaires, non-stationnaires, cohérents puis états purs, intriqués, statistiques. La non-stationnarité provoque la réponse intrinsèque du système quantique avant décohérence et relaxation. Cette réponse est utilisée pour concevoir une machine à calculer, un système de transmission d'information, une machine mécanique ou un transducteur. La préparation d'états purs non-stationnaires donne des portes logiques ou la transmission d'une information classique ou quantique, les états quantiques intriqués le phénomène de téléportation d'états, la cryptographie quantique et les états statistiques décrivent des machines mécaniques. On peut émuler ces comportements avec des systèmes de taille mésoscopique puis les obtenir avec une seule molécule. Expérimentalement, la fonction quantique d'une seule molécule est atteinte par la mesure avec l'exemple de l'effet tunnel ou de la décohérence d'une molécule - machine mécanique déposée sur une surface.



**Isae**

Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace

**Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace** issu du rapprochement SUPAERO et ENSICA  
10, avenue Édouard-Belin - BP 54032 - 31055 Toulouse CEDEX 4 - FRANCE  
Tél. : 33 (0)5 61 33 80 80 - Télécopie : 33 (0)5 61 33 83 30 - Site Internet : [www.isae.fr](http://www.isae.fr)