

Syllabus FISE A2 2025/2026 ISAE-ENSMA



Semestre 3 – 3rd Semester

Matière – Course Module	Code	Horaire encadré Supervised Hours (h)	Horaire autonomie Unsupervised Hours (h)	Horaire travail personnel Personal Work (h)	Ecrit 1 Exam 1	Ecrit 2 Exam 2	T.P. Practical Work	Projet Project	Continu Continuous Assessment	Coefficient matière Course module coefficient	Coefficient UE Courses unit coefficient	
UE3-1 Calcul scientifique – Scientific Computing CSC3											(5 ECTS)	
Calcul scientifique (analyse) – Scientific computing (a)	CSA	40		20	2	3				1,25	5	
Calcul scientifique (numérique) – Scientific computing (b)	CSN	27,75	9	12	1,5			2		1		
		67,75	9,00	32,00								
UE3-2 Aérodynamique - Energétique - Thermique – Aerodynamics - Energetics - Heat Transfer AET3											(6 ECTS)	
Aérodynamique – Aerodynamics	AER	46,5		18	1,5	3	1,5			1	6	
Rayonnement thermique – Heat radiation transfer	RAY	26,5		11	2		1			0,5		
		73,00	-	29,00								
UE3-3 Structures - Matériaux Avancés – Structures - Advanced Materials SMA3											(5 ECTS)	
Mécanique des structures – Structural Mechanics	MDS	30,25		12	3		1			1	5	
Science des matériaux – Materials Science	SDM	35,75		13	3		1			1		
		66,00	-	25,00								
UE3-4 Aérotechnique et environnement – Aerotechnics and environnement AEE3											(4 ECTS)	
Conception de systèmes industriels – Design of industrial systems	CSI	24		12				1		0,5	4	
Energie et environnement : les outils – Energy and Environment: the tools	EEO	15		8	1					0,5		
Projet innovation et développement durable – Innovation and sustainable development project	PID	15	15	7					1	1		
		54,00	15,00	27,00								
UE3-5 Informatique - Avionique – Computer Science - Avionics IAV2											(5 ECTS)	
Signal et Systèmes – Signals & Systems	SSY	27		10	2		1			1	5	
Ingénierie des systèmes critiques – Model-based system engineering for critical systems	ISC	35		13	2		1			1		
		62,00	-	23,00								
UE3-6 Formation Humaine et Langues – Social Sciences and Foreign Languages FHL3											(4 ECTS + 1* LV2)	
Anglais - English	ANG	25		12					1	1	4	
Education physique et sportive – Sport ***	EPS	15							1	0,5		
Stage découverte de l'entreprise (sauf primo-entrants en 2ème année) – Company discovery internship (new entrants non concerned)	STD	(1 à 2 mois)		10				1	1	1		
Langue vivante II (facultatif**) – Second foreign language (optional)	LV2	20		10					1	(0,5)		
		40	0	12								
UE3-7 Culture professionnelle et citoyenne – Professional and Civic Culture CPC3											(1 ECTS)	
participation à au moins 75% des activités (liste distribuée en début de semestre) - participation in at least 75% of activities (list distributed at the beginning of the semester)	CPC			25							1	
						25,00						
TOTAL (30 + 4,5 ECTS)		362,75	24,00	173,00								(30 + 1* ECTS)

* 1 ECTS pour Langue vivante II facultative – 1 ECTS for taking an optional second language class

** note inférieure à 10 prise en compte uniquement si plus de 20% d'absence en cours – grade under 10 taken into account only if more than 20% absences for the class

*** dans le cas d'une dispense médicale au semestre, une langue vivante II est fortement conseillée, sinon, la note d'EPS est neutralisée – In the case of a medical exemption during the semester, a second language is strongly recommended; otherwise, the sports grade is neutralized.

Semestre 4 – 4th Semester

Matière – Course Module	Code Code	Horaire encadré Supervised Hours (h)	Horaire autonomie Unsupervised Hours (h)	Horaire travail personnel Personal Work (h)	Ecrit 1 Exam 1	Ecrit 2 Exam 2	T.P. Practical Work	Projet Project	Continu Continuous Assessment	Coefficient matière Course module coefficient	Coefficient UE Courses unit coefficient
UE4-1 Approche multiphysique de l'ingénieur AMI4											(10 ECTS)
Dynamique des fluides numérique – Computational Fluid Dynamics	DFN	11,5		5			1			0,5	10
Probabilités, Statistiques et Incertitudes – Probability, statistics and uncertainties	PSI	8,75		4	1					0,5	
Vibrations – Vibrations	VIB	12,5		6	1					0,75	
Moteurs et propulseurs – Engines and propulsion systems	MPR	21		9	2		1			1	
Conception assistée par ordinateur – Conception-Aided Design	CAO	6		2			1			0,25	
Cours électif système 1 – Elective courses Systems 1	CS1	12,5		6	1					0,5	
Cours électif système 2 – Elective courses Systems 2	CS2	12,5		6	1					0,75	
		84,75	-	38,00							
UE4-2a Majeure AET MAJ4a											(9 ECTS)
Aérodynamique compressible – Compressible aerodynamics	ACO	21		9	1		0,25			0,5	9
Moteurs et propulseurs – Engines and propulsion systems	MPR	15,5		5	1		0,25			0,25	
Convection – Convection heat transfer	COV	21,75		9	1		0,25			0,5	
Projet de majeure – Major project	PMA	18	18	9				1		1	
		76,25	18,00	32,00							
UE4-2b Majeure SMA MAJ4b											(9 ECTS)
Méthode des éléments finis pour le calcul de structure – Finite Elements Method for structural analysis	CSM	29		11	1		1			1	9
Calcul et dimensionnement des structures – Structural calculation and design	CDS	17,5		7	1					0,75	
Choix des matériaux - Durabilité et environnement – Materials selection - durability and environment	CMD	12,5		5	1					0,5	
Projet de majeure – Major project	PMA	18	18	9				1		1	
		77,00	18,00	32,00							
UE4-2c Majeure IAV MAJ4c											(9 ECTS)
Base de la conception logicielle – Software design fundamentals	BCL	24,75		9			1		1	1	9
Conception de bases de données – Database Design	CBD	18		7	2		1			0,75	
Programmation embarquée – Programming embedded systems	PEM	18		7			1		1	0,75	
Projet de majeure – Major project	PMA	18	18	9				1		1	
		78,75	18,00	32,00							
UE4-3a Mineure AET MIN4a											(3 ECTS)
Aérodynamique compressible – Compressible aerodynamics	ACO	10		5,5	1					1	3
Moteurs et propulseurs – Engines and propulsion systems	MPR	10		5,5	1					1	
Convection – Convection heat transfer	COV	7,5		4	1					1	
		27,50	-	15,00							
UE4-3b Mineure SMA MIN4b											(3 ECTS)
Méthode des éléments finis pour le calcul de structure – Finite Elements Method for structural analysis	CSM	15		7	1					1	3
Calcul et dimensionnement des structures – Structural calculation and design	CDS	7,5		4	1					0,5	
Choix des matériaux - Durabilité et environnement – Materials selection - durability and environment	CMD	7,5		4	1					0,5	
		30,00	-	15,00							
UE4-3c Mineure IAV MIN4c											(3 ECTS)
Base de la conception logicielle – Software design fundamentals	BCL	15		7					1	1	3
Conception de bases de données – Database Design	CBD	7,5		4					1	0,5	
Programmation embarquée – Programming embedded systems	PEM	7,5		4					1	0,5	
		30,00	-	15,00							
UE4-4 Formation Humaine et Langues FHL4											(7 ECTS + 1* LV2)
Anglais – English	ANG	25		12					1	1	7
Conduite de projet – Project Management	COP	10		4	1					0,5	
Cours électif SHES – Elective Course HESS	SHE	12,5		6	1					0,5	
Education physique et sportive – Sport ***	EPS	11,25							1	0,5	
Management – Management	MAN	12,5		5	1					0,5	
Langue vivante II (facultatif**) – Second Foreign Language (optional)	LV2	16		8					1	(0,5)	
		71,25	-	27,00							
UE4-5 Culture professionnelle et citoyenne CPC-4											(1 ECTS)
participation à au moins 75% des activités (liste distribuée en début de semestre) - participation in at least 75% of activities (list distributed at the beginning of the semester)	AHE			20							1
				20,00							
TOTAL (30 + 2 ECTS)		264,75	18,00	132,00							(30 + 1* ECTS)

* 1 ECTS pour Langue vivante II facultative – 1 ECTS for taking an optional second language class

** note inférieure à 10 prise en compte uniquement si plus de 20% d'absence en cours – grade under 10 taken into account only if more than 20% absences for the class

*** dans le cas d'une dispense médicale au semestre, une langue vivante II est fortement conseillée, sinon, la note d'EPS est neutralisée – In the case of a medical exemption during the semester, a second language is strongly recommended; otherwise, the sports grade is neutralized.

Calcul scientifique (analyse)
Scientific Computing (a)

Code ECUE *Course code:* **CSA**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE3-1 (5 ECTS)

Département <i>Department</i>	: MSISI	Cours Lectures	: 20h00
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: A. Naït-Ali, H. El Yamani	T.D. Tutorials	: 20h00
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^e année <i>2nd year</i>	T.P. Laboratory sessions	:
Semestre <i>Semester</i>	: 3 ^e semestre <i>3th semester</i>	Projet <i>Project</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 2 écrit <i>2 written exam</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 40h00
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire <i>Compulsory</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 20h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues :

- 1 - La connaissance et la compréhension d'un large champ de sciences fondamentales et la capacité d'analyse et de synthèse qui leur est associée
- 2 - L'aptitude à mobiliser les ressources d'un champ scientifique et technique spécifique.
- 3 - La maîtrise des méthodes et des outils de l'ingénieur : identification, modélisation et résolution de problèmes même non familiers et incomplètement définis, l'utilisation des outils +informatiques, l'analyse et la conception de systèmes

Pré-requis : Calcul intégral, calcul différentiel, algèbre linéaire

Contenu :

Partie 1: Analyse mathématique

- Généralités sur les EDP et problèmes aux limites.
- Équations et système hyperboliques à deux variables.
- Système hyperboliques et discontinuités.
- Formulation faible et Théorie des distributions.
- Espace de Sobolev.
- Brève introduction de la méthode des éléments finis.

Partie 2: Optimisation

- Calcul des variations.
- Méthode de descente.
- Algorithmes de gradient.
- Optimisation non-linéaire sous contrainte.
- Méthodes de Lagrangien.

Bibliographie :

1. R. Petit *L'outil mathématique pour la physique* Dunod, 1998.
2. H. Attouch, G. Buttazzo, G. Michaille. *Variational analysis in Sobolev and BV space: application to PDEs and Optimization*.
MPS-SIAM Book Series on Optimization 6, December 2005.

Expected competencies:

- 1 - The knowledge and understanding of a broad field of fundamental sciences and the associated ability for analysis and synthesis.
- 2 - The ability to mobilize the resources of a specific scientific and technical field.
- 3 - Mastery of engineering methods and tools: identification, modeling, and solving of even unfamiliar and incompletely defined problems, the use of computer tools, analysis, and system design.

Prerequisites: Integral calculus, differential calculus, linear algebra

Content:**Part 1: Mathematical Analysis**

- Generalities on PDEs and boundary value problems.
- Hyperbolic equations and systems in two variables.
- Hyperbolic systems and discontinuities.
- Weak formulation and Theory of Distributions.
- Sobolev space.
- Brief introduction to the finite element method.

Part 2: Optimization

- Calculus of variations.
- Descent method.
- Gradient algorithms.
- Non-linear constrained optimization.
- Lagrangian methods.

Bibliography:

1. R. Petit *L'outil mathématique pour la physique* Dunod, 1998.
2. H. Attouch, G. Buttazzo, G. Michaille. *Variational analysis in Sobolev and BV space: application to PDEs and Optimization*.
MPS-SIAM Book Series on Optimization 6, December 2005.

Calcul scientifique (numérique)
Scientific Computing (b)

Code ECUE *Course code:* CSN

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE3-1 (5 ECTS)

Département <i>Department</i>	: MFA/MSISI/ET	Cours <i>Lectures</i>	: 08h45
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: E. Goncalves Da Silva, M. Beringhier, G. Lehnasch, E. Martini Rodrigues Da Silva, A. Benselama, A. Naït-Ali, T. T. Hoang, H. El Yamani	T.D. <i>Tutorials</i>	: 10h00
		T.P. <i>Laboratory sessions</i>	:
		Projet <i>Project</i>	: 09h00
		Non encadré <i>Unsupervised</i>	: 09h00
Période <i>Year of study</i>	: 2è année <i>2nd year</i>	Horaire encadré <i>Supervised hours</i>	: 27h45
Semestre <i>Semester</i>	: 3e semestre <i>3th semester</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 36h45
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 examen, 1 rapport, 1 présentation oral <i>1 exam, 1 report, 1 oral presentation</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 12h00
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>		
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire <i>Compulsory</i>		
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues :

Etudier et connaître les principes fondamentaux de discrétisation des méthodes aux différences finies, aux volumes finis et aux éléments finis. Fournir la capacité de choisir une stratégie de résolution numérique en adéquation au problème posé.

Pré-requis : Calcul intégral, calcul différentiel, développement de Taylor, algèbre linéaire, calcul matriciel

Contenu :

Discrétisation des EDP (Equations aux Dérivées Partielles)

- Méthode des différences finies
- Méthode des volumes finis
- Méthode des éléments finis
- Propriétés des méthodes et résolution de problèmes modèles

Projet de calcul scientifique

- Résolution numérique d'une ou plusieurs EDP par les méthodes des différences finies, volumes finis ou éléments finis

Bibliographie :

1. R. Petit *L'outil mathématique pour la physique* Dunod, 1998.
2. C. Hirsch, *Numerical computation of internal and external flows. Vol. 1: Fundamentals of numerical discretization*, Wiley, 1999
3. B. Mohammadi, J.H. Saia. *Pratique de la simulation numérique*. Dunod, 2003.
4. JP Nougier, *Méthodes de calcul numérique*, Masson

Expected competencies:

To study and to know the fundamentals of discretization of methods applied to finite differences, finite volumes and finite elements. To provide the ability to choose a numerical resolution strategy adapted to the problem

Prerequisites: Integral calculus, differential calculus, Taylor development, linear algebra, matrix calculus.

Content:

Discretization of PDE (Partial Differential Equations)

- Finite differences method
- Finite volumes method
- Finite elements method
- Properties of methods and solving model problems.

Numerical Methods Project

- Numerical resolution of one or several PDEs using finite differences, finite volumes or finite elements methods

Bibliography:

1. R. Petit L'outil mathématique pour la physique Dunod, 1998
2. C. Hirsch, Numerical computation of internal and external flows. Vol. 1: Fundamentals of numerical discretization, Wiley. 1999
3. B. Mohammadi, J.H. Saia. Pratique de la simulation numérique. Dunod, 2003
4. JP Nougier, Méthodes de calcul numérique, Masson

Aérodynamique
Aerodynamics

Code ECUE *Course code:* **AER**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE3-2 (6 ECTS)

Département <i>Department</i>	: MFA	Cours <i>Lectures</i>	: 18h45
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: A définir	T.D. <i>Tutorials</i>	: 18h45
Période <i>Year of study</i>	: 2 nd année <i>2nd year</i>	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	: 09h00
Semestre <i>Semester</i>	: 3 ^{ème} semestre <i>3rd semester</i>	Projet <i>Project</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 examen écrit <i>1 written exam</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 46h30
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire <i>Compulsory</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 18h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Acquérir des notions avancées en aérodynamique. Savoir aborder des problèmes complexes.

Pré-requis : Bases de mécanique des fluides (S2)

Contenu :

Mécanismes physiques et modèles d'écoulement

- Description du milieu fluide,
- Rappels. Equations de bilan,
- Rappel des différents constituants du modèle complet,
- Modèles de mouvements de fluides.

Ecoulements incompressibles d'un fluide visqueux

- Propriétés physiques importantes,
- Echelles caractéristiques. Modèles d'écoulements incompressibles,
- Quelques exemples de solutions exactes,
- Notions « élémentaires » de stabilité des écoulements.

La couche-limite laminaire

- Ecoulement à grand nombre de Reynolds,
- Localisation des effets visqueux
- Paramètres caractéristiques de couche limite,
- Equations locales. Modèle de Prandtl,
- Equation intégrale de Von Karman,
- Couche limite sur une plaque plane,
- Effet d'un gradient de pression,
- Décollement de la couche limite,
- Conséquences.

Régimes d'écoulements turbulents, une introduction

- Les équations du mouvement moyen,
- Conséquences physiques de l'agitation turbulente,
- Modèles de diffusivité turbulente,
- Ecoulements turbulents pariétaux.

Bibliographie :

P. Chassaing, *Mécanique des fluides. Eléments d'un premier parcours*, Editions Cepadues, 1997 E. Guyon, J.P. Hulin, L. Petit, L., *Hydrodynamique physique*, Editions CNRS, 1991

Expected competencies: To acquire advanced concepts of aerodynamics. To know how to approach complex problems.

Prerequisites: Basic fluid dynamics

Content:

Physical mechanisms and flow models

- Description of a fluid;
- Balance equations;
- Models of flow motion.

Incompressible viscous flows

- Important physical properties;
- Characteristic scales;
- Examples of exact solutions;
- Elementary notions of flow stability analysis.

Laminar boundary-layer

- Localisation of viscous effects in High Reynolds number flows;
- Boundary layer characteristic parameters;
- Prandtl equations;
- Integral balance: Von Karman equation;
- Boundary layer on a flat plate;
- Effect to a pressure gradient;
- Flow separation and its consequences.

Turbulent flows, an introduction

- Mean flow equations;
- Physical consequences of turbulent agitation;
- Concept of turbulent diffusivity; near wall flows.

Recommended reading:

H. Oertel, *Prandtl's essentials of fluid mechanics*, Springer, 2003

D.J. Tritton, *Physical fluid dynamics*, Oxford Science Publications, 1998

Rayonnement thermique
Heat Radiation Transfer

Code ECUE *Course code:* **RAY**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE3-2 (6 ECTS)

Département <i>Department</i>	: ET	Cours Lectures	: 08h45
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: V. Ayel, G. Lalizel, T. T. Hoang, N. Riaud	T.D. Tutorials	: 08h45
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année, 2 nd year	T.P. Laboratory sessions	: 09h00
Semestre <i>Semester</i>	: 3 ^{ème} trimestre, 3 rd trimester	Projet <i>Project</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 écrit, 1 contrôle TP <i>1 written exam, 1 practical work test</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français, <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 26h30
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire, <i>Compulsory</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 11h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Maîtriser les phénomènes de rayonnement, des bilans de flux complets et les transferts combinés.

Pré-requis : Physique statistique, Introduction aux transferts de chaleur, Energie & Environnement : les défis – dérives climatiques

Contenu :

- Généralités,
- Grandeurs fondamentales,
- Lois de rayonnement du corps noir,
- Conséquences de la loi de Planck,
- Les surfaces réelles et les facteurs d'émission,
- Facteurs de forme,
- Transfert radiatif avec multiréflexions,
- Equations de bilan et transferts combinés,
- Grandeurs visuelles.

Bibliographie : Aucune.

Expected competencies: Understanding of radiative heat transfer, combined heat transfers and balance equations

Prerequisites: Statistical physics, Introduction to heat transfer, Energy and Environment: the challenges – climate drifts

Content:

- Fundamentals basic definitions,
- The black body emission,
- Consequences of Planck's law,
- Emissivity of real surfaces,
- Radiative heat transfer with multireflections,
- Combined heat transfer and balance equations,
- The visible domain.

Recommended reading: None

Mécanique des structures
Structural Mechanics

Code ECUE *Course code:* **MDS**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE3-3 (5 ECTS)

Département <i>Department</i>	: MSISI	Cours Lectures	: 11h15
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: L. Signor, O. Smerdova, C. Nadot-Martin, H. El Yamani	T.D. Tutorials	: 10h00
Période <i>Year of study</i>	: 2ème année <i>2nd year</i>	T.P. Laboratory sessions	: 09h00
Semestre <i>Semester</i>	: S3 <i>3rd semester</i>	Projet <i>Project</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 examen écrit, rapports de TP	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 30h15
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire <i>Compulsory</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 12h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Mettre en œuvre et consolider les connaissances fondamentales d'élasticité et de théorie des poutres pour étudier et dimensionner différents types de structures composées de poutres. Être capable d'appréhender de nouvelles problématiques avancées (théorie des plaques, instabilités, comportement non-linéaire, etc.) pour préparer à une utilisation éclairée et critique des outils théoriques et code de calcul de structures modernes.

Pré-requis : Mécanique des solides déformables / élasticité (MSO1), Résistance des matériaux (RDM2)

Contenu :

- Rappels des outils généraux : statique, élasticité (déformations, contraintes, critères), théorie des poutres (efforts intérieurs, déformée)
- Etude des treillis
- Poutres mixtes en flexion
- Problèmes de structures hyperstatiques
- Flambement
- Etude des profils minces en flexion et en torsion
- Introduction à la théorie des plaques

Bibliographie : Aucune

Expected competencies: Apply and strengthen basic knowledges of elasticity and beam theory to study and design different kinds of structures made of beams. Be able to apprehend new advanced topics (plates theories, instabilities, non-linear behaviour) to prepare informed use of theoretical and computational tools for modern structural analysis.

Prerequisites: Solid mechanics / elasticity (MSO1), Resistance of materials (RDM2)

Content:

- Review of prerequisites : statics, elasticity (strains, stresses, criteria), beam theory (stress resultants, deflection)
- Study of truss
- Composite beams
- Statically indeterminate problems
- Buckling
- Study of thin-walled beam subjected to bending and torsion
- Introduction to plate theory

Recommended reading: None

Science des matériaux*Materials Science***Code ECUE** *Course code:* **SDM****UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE3-3 (5 ECTS)**

Département <i>Department</i>	: MSISI	Cours Lectures	: 12h30
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: G. Henaff, L. Chocinski, S. Hemery, V. Pelosin, M. Arzaghi	T.D. Tutorials	: 11h15
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année, 2 nd year	T.P. Laboratory sessions	: 12h00
Semestre <i>Semester</i>	: 3 ^e semestre, 3 rd semester	Projet <i>Project</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 écrit, 1 contrôle TP <i>1 written exam, 1 practical work test</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français, <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 35h45
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire, <i>Compulsory</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 13h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Comprendre les relations microstructure/propriétés. Savoir définir un traitement thermique. Sélectionner un matériau pour une application structurale.

Pré-requis : Science des matériaux (S2)

Contenu :

Alliages ferreux

- Propriétés du fer
- Diagrammes d'équilibre stable métastable
- Microstructures d'équilibre (aciers non alliés, fontes)
- Traitements thermiques isothermes
- Traitements thermiques anisothermes
- Trempe et revenu
- Trempabilité
- Traitements de surface (cémentation, nitruration)

Alliages non-ferreux

- Alliages d'aluminium
- Alliages de titane
- Superalliages

Caractérisation des propriétés mécaniques

- Essais mécaniques (dureté - traction - résilience)
- Comportement élasto-plastique : limite d'élasticité, notion de glissement cristallographie, écrouissage, relation avec les paramètres microstructuraux (taille de grain, précipitation, ...)
- Modes de rupture, transition fragile-ductile
- Comportement et endommagement en fluage

Bibliographie : Des Matériaux (Bailon, Dorlot, Presses Internationales Polytechnique), Science et génie des matériaux (William Callister, Dunod)

Expected competencies: To understand the relation between structure and mechanical properties. To be able to define a heat treatment. To be able to select a material in structural design.

Prerequisites: First year lecture of materials (MTX2)

Ferrous alloys

- Properties of iron
- Stable and metastable phase diagrams
- Equilibrium microstructures (carbon steels, cast irons)
- Isothermal heat treatments
- Anisothermal heat treatments

- Quenching and tempering
- Hardenability
- Surface treatments (cementation, nitriding)

Non-ferrous alloys

- Aluminum alloys
- Titanium alloys
- Superalloys

Mechanical properties

- Mechanical testing (hardness – tension test – Impact test)
- Elasto-plastic stress-strain relation: yield strength, notion of crystallographic slip, work hardening, relationship with microstructural parameters (grain size, precipitation, etc.)
- Failure modes, brittle-ductile transition
- Deformation and damage in creep

Content:

Recommended reading: Des Matériaux (Bailon, Dorlot, Presses Internationales Polytechnique), Callister's Materials Science and Engineering: Global Edition

Conception de systèmes industriels
Design of industrial systems

Code ECUE *Course code:* **CSI**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE3-4 (4 ECTS)

Département <i>Department</i>	: MSISI	Cours <i>Lectures</i>	:
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: O. Ser, J.-M. Roncin	T.D. <i>Tutorials</i>	:
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année <i>2nd year</i>	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	: 06h00
Semestre <i>Semester</i>	: 3 ^e semestre <i>3rd semester</i>	Projet <i>Project</i>	: 18h00
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Contrôle continu <i>Continuous assessment</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 24h00
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire <i>Compulsory</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 12h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Savoir mener à terme sur CATIA un avant-projet didactique guidé de type industriel. Pour mener à bien ces projets, un complément de formation CATIA plus typé aéronautique (surfaccique, paramétrique...) est également proposé en début de semestre ainsi qu'un apport des notions nécessaires pour traiter les problèmes au fur et à mesure des besoins.

Pré-requis : Outils pour la conception (S1), Sciences Industrielles pour l'ingénieur (S2), Etude de systèmes industriels (S2)

Contenu :

Durant le 3^{ème} semestre, les avant-projets mis en place ont porté ces dernières années sur :

- un train d'atterrissage entrant sur un planeur,
- un vibreur,
- un mécanisme redresseur du flux d'air d'entrée de réacteur

Bibliographie : Aucune

Expected competencies: Develop an industry-oriented project using the CATIA Software. To carry out these projects, additional training on CATIA more aircraft oriented (surface, parametric ...) is also proposed at the beginning of the semester as well as necessary notions in order to deal with problems as and when required.

Prerequisites: Tools for design (S1), Industrial Sciences for the Engineer (S2), Study of industrial systems (S2)

Content:

During the 3rd semester, design projects have recently involved:

- A glider's retractable landing gear,
- A vibrator,
- An airflow rectifier device for a jet engine intake.

Recommended reading: None

Energie et environnement : les outils*Energy and Environment: the tools***Code ECUE** *Course code:* **EEO****UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE3-4 (4 ECTS)**

Département <i>Department</i>	: ET/MSISI	Cours Lectures	: 11h15
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: Y. Pannier, B. Coudour (Univ. Poitiers)	T.D. Tutorials	: 03h45
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année <i>2nd year</i>	T.P. Laboratory sessions	:
Semestre <i>Semester</i>	: 3 ^{ème} semestre <i>3rd semester</i>	Projet Project	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 examen écrit <i>1 written exam</i>	Non encadré Unsupervised	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global Total hours	: 15h00
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire <i>Compulsory</i>	Travail personnel Homework	: 07h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues :

Acquérir la méthodologie d'analyse du cycle de vie.

Pré-requis : Energie et environnement : les outils (S1)

Contenu :

Ce cours se consacre à la méthodologie d'analyse du cycle de vie d'un produit tout au long de sa vie (Extraction de ressources, fabrication, transport, utilisation, recyclage et traitement des déchets) afin d'intégrer une approche systémique.

Bibliographie :

L'ensemble de ce cours s'appuie sur de nombreuses sources documentaires (rapports et bilans gouvernementaux, conférences et rapports d'experts, travaux de commission et d'organismes internationaux et autres cours universitaires...).

Expected competencies:

To acquire life-cycle assessment's methodology.

Prerequisites: None

Content:

This course focuses on the methodology for analyzing the life cycle of a product throughout its entire life (resource extraction, manufacturing, transport, use, recycling and waste treatment) in order to integrate a systems approach.

Recommended reading:

This course is linked with several document resources (reports and government reports, conferences and expert reports, works from international commissions and institutions and other university courses...)

Projet Innovation et Développement Durable
Innovation and Sustainable Development Project

Code ECUE *Course code:* **PID**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE3-4 (4 ECTS)

Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: Y Pannier, Y Nadot	Cours <i>Lectures</i>	:
Période <i>Year of study</i>	: 1 ^{ère} à 3 ^{ème} année <i>1st to 3rd year</i>	T.D. <i>Tutorials</i>	:
Semestre <i>Semester</i>	: Semestres 1, 3 et 5 / <i>Semesters 1, 3 & 5</i>	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 rapport écrit + 1 exposé par semestre / <i>1 report + 1 oral per semester</i>	Projet <i>Project</i>	: 15h00
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	: 15h00
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire <i>Compulsory</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 30h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Premier et Second cycle universitaire <i>Undergraduate/Graduate</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 07h00

Compétences attendues :

- Faire preuve de sens de l'organisation et de rigueur
- Faire preuve de responsabilité, d'esprit d'équipe, d'engagement et de leadership
- Trouver l'information pertinente, l'évaluer et l'exploiter
- Faire preuve de capacité d'analyse et de synthèse
- Faire preuve de créativité et de rigueur scientifique
- Argumenter et justifier ses résultats
- Communiquer à l'oral en français
- Communiquer à l'écrit en français (communication du fond)
- Rédiger en français (communication forme orthographe grammaire)
- Prendre en compte les enjeux environnementaux, notamment par application des principes du développement durable : énergie et environnement, écoconception, analyse du cycle de vie (ACV)
- Prendre en compte les enjeux et les besoins de la société, notamment en termes de mobilité et d'énergie

Pré-requis :

aucun

Contenu :

Projet d'envergure avec une démarche de type 'programme' d'une entreprise (jalons, livrables) qui comporte 3 principales phases qui mobilisent les 3 années de la manière suivante :

Semestre 1 : Cahier des charges

Mise en contexte du sujet et prise en main de la problématique, analyse des ordres de grandeurs, mise en application du cours 'énergie environnement les défis' et RSE. Le livrable finale sera le cahier des charges détaillé à livrer aux groupes de Semestre 3.

Semestre 3 : Avant-Projet et prototypage

A partir du cahier des charges livré par les groupes du semestre 1, l'objectif principal de ce semestre est de réaliser une étude d'avant-projet pour faire une évaluation de faisabilité du cahier des charges. La première étape est la phase de décision sur le cahier des charges étudié : « oui on peut passer en phase projet, non il faut reprendre le cahier des charges ». L'objectif final est de produire la revue de définition préliminaire ainsi qu'un démonstrateur numérique ou physique. Le FUTUROLAB sera le cadre de réalisation de cette phase de prototypage.

Semestre 5 : phase projet

A partir des résultats de la phase d'avant-projet, réaliser la phase projet détaillée qui va mobiliser les ressources techniques 'métier'. Il sera nécessaire à ce stade de respecter un cadre normatif ou une certification pour justifier le dossier technique final auprès d'un organisme externe.

Expected Competencies:

- Demonstrates organizational skills and rigour
- Demonstrate responsibility, teamwork, commitment and leadership
- Find, evaluate and exploit relevant information
- Demonstrate analytical and synthesis skills
- Demonstrate creativity and scientific rigour
- Argue and justify results
- Communicate orally in French
- Communicate in writing in French (substantive communication)
- Writing in French (communication in the form of grammar spelling)
- Take account of environmental issues, particularly by applying the principles of sustainable development: energy and environment, ecodesign, life cycle analysis (LCA)
- Taking into account the challenges and needs of society, particularly in terms of mobility and energy

Prerequisites:

none

Content:

Major project with a “program” approach of a company (milestones, deliverables) that has 3 main phases that mobilize the 3 years as follows:

Semester 1: Specifications

Contextualization of the subject and handling of the problem, analysis of order of magnitude, implementation of the course “energy environment challenges” and CSR. The final deliverable will be the detailed specifications to be delivered to the groups of Semester 3.

Semester 3: Pre-Project and prototyping

Based on the specifications delivered by the groups of semester 1, the main objective of this semester is to carry out a preliminary project study to make a feasibility assessment of the specifications. The first step is the decision phase on the specifications studied: «yes you can go into the project phase, no you must take back the specifications». The final objective is to produce the preliminary definition review as well as a digital or physical demonstrator. FUTUROLAB will be the framework for this prototyping phase.

Semester 5: Project phase

Based on the results of the pre-project, carry out the detailed project phase that will mobilize the technical resources “business line”. It will be necessary at this stage to respect a normative framework or a certification to justify the final technical file to an external organisation.

Signal et Systèmes <i>Signal & Systems</i>			
Code ECUE <i>Course code: SSY</i>		UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE3-5 (5 ECTS)	
Département <i>Department</i>	IA	Cours <i>Lectures</i>	7h30
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	H. Bauer	T.D. <i>Tutorials</i>	7h30
Période <i>Year of study</i>	A2	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	12h00
Semestre <i>Semester</i>	S3	Projet <i>Project</i>	
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	1 écrit, Travaux Pratiques <i>1 written exam, lab work</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	27h00
Type de cours <i>Type of course</i>	Obligatoire <i>Compulsory</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	10h00
Niveau <i>Level of course</i>	Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues :

- Comprendre et aborder la commande automatique des systèmes et la régulation industrielle.
- Savoir appliquer l'approche opérationnel pour des Systèmes Linéaires Invariants (SLI) en temps continu.

Pré-requis :

Aucun

Contenu :

- Le calcul opérationnel et la notion de fonction de transfert,
- Asservissement,
- Systèmes de base : le premier ordre, le second ordre et le système à retard,
- Essais des systèmes et plans de représentation,
- Étude fréquentielle des systèmes. Stabilité, précision,
- Correction et régulation de systèmes,
- Les méthodes d'identification,
- Tracé du lieu des pôles d'un système,
- Analyse et amélioration des performances d'un système à partir de son lieu des pôles.

Une série de 4 travaux pratiques accompagne ce cours afin d'en permettre la compréhension et la mise en application. Les TP sont réalisés en simulation avec le langage de programmation Matlab associé à Simulink.

Bibliographie :

Aucune

Expected competencies:

- To understand and study the automatic control of systems and industrial regulation.
- To know how to apply the operational approach to continuous-time invariant linear systems.

Prerequisites: None

Content:

- Operational calculation and notion of transfer function,
- Closed-loop system,
- Basic systems: first-order, second-order and delay system,

- Systems tests and planes,
- Frequency study of systems. Stability, precision,
- Correction and regulation of systems,
- Methods for identification,
- Root locus of systems,
- Performances analysis and improvement of root locus of linear dynamic system

A series of 4 lab sessions aims to have students apply and understand it. The lab sessions are carried out with simulations using the Matlab programming language, associated with Simulink.

Recommended reading:

None

Ingénierie des Systèmes Critiques <i>Model-based system engineering for critical systems</i>			
Code ECUE <i>Course code: ISC</i>		UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE3-5 (5 ECTS)	
Département <i>Department</i>	IA	Cours <i>Lectures</i>	10h00
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	E. Grolleau	T.D. <i>Tutorials</i>	10h00
Période <i>Year of study</i>	A2	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	15h00
Semestre <i>Semester</i>	S3	Projet <i>Project</i>	
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	1 écrit, Travaux Pratiques <i>1 written exam, lab work</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	35h00
Type de cours <i>Type of course</i>	Obligatoire <i>Compulsory</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	13h00
Niveau <i>Level of course</i>	Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues :

- Suivre un processus de l'ingénierie Système des exigences à la spécification à la conception produit.
- Suivre un cycle de développement logiciel permettant le développement sûr de programmes embarqués temps réel pour des systèmes critiques.
- Introduire les spécificités des logiciels temps réel

Pré-requis :

- Information numérique (S1)
- Introduction aux systèmes embarqués (S1)

Contenu :

1. Introduction aux systèmes embarqués critiques

- Contraintes, exigences et certification,
- Redondance et tolérance aux pannes,
- Cycle de vie logiciel
- Ingénierie des exigences.

2. Introduction des concepts et de la méthode à travers un exemple

- Programmation embarquée séquentielle (exemple de programmation Arduino)
- Entrées-sorties analogiques, numériques, PWM, horloges, bus, représentation numérique
- Capteurs-actionneurs type sur drones
- Programmation événementielle basée interruptions matérielles
- Programmation cyclique
- Programmation multitâche
- Introduction à FreeRTOS
- Spécification fonctionnelle (utilisation de Capella)
- Modélisation par statecharts (UML FSM sur Yakindu <https://www.itemis.com/en/yakindu/state-machine/>)
- Conception logiciel-matériel utilisant le multitâche (utilisation d'AADL)
- Délais de bout-en-bout et performances

Bibliographie :

- E. Grolleau, J. Hugues, Y. Ouhammou, H. Bauer, « Introduction aux systèmes embarqués temps réel », ed. Dunod, 2018
 - F. Cottet, E. Grolleau, S. Gérard, J. Hugues, Y. Ouhammou, « Spécification, conception, implémentation et validation temporelle », ed. Dunod, 2014
 - F. Cottet, E. Grolleau, « Systèmes temps réel de contrôle-commande », ed. Dunod, 2005
 - A. Tanenbaum, « Systèmes d'exploitation », ed. Pearson
 - P. Zanella, Y. Ligier, E. Lazard, « Architecture et technologie des ordinateurs »
 - P. Ward, S. Mellor, « Structured development for real-time systems », Yourdon press
 - H. Gomaa, “Software design methods for concurrent and real-time systems”, Addison Wesley
-

Expected competencies:

- Follow a System Engineering design cycle.
- Use a software life-cycle to insure a safe, and fault-tolerant of critical real-time embedded systems.
- Introduce real-time specificities and constraints.

Prerequisites: Digital Information (S1), Introduction to Embedded Systems (S1)

Content:

1. Introduction to critical and embedded systems

- Constraints, requirements and certification,
- Redundancy and fault-tolerance,
- Software life-cycle
- Requirement Engineering.

2. Introduction des concepts et de la méthode à travers un exemple

- Sequential embedded programming (based on a simple Arduino example)
- Analog Input/Output, Digital I/O, PWM, clock circuits, buses, digital representation
- Typical drone sensors and actuators
- Event-based programming using interrupts
- Cyclic programming model
- Multithread programming
- Introduction to FreeRTOS
- Functional specification (using Capella)
- Statecharts modelling (UML FSM using Yakindu <https://www.itemis.com/en/yakindu/state-machine/>)
- Hardware-software co-design for multithreading (using AADL)
- Performance and end-to-end delays

Recommended reading:

- E. Grolleau, J. Hugues, Y. Ouhammou, H. Bauer, « Introduction aux systèmes embarqués temps réel », ed. Dunod, 2018
- F. Cottet, E. Grolleau, S. Gérard, J. Hugues, Y. Ouhammou, « Spécification, conception, implémentation et validation temporelle », ed. Dunod, 2014
- F. Cottet, E. Grolleau, « Systèmes temps réel de contrôle-commande », ed. Dunod, 2005
- A. Tanenbaum, « Systèmes d'exploitation », ed. Pearson
- P. Zanella, Y. Ligier, E. Lazard, « Architecture et technologie des ordinateurs »
- P. Ward, S. Mellor, « Structured development for real-time systems », Yourdon press
- H. Gomaa, “Software design methods for concurrent and real-time systems”, Addison Wesley

Anglais
Third-Semester English, course modules

Code ECUE *Course code:* ANG

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE3-6 (4 ECTS)

Département <i>Department</i>	: FGH	Cours <i>Lectures</i>	:
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: M. Elliott, A. Glad, R. Marshall-Courtois	T.D. <i>Tutorials</i>	: 25h00
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année / 2 nd year	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	:
Semestre <i>Semester</i>	: 3 ^e semestre 3 rd semester	Projet <i>Project</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Contrôle continu / <i>Continuous assessment</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Anglais / <i>English</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 25h00
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire / <i>Compulsory</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 12h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues :

❖ Niveau Pré-Intermédiaire/Intermédiaire : Understanding the transportation sector and urban mobility issues in North America

- Comprendre le secteur des transports et les questions liées à la mobilité en Amérique du Nord
- Expression écrite et orale, compréhension de l'écrit et de l'oral, interaction

❖ Niveau Intermédiaire : Business Ethics & Sustainability

- Comprendre et s'exprimer à l'orale et à l'écrit pour évoquer son point de vu.
- Travailler en équipe pour enrichir des échanges et arriver à un accord commun

❖ Niveau Avancé : Space, Science Fiction and Societies

Etre capable de/d' :

- identifier, expliquer et évaluer les différents facteurs qui ont contribué à l'évolution de la science, de la science-fiction et de la technologie dans l'histoire de l'humanité ;
- décrire et discuter du sujet de la diversité dans le domaine scientifique ;
- utiliser des outils et des logiciels pour créer une variété d'images et de diapositives de présentation contenant des termes et expressions anglais précis et appropriés ;
- examiner et analyser les ressources en anglais sur les technologies actuelles de propulsion et d'exploration spatiales et les comparer, à l'écrit et à l'oral en anglais, en aux nouvelles avancées technologiques prévues/annoncées ;
- utiliser l'anglais pour décrire, négocier et discuter d'idées dans des discussions en petits groupes ;
- planifier, structurer et exécuter des travaux écrits et oraux de groupe ;
- utiliser un discours fluide et cohérent pour exprimer des idées en anglais.

Pré-requis :

❖ Niveau Pré-Intermédiaire : The transportation sector and mobility issues in North America

- Niveau A2 à B2 du Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues (CECR)

❖ Niveau Intermédiaire : Business Ethics & Sustainability

- Avoir un minimum de niveau B2 du CECR
- Avoir obtenu un score supérieur à 785 points au test TOEIC

❖ Niveau Avancé : Space, Science Fiction and Societies

- Avoir un B2-C2 du CECR
- Avoir obtenu un score supérieur à 785 points au test TOEIC.

Contenu :

❖ The transportation sector and mobility issues in North America

- Caractéristiques contrastives des mobilités en Europe et en Amérique du Nord. Études de cas: transport ferroviaire, le modèle urbanistique avant et après le National Highway Act de 1956, les villes vers la mobilité décarbonée
- Les spécificités des relations du travail dans le secteur manufacturier des transports et des contrats/conditions de travail : études de cas
- ❖ Business Ethics & Sustainability
 - Le cours est divisé en deux parties : l'éthique professionnelle et développement durable
 - Les études de cas visent à analyser avec objectivité une situation délicate dans le monde de l'entreprise. Cette analyse doit aboutir à trouver la solution la plus adéquate/éthique.
 - Le développement durable est abordé par des échanges/débats et présentations par équipes des solutions individuelles qui sont possibles à mettre en place pour répondre au réchauffement climatique.
 - Les étudiants seront évalués de plusieurs manières : examen écrit, projet oral en équipe
- ❖ Space, Science Fiction & Societies :
 - Accent mis sur le vocabulaire scientifique et technique ainsi que du vocabulaire de discussion/expression générale avancé
 - Discussions sur les thèmes du progrès scientifique et les visions du monde en science-fiction comparées au monde actuel, les événements historiques et actuels, les mouvements sociaux, etc.
 - Les étudiants seront évalués de plusieurs manières : examen écrit, projet oral en équipe, & activités d'expression écrite et orale le long du semestre

Bibliographie :

- ❖ The transportation sector and mobility issues in North America):
 - J. Walker, Human Transit, Island Press 2012
 - P. Stropher, J. Stanley, Introduction to Transport Policy, Edward Elgar 2014
 - C. Spieler, Trains, Buses, People: an opinionated atlas of US transit, Island Press 2018
 - S. Moore, E.S. Greenberg, L. Grunberg, P. Sanders, Turbulence: Boeing and the State of American Workers and Managers, Yale University Press, 2010
 - M.E Webber, R. Duncan, the Future of Buildings, Transportation and Power, DW Books, 2020
 - ❖ Space, Science Fiction & Societies :
 - D. Douglas, Citizen Engineer: a Handbook for Socially Responsible Engineering, Prentice Hall, 2010
-

Expected competencies:

- ❖ Pre-Intermediate or Intermediate Level: The transportation sector and mobility issues in North America
 - Understanding in what and why the transportation sector and urban mobility issues in North America differ from our European paradigms. Understanding labor relations in the transportation industries in America as well as working and employment conditions
 - Oral and reading comprehension, oral and written expression, interaction
- ❖ Intermediate Level: Business Ethics & Sustainability
 - Working in teams to discuss a problem and reach a mutual consensus.
 - Expressing themselves clearly to evoke points of view on ethical issues of debate.
 - Improving vocabulary related to the themes and the capacity to express themselves clearly on these complex topics of discussion.
 - All the competencies will be used: understanding in reading and listening as well as oral and written forms of expression.
- ❖ Advanced Level: Space, Science Fiction and Societies
To be able to:
 - identify, explain and assess different factors that have contributed to the evolution of science, science fiction and technology in human history;
 - describe and discuss, in English, the subject of diversity in the field of science;
 - use design tools and software to create a variety of images and presentation slides containing accurate, appropriate English terms and expressions;
 - examine and analyze English-language resources on current technologies for space propulsion and exploration and compare them, in spoken and written English, to future technological advances;
 - use English to describe, negotiate and discuss ideas in small group discussions;
 - plan, structure and execute group written and oral assignments;
 - use fluid, coherent speech to express ideas in English.

Prerequisites:

- ❖ Pre-Intermediate Level: Understanding transportation/mobility in North America
 - Students should have an A2 to B1 level, as defined in the European Reference Framework for Language Levels
 - This course is only accessible to students who have not achieved a score of 785 in the TOEIC Listening and Reading Test .
- ❖ Intermediate Level: Business Ethics & Sustainability
 - B2 level, as defined in the CERFL
 - Students who obtained a score of 785 points at the TOEIC Listening and Reading test.
- ❖ Advanced Level: Space, Science Fiction and Societies
 - B2 – C2 level, as defined in the CERFL
 - Students who obtained a score of 785 points at the TOEIC Listening and Reading test.

Content:

- ❖ The transportation sector and mobility issues in North America
 - Major differences regarding transportation between Europe and North America. Case studies: rail transportation, post-1956 highway act town planning, city transportation systems toward carbon neutrality
 - Labor relations and working/employment in the transportation industries in America: case studies
- ❖ Business Ethics & Sustainability
 - This course is divided into two interrelated parts
 - The first, business ethics, gives students the tools needed to fully analyse an issue of ethical concern. By following steps using concrete case studies, students work in groups to look at an issue from multiple perspectives in order to fully understand the solutions available and the consequences each solution has on those involved directly and indirectly. The group then must reach a consensus, choosing the solution they feel they could adopt to deal with an issue.
 - The second part deals with the role each of us has in fighting against climate change by looking at individual actions and discussing their impact.
- ❖ Space, Science Fiction and Societies
 - Accent on scientific and technical vocabulary as well as advanced discussion and expression vocab
 - Discussions on themes related to scientific progress, visions of the world seen in science fiction compared to the real world, historic and current events, social movements, etc.
 - Students will be evaluated in several ways: a written exam, an team oral project, and written and oral expression activities throughout the semester

Recommended reading:

- ❖ Understanding the transportation sector and mobility issues in North America
 - J. Walker, Human Transit, Island Press 2012 P. Stropher, J. Stanley, Introduction to Transport Policy, Edward Elgar 2014
 - C. Spieler, Trains, Buses, People: an opinionated atlas of US transit, Island Press 2018
 - S. Moore, E.S. Greenberg, L. Grunberg, P. Sanders, Turbulence: Boeing and the State of American Workers and Managers, Yale University Press, 2010
 - M.E Webber, R. Duncan, the Future of Buildings, Transportation and Power, DW Books, 2020
- ❖ Space, Science Fiction & Societies :
 - D. Douglas, Citizen Engineer: a Handbook for Socially Responsible Engineering, Prentice Hall, 2010

Education physique et sportive

Sport

Code ECUE Course code: EPS

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE3-6 (4 ECTS)

Département <i>Department</i>	: FGH	Sessions :
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: F. Bourdon	1 ^{er} semestre <i>1st semester</i> : 17h30
Période <i>Year of study</i>	: 1 ^{ère} à 3 ^{ème} année <i>1st to 3rd year</i>	2 ^{ème} semestre <i>2nd semester</i> : 15h00
Semestre <i>Semester</i>	: Du 1 ^{er} semestre au 5 ^{ème} semestre <i>From 1st semester to 5th semester</i>	3 ^{ème} semestre <i>3rd semester</i> : 15h00
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Contrôle continu <i>Continuous assessment</i>	4 ^{ème} semestre <i>4th semester</i> : 11h15
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	5 ^{ème} semestre (période a) <i>5th semester (period a)</i> : 12h30
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire <i>Compulsory</i>	5 ^{ème} semestre (période b – facultatif) <i>5th semester (period b – optional)</i> : 10h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Premier et Second cycle universitaire <i>Undergraduate/Graduate</i>	

Compétences attendues :

- S'engager avec lucidité et pertinence. Ressources mobilisées : règles de sécurité, stratégies, logiques d'action, connaissance des matériels.
- S'impliquer régulièrement et mobiliser ses ressources en adaptant sa gestuelle, habiletés et coordination, déplacements, prise d'informations, investissement énergétique et informationnel.

Contenu :

Les activités physiques et sportives ont toujours fait partie du programme de l'école. Une demi-journée par semaine est réservée à leur pratique. Ainsi sont regroupés au même moment les élèves des trois promotions désirant participer à la même activité.

La priorité consiste dans un premier temps à redonner le goût de l'effort physique et de la compétition à des étudiants qui ont pour la plupart arrêté toute activité pendant deux années entières.

Les qualités développées par l'implication des étudiants dans ces pratiques contribuent à l'amélioration des conditions d'entrée dans la vie active.

Les enseignants, au nombre de deux, organisent la vie physique, mais aussi animent et gèrent les différentes associations sportives et culturelles (FFSU...).

Le jeudi après-midi permet de participer aux compétitions dans tous les sports.

De plus, l'ENSMA participe annuellement au Championnats d'académies et au tournoi inter-écoles aéronautiques européennes (European Aeronautical student Games).

1 choix par an parmi les sports suivants : Volley-ball, Football, Handball, Rugby, Basket-ball, Musculation, Badminton, Golf, Course d'orientation et Natation.

Expected competencies:

- Engage with lucidity and appropriately. Resources mobilized: safety rules, strategies, logic of action, knowledge of the equipment.
- Regularly get involved and mobilize resources by adapting movements, skills and coordination, information gathering, energy and information investment.

Content:

Sports activities have been included in the academic curriculum since the foundation of ENSMA. For each student, 1 half-day is devoted weekly to the practice of sport. Activities are designed to involve 1st year, 2nd year and 3rd year students together for the practice of the sports they have selected.

The main objective is to have students rediscover the pleasure of competition, most of them having stopped physical activity for 2 years, prior to their admission to ENSMA.

The qualities developed by the implication of students in these activities contribute to the improvement of their start in professional life.

Two teachers supervise and coach students. They also have an active role in the management of sports clubs and cultural activities (FFSU, i.e. college sports league).

Each Thursday afternoon, ENSMA teams take part in university competitions.

Moreover, ENSMA students participate yearly in major championships such as the Academies Championships and the traditional inter-schools tournaments of European graduate schools in aeronautical engineering (European Aeronautics student Games).

1 choice per year among the following sports: Volley-ball, Football, Handball, Rugby, Basket-ball, Bodybuilding, Badminton, Golf, Orienteering course and Swimming.

Stage découverte de l'entreprise
Company discovery internship

Code ECUE *Course code:* **STD**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE3-6 (4 ECTS)

Période <i>Year of study</i>	: 1 ^{ère} année <i>1st year</i>	Cours <i>Lectures</i>	:
Semestre <i>Semester</i>	: Entre le 2 ^{ème} semestre et le 3 ^{ème} semestre <i>Between the 2nd and 3rd semester</i>	T.D. <i>Tutorials</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 rapport <i>1 report</i>	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	:
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire <i>Compulsory</i>	Projet <i>Project</i>	:
Niveau <i>Level of course</i>	: Premier cycle universitaire <i>Undergraduate</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
		Horaire global <i>Total hours</i>	:
		Travail personnel <i>Homework</i>	: 10h00

Compétences attendues : Savoir occuper un poste sans responsabilité autre que celle relative au travail confié et connaître les relations sociales au sein de l'établissement.

Le stage ouvrier a pour but de donner à l'élève ingénieur une vision la plus complète possible du fonctionnement d'une entreprise (nature et organisation du travail, hiérarchie, relations humaines...).

Pré-requis : Aucun

Contenu :

Au cours de ce premier stage, qui a lieu en fin de 1^{re} année, l'étudiant découvre la fonction de production et peut apprécier l'importance des contacts humains et des relations sociales au sein de l'entreprise.

Il doit avoir lieu :

- Dans une unité de production, de maintenance...
- Dans un domaine d'activité industrielle quelconque (industries lourdes, transports, bâtiment, chimie...)
- Dans une entreprise de plus de 50 employés

Durée du stage : de 1 à 2 mois, de juillet à août

Expected competencies: To work at a single workstation as an operator, to know the state of the company's labor relations.

The manufacturing internship aims to give the student a full understanding of a company's operations (nature and organization of work, chain of command, labor relations...):

Prerequisites: None

Content:

During this first internship, students work as operators and discover the world of production. They learn to value the importance of interpersonal and labor relations within a company.

They can work:

- within a production workshop, a maintenance unit...
- in any industrial sector of activity (heavy industries, transportation, civil engineering, chemical engineering...),
- within a company of more than 50 employees (if in France).

Duration of the internship: 1 to 2 months, from July to August

Important :

Pour les étudiants Internationaux en échange : ce stage est effectué par des étudiants de 1^{ère} année seulement, et il est évalué durant le 3^{ème} semestre.

For International Exchange students: this internship is performed by 1st year students only and is assessed at semester 3.

Langue Vivante II
Second foreign language

Code ECUE *Course code: LV2*

UE (ECTS supplémentaires LV2) : UE3-6 (1 ECTS)

Département <i>Department</i>	: FGH	T.D. Tutorials	Semestre 1 : 18h00
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: M. Elliott, A. Glad, Intervenants extérieurs <i>Guest speakers</i>		Semestre 2 : 22h00
Période <i>Year of study</i>	: 1 ^{ère} à 3 ^{ème} année <i>1st to 3rd year</i>		Semestre 3 : 20h00
Semestre <i>Semester</i>	: Du 1 ^{er} semestre au 5 ^{ème} semestre <i>From 1st semester to 5th semester</i>		Semestre 4 : 16h00
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Contrôle continu <i>Continuous assessment</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	Semestre 5 : 30h00
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Variés <i>Various</i>		Semestre 1 : 09h00
Type de cours <i>Type of course</i>	: Facultatif <i>Optional</i>		Semestre 2 : 11h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Premier et Second cycle universitaire <i>Undergraduate/Graduate</i>		Semestre 3 : 10h00
			Semestre 4 : 08h00
			Semestre 5 : 15h00

Compétences attendues : Découvrir ou se spécialiser dans une deuxième langue vivante.

Pré-requis : Niveau/connaissances minimums requis sont déterminés par l'intervenant du groupe/niveau

Contenu : Les étudiants ont le choix entre les langues suivantes :

Allemand, chinois, espagnol, français-langue-étrangère (étudiants internationaux : dispense éventuelle du cours de FLE décidée uniquement par le professeur après test de positionnement, possibilité de prendre un LV2 pour remplacer le FLE), italien, japonais, russe, soutien TOEIC (pour les étudiants de deuxième et troisième année n'ayant pas encore obtenu le score minimum requis pour obtenir leur diplôme).

Les enseignements varient chaque année en fonction des demandes. Les élèves sont répartis en groupes de niveau. L'objectif est d'être capable de s'exprimer dans la vie courante, à partir de situations de la vie courante et de sujets d'actualité.

Bibliographie : Aucune

Expected competencies: Reaching threshold level in a second foreign language or advancing to levels B1 to C1.

Prerequisites: Prior language level requirements determined by the instructor of the language course/level

Content: The students can choose from the list of the following languages:

German, Chinese, Spanish, French as a Foreign Language (International students : possible exemption from the FLE course decided only by the teacher after a placement test, possibility to take a second language to replace French as a foreign language), Italian, Japanese, Russian, TOEIC remedial courses (for 2nd and 3rd year students having not yet obtained the minimum score required for graduation)

Choice of classes taught may change each year, depending on demand. Students are streamed into groups, based on their skills. The aim is to develop language skills with emphasis on daily life and current issues.

Recommended reading: None

Anglais soutien <i>English Tutoring</i>		
Code ECUE <i>Course code:</i> SOU	UE (ECTS supplémentaires SOU) : UE3-6 (0 ECTS)	
Département <i>Department</i>	: FGH	Cours <i>Lectures</i> :
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: M. Elliott, A. Glad	T.D. <i>Tutorials</i> : 32h00
	: 2e année / 2nd year	T.P. <i>Laboratory sessions</i> :
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année, 3 ^{ème} année	Projet <i>Project</i> :
	: semestres 3, 4, 5 3 rd , 4 th and 5 th semesters	Non encadré <i>Unsupervised</i> :
Semestre <i>Semester</i>		Horaire global <i>Total hours</i> : 32h00
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Contrôle continu / Continuous assessment	Travail personnel <i>Homework</i> :
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Anglais / English	
Type de cours	: Obligatoire pour les étudiants en difficulté / compulsory for students in difficulty	
Niveau	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>	

Compétences attendues :

- Amener l'élève vers la certification B2 au test Toieic LR et ses compétences associées

Contenu :

- Entraînement aux stratégies à mettre en œuvre pour améliorer son score, tutorat individualisé

Bibliographie :

ETS Toeic LR series, volume 1-10. Editeur : 国際ビジネスコミュニケーション協会

Expected competencies:

- compétences listées par le CECR pour le niveau B2

Content:

- Practice of strategies for boosting the students' Toeic LR score and obtaining a B2 certification

Recommended reading:

ETS Toeic LR series, volume 1-10. Publisher : 国際ビジネスコミュニケーション協会

Culture professionnelle et citoyenne
Professional and civic culture

Code ECUE *Course code:* **CPC**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE3-7 (1 ECTS)

Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année <i>2nd year</i>	Cours <i>Lectures</i>	:
Semestre <i>Semester</i>	: 3 ^{ème} semestre <i>3rd semester</i>	T.D. <i>Tutorials</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Assiduité <i>Attendance</i>	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français/Anglais <i>French/English</i>	Projet <i>Project</i>	:
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire <i>Compulsory</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	:
		Travail personnel <i>Homework</i>	: 25h00

Compétences attendues : Développer des connaissances et compétences complémentaires extrascolaires, via la participation à des activités dans le cadre de la vie de l'école, de la vie professionnelle et citoyenne.

Pré-requis : Aucun

Contenu :

Exemples d'activités pour le troisième semestre :

- Réunions de rentrée
- Réunion d'information : présentation Projets élèves et Promotion de l'école
- Présentation doubles diplômes et substitutions
- Réunion d'information stage d'immersion
- 2 rencontres métiers avec Alumni
- 4 conférences
- Forum entreprises
- Réunion Présentation de l'Association des Alumni avec A1, A2
- MOOC multiculturalité

Bibliographie : Aucune

Expected competencies: To develop knowledge and additional extracurricular skills, through participation to school, professional and civic activities.

Prerequisites: None

Content:

Examples of activities in the third semester:

- Back-to-school meetings
- Information meeting: presentation of projects and school promotion
- Presentation of double degrees and substitutions
- Immersion course information meeting
- 2 "jobs" meetings with alumni
- 4 conferences
- Company forum
- Alumni Association presentation meeting with A1, A2
- MOOC multiculturalism

Recommended reading: None

Dynamique des fluides numérique
Computational Fluid Dynamics

Code ECUE *Course code:* **DFN**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-1 (10 ECTS)

Département <i>Department</i>	: MFA	Cours Lectures	: 02h30
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: G. Lehnasch, T. T. Hoang, H. A. Maldonado Colman, E. Goncalves Da Silva, A. Chinnayya	T.D. Tutorials	:
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année 2 nd year	T.P. Laboratory sessions	: 09h00
Semestre <i>Semester</i>	: 4 ^{ème} semestre 4 th semester	Projet <i>Project</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Travaux pratiques <i>Practical work</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 11h30
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire <i>Compulsory</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 05h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Modéliser des systèmes simples impliquant des écoulements de fluides avec ou sans transfert de chaleur, avec ou sans réaction chimique. Utiliser un logiciel pour mettre en place une étude CFD. Savoir extraire les données pertinentes (caractéristiques, performances, rendement) d'un système pour son dimensionnement.

Pré-requis : Mécanique des fluides (S2), Introduction aux transferts de chaleur (S2), Thermodynamique des machines thermiques (S1), Aérodynamique (S3), Calcul scientifique numérique (S3)

Contenu :

- Généralités sur la simulation numérique fluide.
- Etapes de la CFD : géométrie, maillage, paramétrisation, post-traitement et validation.
- Prise en main d'un outil de simulation.
- Etude d'un système en aérodynamique, énergétique et thermique.

Bibliographie :

- C. Hirsch, *Numerical computation of internal and external flows : Fundamentals of Computational Fluid Dynamics*. 2nd edition, Butterworth-Heinemann, 2007
- J. Anderson, *Computation Fluid Dynamics: the basics with applications*, McGraw-Hill, 1995.

Expected competencies: To model simple systems involving fluid flow with or without heat transfer, with or without chemical reaction. To use a software to set up a CFD study. To extract relevant data (characteristics, performance, efficiency) from a system for its dimensioning.

Prerequisites: Fluid Mechanics (S2), Introduction to heat transfer (S2), Aerodynamics (S3), Thermal engines thermodynamics (S1), Scientific computing (b) (S3)

Content:

- General considerations on numerical fluid simulation.
- CFD steps: geometry, meshing, parameterization, post-processing and validation.
- Use of a simulation tool.
- Study of a system for aerodynamic, energetic and thermal applications.

Recommended reading:

- C. Hirsch, *Numerical computation of internal and external flows : Fundamentals of Computational Fluid Dynamics*. 2nd edition, Butterworth-Heinemann, 2007
- J. Anderson, *Computation Fluid Dynamics: the basics with applications*, McGraw-Hill, 1995.

Probabilités, statistiques et incertitudes*Probability, statistics and uncertainties***Code ECUE** *Course code:* **PSI****UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-1 (10 ECTS)**

Département <i>Department</i>	: MSISI	Cours Lectures	: 03h45
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: A. Naït-Ali, H. El Yamani	T.D. Tutorials	: 05h00
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^e année <i>2nd year</i>	T.P. Laboratory sessions	:
Semestre <i>Semester</i>	: 4 ^e semestre <i>4th semester</i>	Projet Project	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 écrit <i>1 written exam</i>	Non encadré Unsupervised	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global Total hours	: 08h45
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire <i>Compulsory</i>	Travail personnel Homework	: 04h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues :

1 - La connaissance et la compréhension d'un large champ de sciences fondamentales et la capacité d'analyse et de synthèse qui leur est associée

2 - L'aptitude à mobiliser les ressources d'un champ scientifique et technique spécifique.

3 - La maîtrise des méthodes et des outils de l'ingénieur : identification, modélisation et résolution de problèmes même non familiers et incomplètement définis, l'utilisation des outils informatiques, l'analyse et la conception de systèmes

Pré-requis : Calcul intégral, Analyse combinatoire, Dénombrement

Contenu :

Probabilités et variables : Expériences aléatoires, probabilité conditionnelle, événements indépendants, fonction de répartition et variables aléatoires réelles, lois de probabilité usuelles.

Espérance, variance des variables aléatoires réelles : propriétés de l'espérance, fonctions caractéristiques, variance et écart type.

Variables aléatoires simultanées : loi conjointe, indépendance des variables aléatoires réelles, Coefficient de corrélation linéaire, droites de régression, espérance conditionnelle, Courbes de régression.

Statistique : loi des grands nombres, théorème central limit, échantillon et statistique, estimation ponctuelle et estimation par intervalle de confiance, tests statistiques.

Bibliographie :

P. Bremaud, *An introduction to probabilistic modelling*, Springer, 1988

J.L. Femenias, *Probabilités et statistique pour les sciences physiques*, Dunod, 2003 D. Foata et A.

Fuchs, *Calcul des probabilités*, Dunod, 1993

D. Fourdrinier, *Statistique inférentielle*, Dunod, 2002

R. Veysseyre, *Statistique et probabilités pour l'ingénieur*, Dunod, 2^e édition, 2007

Expected competencies:

- 1 - The knowledge and understanding of a wide range of fundamental sciences and the associated ability for analysis and synthesis.
- 2 - The ability to mobilize the resources of a specific scientific and technical field.
- 3 - Mastery of engineering methods and tools: identification, modeling, and solving of even unfamiliar and incompletely defined problems, the use of computer tools, analysis, and system design.

Prerequisites: Integral calculus, combinatorial analysis (counting)

Content:

Probabilities and Variables: Random experiments, conditional probability, independent events, cumulative distribution function and real random variables, common probability distributions.

Expectation, variance of real random variables: Properties of expectation, characteristic functions, variance and standard deviation.

Simultaneous random variables: Joint distribution, independence of real random variables, linear correlation coefficient, regression lines, conditional expectation, regression curves.

Statistics: Law of large numbers, central limit theorem, sample and statistic, point estimation and confidence interval estimation, statistical tests.

Recommended reading:

P. Bremaud, *An introduction to probabilistic modelling*, Springer, 1988

J.L. Femenias, *Probabilités et statistique pour les sciences physiques*, Dunod, 2003 D. Foata et A.

Fuchs, *Calcul des probabilités*, Dunod, 1993

D. Fourdrinier, *Statistique inférentielle*, Dunod, 2002

R. Veysseyre, *Statistique et probabilités pour l'ingénieur*, Dunod, 2^e édition, 2007

Vibrations <i>Vibrations</i>	
Code ECUE <i>Course code:</i> VIB	UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-1 (10 ECTS)
Département <i>Department</i> : MSISI	Cours Lectures : 06h15
Coordonnateurs <i>Lecturers</i> : J-C Grandidier, M. Arzaghi	T.D. Tutorials : 06h15
Période <i>Year of study</i> : 2ème année <i>2nd year</i>	T.P. Laboratory sessions :
Semestre <i>Semester</i> : 4ème semestre <i>4th semester</i>	Projet Project :
Evaluation <i>Assessment method(s)</i> : 1 écrit <i>1 written exam</i>	Non encadré Unsupervised :
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i> : Français <i>French</i>	Horaire global Total hours : 12h30
Type de cours <i>Type of course</i> : Obligatoire <i>Compulsory</i>	Travail personnel Homework : 06h00
Niveau <i>Level of course</i> : Second cycle universitaire <i>Graduate</i>	

Compétences attendues :

- Savoir étudier les systèmes dynamiques discrets
- Savoir résoudre les problèmes de vibrations des systèmes discrets
- Savoir calculer les pulsations propres et les modes propres
- Introduction de l'étude des systèmes dynamiques continus
- Savoir résoudre des problèmes de poutre en vibration

Pré-requis : Mécanique des systèmes de solides indéformables (S1), Calcul scientifique numérique (S3), Mécanique de structures (S3).

Contenu :

Vibrations des systèmes linéaires

- Vibrations des systèmes à un degré de liberté
- Vibrations des systèmes à plusieurs degrés de liberté
- Vibrations libres et vibrations sous sollicitations périodiques
- Introduction aux vibrations des poutres rectilignes

Bibliographie :

- M. Lalanne, P. Berthier, J. Der Hagopian, Mécanique des vibrations linéaires, Masson, 1992
A.A. Shabana, Theory of Vibration, an introduction, Springer-Verlag, 1996
M. Del Pedro, Pierre Pahud, Mécanique vibratoire, Presses Polytechniques et Universitaires Romanes, 1989
M. Gérardin, D. Rixen, Théorie des vibrations – Application à la dynamique des structures, Masson, 1993

Expected competencies:

- Know how to study discrete dynamic systems
- Solve vibration problems of discrete systems
- Calculate eigenvalues and eigenmodes
- Introduction to the study of continuous dynamic systems
- Be able to solve problems involving beam vibrations

Prerequisites:

- Mechanics of rigid body – 1th year
- Scientific computing – 2th year
- Structural mechanics – 2th year

Content:

Vibrations of linear systems

- Vibrations of single degree of freedom systems
- Vibrations of multiple degree of freedom systems
- Free vibration and vibration under periodic loading

- Introduction to vibrations of rectilinear beams

Recommended reading:

A.A. Shabana, Theory of Vibration, an introduction, Springer-Verlag, 1996

Moteurs et propulseurs
Engines and propulsion systems

Code ECUE *Course code:* **MPR**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-1 (10 ECTS)

Département <i>Department</i>	: ET	Cours Lectures	: 07h30
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: J. Sotton, F. Viot	T.D. Tutorials	: 07h30
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année <i>2nd year</i>	T.P. Laboratory sessions	: 06h00
Semestre <i>Semester</i>	: 4 ^{ème} semestre <i>4th semester</i>	Projet Project	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: En cours de définition	Non encadré Homework	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global Total hours	: 21h00
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire <i>Compulsory</i>	Travail personnel Homework	: 09h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Comprendre les éléments fondamentaux de la propulsion.

Pré-requis : Base de thermodynamique des systèmes ouverts et fermés.

Contenu :

1. Moteurs alternatifs

- Principe de fonctionnement,
- Paramètres et grandeurs caractéristiques,
- Calcul de performances,
- Cycles théoriques de Beau de Rochas, Diesel et de Sabathé.

2. Turbines à gaz

- Cycles thermodynamiques et composants,
- Performances globales,
- Cogénération d'énergies.

3. Systèmes propulsifs aérospatiaux

- Performances globales (poussées, consommation spécifique, impulsion spécifique),
- Moteurs fusées,
- Statoréacteurs,
- Turboréacteurs.

Bibliographie : P. Bauer, *Aerothermochimie - Propulseurs Aéronautiques et Spatiaux*, Ed. Ellipses, France

Expected competencies: To understand the basic knowledge of propulsion.

Prerequisites: Basic thermodynamics of open and closed systems.

Content:

Piston engines

- Operating principle,
- Characteristic parameters and quantities,
- Performance calculation,
- Theoretical cycles of Beau de Rochas, Diesel and Sabathé.

Gas turbine engines

- Engine cycles and components,
- Overall performance,
- Cogeneration systems.

Aerospace propulsion systems

- Overall performance (thrusts, specific consumption, specific impulsion),
- Rocket engines,
- Ramjet engines,
- Turbojet engines.

Recommended reading: P. Bauer, *Aerothermochimie - Propulseurs Aéronautiques et Spatiaux*, Ed. Ellipses, France

Conception assistée par ordinateur
Conception-aided design

Code ECUE *Course code:* **CAO**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-1 (10 ECTS)

Département <i>Department</i>	: MSISI	Cours <i>Lectures</i>	:
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: O. Ser	T.D. <i>Tutorials</i>	:
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année <i>2nd year</i>	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	:
Semestre <i>Semester</i>	: 4 ^e semestre <i>4th semester</i>	Projet <i>Project</i>	: 06h00
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Contrôle continu <i>Continuous assessment</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 06h00
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire <i>Compulsory</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 02h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Savoir mener à terme sur CATIA un avant-projet de type industriel plus conséquent qu'au semestre 3 par groupe de 2 à 3 élèves.

Pré-requis : Outils pour la conception (S1), Sciences Industrielles pour l'ingénieur (S2), Etude de systèmes industriels (S2), Conception de systèmes industriels (S3)

Contenu :

Les groupes travaillent souvent en collaboration, chacun traitant une partie du projet s'intégrant dans une démarche d'ingénierie coopérative. Pour chaque thème et selon les besoins, des apports de notions nécessaires pour traiter les problèmes sont également proposés tout au long de la démarche. Ces études peuvent aller jusqu'à la réalisation de prototypes. La plupart sont en partenariat avec une entreprise, un laboratoire ou un club de l'école.

Les avant-projets mis en place ont porté ces dernières années sur :

- un simulateur de houle,
- une quille relevable de voilier (Cap Vert),
- un frein pour éolienne (projet Ingécolo),
- une étude de l'accrochage de wagons de tramway (Alstom),
- un train d'atterrissage rentrant sur un planeur (Centrair),
- une machine de compression de joints de culasse pour le LET (contrat industriel, projet mécatronique),
- une machine de fatigue pour le LMPM,
- une formule un modèle réduit,
- un système d'ouverture pour trappes de train d'A350.

Bibliographie : Aucune

Expected competencies: Develop an industry-oriented project using the CATIA software (group of 2 or 3 students).

Prerequisites: Tools for design (S1), Industrial Sciences for the Engineer (S2), Study of industrial systems (S2), Conception of industrial systems (S3)

Content:

The groups often work in collaboration, as each one is in charge of one aspect of the project, in line with a concurrent engineering approach. For each topic, and according to the needs, the students will be given the necessary material to solve the issues. These studies can go as far as the fabrication of prototypes. Most of the projects are in association with a company, a research laboratory or a club of the school.

Design projects recently concerned:

- a swell simulator,
- A retractable vessel for sail boat (Cap Vert),
- A wind turbine brake (Ingecolo project),
- A study of the connexions of tramway carriage (Alstom),

- A retractable landing gear on a glider,
- A compression machine for head gaskets for LET laboratory (industrial contract, mechatronics project),
- A study of a fatigue machine for the LMPM laboratory,
- A formula a scale-down model,
- An opening system for A350 gear doors.

Recommended reading: None

Cours Electifs Systèmes Session 1 (A2)
Elective course Systems first session (2nd year)

Code ECUE *Course code:* **CS1**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-1 (10 ECTS)

Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: Intervenants extérieurs <i>Guest speakers</i>	Cours <i>Lectures</i>	: 12h30
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année <i>2nd year</i>	T.D. <i>Tutorials</i>	:
Semestre <i>Semester</i>	: Semestre 4 <i>4th semester</i>	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 examen écrit <i>1 written exam</i>	Projet <i>Project</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire/Electif <i>Compulsory/Elective</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 12h30
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 06h00

Compétences attendues : Développer des compétences techniques sur des domaines variés reliés à des systèmes dans les domaines du transport et de l'énergie.

Pré-requis : Aucun

Contenu :

Les étudiants ont le choix parmi l'un des cours suivants :

- Conception avion
- Approche système de l'automobile
- Conception système des transports spatiaux, lanceurs et fusées porteuses
- Conception des satellites
- Concevoir le bon produit grâce à l'ingénierie système

Les fiches de ces cours sont disponibles en annexe à ce syllabus.

Bibliographie : Spécifique aux cours électifs

Expected competencies: To develop technical skills in a variety of fields related to transportation and energy systems.

Prerequisites: None

Content:

The students have to choose between one of these courses:

- Aircraft design
- Automotive systems approach
- System design for space transportation, launchers and carrier rockets
- Satellite design
- Designing the right product with systems engineering

Course descriptions are appended to this syllabus.

Recommended reading: Specific to elective courses

Cours Electifs Systèmes Session 2 (A2)

Elective course Systems second session (2nd year)

Code ECUE Course code: CS2

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-1 (10 ECTS)

Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: Intervenants extérieurs <i>Guest speakers</i>	Cours <i>Lectures</i>	: 12h30
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année <i>2nd year</i>	T.D. <i>Tutorials</i>	:
Semestre <i>Semester</i>	: Semestre 4 <i>4th semester</i>	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 examen écrit <i>1 written exam</i>	Projet <i>Project</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire/Electif <i>Compulsory/Elective</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 12h30
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 06h00

Compétences attendues : Développer des compétences techniques sur des domaines variés reliés à des systèmes dans les domaines du transport et de l'énergie.

Pré-requis : Aucun

Contenu :

Les étudiants ont le choix parmi l'un des cours suivants :

- Avion plus électrique et plus écologique
- Conception avion
- Conception des drones
- Conception des véhicules aérospatiaux hypersoniques portants
- Hélicoptères
- Conception moteurs avion

Les fiches de ces cours sont disponibles en annexe à ce syllabus.

En plus de ces cours, les étudiants ont également la possibilité de choisir des cours parmi un catalogue de cours des autres écoles du groupe ISAE (Supaéro, Supméca, ESTACA, ENAC, Ecole de l'air et de l'espace), puisque ces cours « systèmes » se déroulent durant la semaine de mobilité du groupe ISAE.

Bibliographie : Spécifique aux cours électifs

Expected competencies: To develop technical skills in a variety of fields related to transportation and energy systems.

Prerequisites: None

Content:

The students have to choose between one of these courses:

- More electric and greener aircraft
- Aircraft design
- Drone design
- Design of hypersonic aerospace vehicles
- Helicopters
- Aircraft engine design

Course descriptions are appended to this syllabus.

In addition to these courses, students can also choose from a catalog of courses offered by other schools of the ISAE group, as these "systems" courses take place during the ISAE group's mobility week.

Recommended reading: Specific to elective courses

Aérodynamique compressible
Compressible aerodynamics

Code ECUE *Course code:* **ACO**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-2a (9 ECTS)

Département <i>Department</i>	: MFA	Cours <i>Lectures</i>	: 07h30
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: E. Goncalves, V. Jaunet, G. Lehnasch	T.D. <i>Tutorials</i>	: 07h30
Période <i>Year of study</i>	: 2ème année 2nd year	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	: 06h00
Semestre <i>Semester</i>	: 4ème semestre 4th semester	Projet <i>Project</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 écrit et TP <i>1 written exam and practical works</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français, <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 21h00
Type de cours <i>Type of course</i>	: Majeur (S4) <i>Major (4th semester)</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 09h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Maîtriser les mécanismes de chocs et de détente dans les écoulements compressibles.

Pré-requis : Cours de mécanique des fluides, ondes de choc 1D. Connaissances de base des équations et systèmes hyperboliques (calcul scientifique).

Contenu :

Ondes de choc et détonations

- Rappels sur les chocs droits,
- Chocs obliques et détonations de Prandtl-Meyer,
- Théorie des profils minces,
- Interférences de chocs obliques.

Écoulements supersoniques stationnaires bidimensionnels

- Méthode des caractéristiques,
- Écoulement à onde simple.

Couche limite compressible

- Équations de la couche limite compressible,
- Méthode intégrale de von Karman.

Tuyères

- Débit et poussée,
- Design par la méthode des caractéristiques,
- Adaptation et décollement.

Bibliographie :

J.D. Anderson Jr., *Modern compressible flow: with historical perspective*, McGraw Hill, 2002.
P. Thomson, *Compressible fluid dynamics*, McGraw Hill, 1988.
H.W. Liepmann and A. Roshko, *Elements of Gasdynamics*, Wiley&Sons, 1959.
J. Détery, *Traité d'aérodynamique compressible*, Hermes Science.

Expected competencies: To master the physics of shock waves and expansion waves.

Prerequisites: Fluid mechanics, 1D shock waves. Basic knowledge on hyperbolic PDE's and systems.

Content:

Shock and expansion waves

- Normal shock waves,

- Oblique shock waves and Prandtl-Meyer expansion,
- Thin airfoil theory,
- Interferences of oblique shock waves.

Two-dimensional stationary supersonic flows

- Method of characteristics,
- Simple-wave flow.

Compressible boundary layer

- Equations of the compressible boundary layer,
- Integral method of von Karman.

Supersonic nozzles

- Flow rate and thrust,
- Design using the characteristic method,
- Adaptation and separation

Recommended reading:

J.D. Anderson Jr., *Modern compressible flow: with historical perspective*, McGraw Hill, 2002.

P. Thomson, *Compressible fluid dynamics*, McGraw Hill, 1988.

H.W. Liepmann and A. Roshko, *Elements of Gasdynamics*, Wiley&Sons, 1959.

Moteurs et propulseurs
Engines and propulsion systems

Code ECUE *Course code:* **MPR**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-2a (9 ECTS)

Département <i>Department</i>	: ET	Cours Lectures	: 05h00
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: J. Sotton, F. Virot	T.D. Tutorials	: 07h30
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année <i>2nd year</i>	T.P. Laboratory sessions	: 03h00
Semestre <i>Semester</i>	: 4 ^{ème} semestre <i>4th semester</i>	Projet Project	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: En cours de définition	Non encadré Homework	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global Total hours	: 15h30
Type de cours <i>Type of course</i>	: Majeur (S4) <i>Major (4th semester)</i>	Travail personnel Homework	: 05h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Comprendre les éléments fondamentaux de la propulsion.

Pré-requis : Base de thermodynamique des systèmes ouverts et fermés, moteurs et propulseurs (S4)

Contenu :

Approfondissement des notions vues en tronc commun (à définir).

Bibliographie : P. Bauer, *Aerothermochimie - Propulseurs Aéronautiques et Spatiaux*, Ed. Ellipses, France

Expected competencies: To understand the basic knowledge of propulsion.

Prerequisites: Basic thermodynamics of open and closed systems, Engines and propulsion systems (S4)

Content:

In-depth study of the basic concepts (to be defined).

Recommended reading: P. Bauer, *Aerothermochimie - Propulseurs Aéronautiques et Spatiaux*, Ed. Ellipses, France

Convection
Convective heat transfer

Code ECUE *Course code:* **COV**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-2a (9 ECTS)

Département <i>Department</i>	: ET	Cours Lectures	: 08h45
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: M. Fénot	T.D. Tutorials	: 10h00
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année <i>2nd year</i>	T.P. Laboratory sessions	: 03h00
Semestre <i>Semester</i>	: 4 ^{ème} semestre <i>4th semester</i>	Projet <i>Project</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 écrit, 1 contrôle TP <i>1 written exam, 1 practical work test</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 21h45
Type de cours <i>Type of course</i>	: Majeur (S4) <i>Major (4th semester)</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 09h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Mettre en œuvre les fondamentaux de thermique (3) ; Mettre en œuvre les fondamentaux de l'aérodynamique (2) ; Mettre en œuvre les fondamentaux de la mécanique, de l'informatique et de l'aérotechnique (2) ; Trouver l'information pertinente, l'évaluer et l'exploiter (2) ; Faire preuve d'esprit d'analyse et de synthèse (2)

Pré-requis : Introduction aux transferts de chaleur (S2), Rayonnement (S3), Mécanique des fluides (S2)

Contenu :

- Phénoménologie des transferts de chaleur et de masse
- Equations générales de la convection et similitude
- Ordre de grandeur
- Convection forcée en écoulement externe,
- Convection forcée en écoulement interne,
- Convection naturelle,
- Introduction aux échangeurs de chaleur,

Expected competencies: Heat transfer fundamentals (3); Aerodynamics fundamentals (2); Mechanics, computing and aerotechnics fundamentals (2); Finding, evaluating and using relevant information (2); Analyzing and summarizing (2).

Prerequisites: Introduction to heat transfer (S2), Heat radiation (S3), Fluid mechanics (S2)

Content

Content:

- Heat and mass transfer phenomenology
- Convective heat transfer equations
- Order of magnitude
- External forced convection,
- Internal forced convection,
- Natural convection,
- Introduction to heat exchangers,

Projet de majeure AET

AET Major projet

Code ECUE Course code: PMA

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-2a (9 ECTS)

Département <i>Department</i>	: MFA/ET	Cours <i>Lectures</i>	:
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: A définir	T.D. <i>Tutorials</i>	:
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année <i>2nd year</i>	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	:
Semestre <i>Semester</i>	: 4 ^{ème} semestre <i>4th semester</i>	Projet <i>Project</i>	: 18h00
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Rapport, présentation orale <i>report, oral presentation</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	: 18h00
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 32h00
Type de cours <i>Type of course</i>	: Majeur (S4) <i>Major (4th semester)</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 09h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Savoir mettre en œuvre les compétences acquises en aérodynamique, énergétique et thermique sur des applications concrètes.

Pré-requis : Thermodynamique des machines thermiques (S1), Mécanique du vol (S1), Mécanique des fluides (S2), Introduction aux transferts de chaleur (S2), Aérodynamique (S3), Rayonnement (S3), Moteur et propulseurs (S4)

Contenu :

Projet par groupe de 12 étudiants sur des sujets variés à caractère numérique et/ou expérimental sur l'aérodynamique (ou hydrodynamique), l'énergétique appliquée sur les machines thermiques, les moteurs et propulseurs, et la thermique.

Bibliographie : Aucune

Expected competencies: To know how to apply the acquired knowledge in aerodynamics, energetics and heat transfer to concrete applications.

Prerequisites: Thermal engines thermodynamics (S1), Flight mechanics (S1), Fluid mechanics (S2), Introduction to heat transfer (S2), aerodynamics (S3), heat radiation (S3), Engines and propulsion systems (S4)

Content:

Projects for groups of 12 students on a variety of numerical and/or experimental subjects in aerodynamics (or hydrodynamics), applied energetics for thermal machines, engines and propulsion systems, and heat transfer.

Recommended reading: None

Méthode des éléments finis pour le calcul de structure

Finite Element Method for structural analysis

Code ECUE *Course code:* CSM

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-2b (9 ECTS)

Département <i>Department</i>	: MSISI	Cours <i>Lectures</i>	: 10h00
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: J-C Grandidier, M. Arzaghi	T.D. <i>Tutorials</i>	: 10h00
Période <i>Year of study</i>	: 2ème année <i>2nd year</i>	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	: 09h00
Semestre <i>Semester</i>	: 4ème semestre <i>4th semester</i>	Projet <i>Project</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 écrit, 3 compte-rendus de TP <i>1 written exam, 3 practical work tests</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 29h00
Type de cours <i>Type of course</i>	: Majeur (S4) <i>Major (4th semester)</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 11h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues :

Savoir formuler un problème de mécanique avec le Principe des Puissance Virtuelle

Connaitre en détail les éléments basés sur la théorie des poutres

Connaître les différentes étapes pour la mise en place d'un calcul de structures avec la méthode des éléments finis

Savoir interpréter les résultats fournis en éléments finis et en particulier pour le calcul des structures treillis et portiques

Savoir comment est calculé avec la méthode des éléments finis, la charge critique et le mode propre de flambage des poutres en compression

Connaitre les éléments finis bidimensionnels simples pour résoudre des problèmes plans

Savoir résoudre par la technique des éléments finis les problèmes plans

Savoir étudier les vibrations linéaires d'un milieu continu avec la méthode des éléments finis

Savoir créer des modèles linéaires sur ABAQUS

Pré-requis : Mécanique des systèmes de solides indéformables (S1), Calcul scientifique numérique (S3), Mécanique des structures (S3), Vibrations (S4)

Contenu :

Méthode des Elément Finis

Formulation d'un problème de mécanique avec le Principe des Puissances Virtuelles

Présentation de la méthode

Détail des éléments de barres et de poutres

Présentation de la méthode pour résoudre des structures discrètes : treillis et portiques

Détail des éléments pour résoudre des problèmes plans en linéaire

Formulation des problèmes de dynamique, description de la méthode

Application de la méthode à l'étude des vibrations des poutres rectilignes

Initiation aux problèmes non linéaire - adaptation de la méthode pour le calcul de la charge critique et du mode critique correspondant

Bibliographie :

J.F. Imbert, Analyse des structures par éléments finis, Cépaduès, 1991

J.N. Reddy, An introduction to the finite element method, Mac GrawHill, 1993

B. Drouin, J.M. Senicourt, F. Lavaste, G. Fezans, De la mécanique vibratoire classique à la méthode des éléments finis, Volumes 1 et 2, AFNOR, 1993

Zienkiewicz O.C., The Finite Element Method, 4th edition, 2 volumes, Mc Grow Hill, 1989

Batoz J.L., Dhatt G., Modélisation des structures par éléments finis, 3 volumes, Hermès, 1990

Expected competencies:

Know how to formulate a mechanical problem using the Virtual Power Principle

Detailed knowledge of elements based on beam theory

Be familiar with the various steps involved in setting up a structural calculation using the finite element method

Know how to interpret the results provided by the finite element method, in particular for the calculation of truss and portal frame structures

Know how to calculate the critical load and buckling mode of compression beams using the finite element method

Use simple two-dimensional finite elements to solve 2D problems

Be able to solve 2D problems using the finite element technique

Study linear vibrations of a continuous medium using the finite element method

Build linear models in ABAQUS

Prerequisites: Mechanics of Rigid Body (S1), Scientific computing (S3), Structural mechanics (S3), Vibrations (S4)

Content:

Finite Element Method

Formulating a mechanical problem with the Virtual Power Principle

Presentation of the method

Details of truss and beam elements

Presentation of the method for solving discrete structures: trusses and portals

Details of elements for solving 2D linear problems

Formulation of dynamic problems, description of the method

Application of the method to study vibrations of rectilinear beams

Introduction to solving non-linear problems – how to calculate the critical load and the corresponding critical mode

Recommended reading:

J.N. Reddy, An introduction to the finite element method, Mac GrawHill, 1993

A.A. Shabana, Theory of Vibration, an introduction, Springer-Verlag, 1996

Zienkiewicz O.C., The Finite Element Method, 4th edition, 2 volumes, Mc Grow Hill, 1989

Calcul et dimensionnement des structures

Structural calculation and design

Code ECUE Course code: CDS

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-2b (9 ECTS)

Département <i>Department</i>	: MSISI	Cours <i>Lectures</i>	: 08h45
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: H. El Yamani, C. Nadot-Martin, L. Signor, O. Smerdova (à affiner)	T.D. <i>Tutorials</i>	: 08h45
Période <i>Year of study</i>	: 2ème année / 2 nd year	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	:
Semestre <i>Semester</i>	: S4 4 th semester	Projet <i>Project</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 examen écrit / 1 written exam	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français / French	Horaire global <i>Total hours</i>	: 17h30
Type de cours <i>Type of course</i>	: Majeur (S4) / Major (4 th semester)	Travail personnel <i>Homework</i>	: 07h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Mettre en œuvre la modélisation et le calcul de structures pour la conception et le pré-dimensionnement de sous-ensembles structuraux du domaine du transport, notamment les structures minces du secteur aéronautique et spatial (ailes, fuselage...). Appréhender les apports et les limites des approches analytiques de résolution existantes.

Pré-requis : Mécanique des solides déformables / élasticité (MSO1), Résistance des matériaux (RDM2) / Mécanique des structures (MDS3)

Contenu :

- Bilan des acquis et objectifs de ce cours
- Méthodes de résolution analytiques de problèmes de structures en élasticité 3D (exactes et approchées)
- Poutres à parois minces complexes en flexion et torsion
- Etude des structures minces (fuselage, ailes d'avion...)
- Dimensionnement des structures (critères de limite d'élasticité 3D, instabilités)

Bibliographie : Aucune

Expected competencies: Modelling and structural calculations for the design and pre-design of structural sub-assemblies in the field of transport, including thin structures in the aerospace sector (wings, fuselage, etc.). Understand the strengths and limits of existing analytical solving approaches.

Prerequisites: Solid mechanics / elasticity (MSO1), Resistance of materials (RDM2) / Structural mechanics (MDS3)

Content:

- Review of acquired knowledge and objectives of this course
- Analytical methods for solving structural problems in 3D elasticity (exact and approximate)
- Complex thin-wall beams under bending and torsion
- Study of thin structures (fuselage, aircraft wings, etc.)
- Structural design (3D yield strength criteria, instabilities)

Recommended reading: None

Choix des Matériaux – Durabilité et environnement

Materials selection – durability and environment

Code ECUE *Course code:* MCD

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-2b (9 ECTS)

Département <i>Department</i>	: MSISI	Cours <i>Lectures</i>	: 07h30
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: S. Hémerly	T.D. <i>Tutorials</i>	: 05h00
Période <i>Year of study</i>	: A2 2 nd year	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	:
Semestre <i>Semester</i>	: S4 4 th semester	Projet <i>Project</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Ecrit /written exam	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français / French	Horaire global <i>Total hours</i>	: 12h30
Type de cours <i>Type of course</i>	: Majeur (S4) / Major (4 th semester)	Travail personnel <i>Homework</i>	: 05h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Connaître les principales caractéristiques des différentes classes de matériaux, notamment ceux impliqués dans l'industrie aéronautique et production d'énergie. Sensibilisation aux enjeux énergétiques et sociétaux de ces secteurs.

Pré-requis : Diagrammes d'équilibres – Traitements thermiques alliages métalliques – Propriétés mécaniques.

Contenu : Durabilité des matériaux sous conditions spécifiques (chargements mécaniques, corrosion, vieillissement...). Alliages titane, alliages aluminium, aciers inoxydables et matériaux réfractaires (superalliages...).

Choix des matériaux : consolidation des savoirs sur les propriétés d'usage héritées des procédés d'élaboration. Cycle de vie et enjeux environnementaux dans les secteurs des transports et énergie.

Bibliographie :

Matériaux: ingénierie, science, procédé et conception, *Presses polytechniques et universitaires romandes* 2013, Michael F. Ashby, Hugh Shercliff, David Cebon

Choix des matériaux en conception mécanique, Dunod 2012, Michael F. Ashby

Expected competencies: Basic knowledge of the main properties of engineering materials, including those employed for energy production and aerospace applications. Initiation to energy and society related challenges faced in these fields.

Prerequisites: Equilibrium phase diagrams – Heat treatments of metallic alloys – Mechanical properties.

Content: Materials durability in specific conditions (mechanical loadings, corrosion, oxidation, ageing...). Titanium alloys, aluminum alloys, stainless steels and refractory alloys (nickel-based alloys).

Materials selection: improved knowledge of properties inherited from manufacturing routes. Life cycle and environmental concerns in the energy and transportation industries.

Recommended reading:

Matériaux: ingénierie, science, procédé et conception, *Presses polytechniques et universitaires romandes* 2013, Michael F. Ashby, Hugh Shercliff, David Cebon

Choix des matériaux en conception mécanique, Dunod 2012, Michael F. Ashby

Projet de majeure SMA
SMA Major projet

Code ECUE *Course code:* **PMA**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-2b (9 ECTS)

Département <i>Department</i>	: MSISI	Cours Lectures	:
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: A définir	T.D. Tutorials	:
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année 2 nd year	T.P. Laboratory sessions	:
Semestre <i>Semester</i>	: 4 ^{ème} semestre 4 th semester	Projet Project	: 18h00
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Rapport, presentation orale <i>report, oral presentation</i>	Non encadré Unsupervised	: 18h00
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global Total hours	: 32h00
Type de cours <i>Type of course</i>	: Majeur (S4) <i>Major (4th semester)</i>	Travail personnel Homework	: 09h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Savoir mettre en œuvre les compétences acquises en conception, mécanique des structures et en science des matériaux sur des applications concrètes.

Pré-requis : Mécanique des systèmes de solides indéformables (S1), Mécanique des solides déformables (S1), Outils pour la conception (S1), Résistance des matériaux (S2), Science des matériaux (S2), Etude des systèmes industriels (S2), Sciences industrielles pour l'ingénieur (S2), Mécanique des structures (S3), Science des matériaux (S3), Conception des systèmes industriels (S3), Vibrations (S4).

Contenu :

Projet par groupe de 12 étudiants sur des sujets variés à caractère numérique et/ou expérimental.

Ces projets mettront en application, de manière plus ou moins prononcés, les connaissances acquises en conception, mécanique et matériaux. Le projet pourra contenir plusieurs phases :

- Conception d'un système ou d'une partie d'un système par CAO ;
- Calcul et dimensionnement par calcul théorique et par calcul numérique (éléments finis sur Abaqus) ;
- Etude et comparaison de matériaux pour effectuer un choix, avec essais expérimentaux le cas échéant.

Bibliographie : Aucune

Expected competencies: To know how to apply the acquired knowledge in design, structural mechanics and material science to concrete applications.

Prerequisites: Mechanics of rigid body (S1), Solid mechanics (S1), Tools for design (S1), Resistance of materials (S2), Material science (S2), Study of industrial systems (S2), Industrial Sciences for the engineer (S2), Structural mechanics (S3), Material science (S3), Conception of industrial systems (S3), Vibrations (S4).

Content:

Projects for groups of 12 students on a variety of numerical and/or experimental subjects.

These projects will apply, to a greater or lesser extent, the knowledge acquired in design, mechanics and materials. The project may comprise several phases:

- Design of a system or part of a system using CAD;
- Calculation and design by theoretical and numerical calculation (finite elements on Abaqus);
- Study and comparison of materials to choose from, with experimental tests eventually.

Recommended reading: None

Bases de la conception logicielle
Software design fundamentals

Code ECUE *Course code:* **BCL**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-2c (9 ECTS)

Département <i>Department</i>	IA	Cours <i>Lectures</i>	10h00
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	M. Richard	T.D. <i>Tutorials</i>	08h45
Période <i>Year of study</i>	A2	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	06h00
Semestre <i>Semester</i>	S4	Projet <i>Project</i>	
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	Contrôle continu, Travaux Pratiques <i>Continuous assessment, lab reports</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	24h45
Type de cours <i>Type of course</i>	Majeure (S4) <i>Major (4th semester)</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	09h00
Niveau <i>Level of course</i>	Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues :

- Savoir définir des types avancés (types paramétrés, pointeurs)
- Comprendre et savoir mettre en œuvre les concepts d'encapsulation et de généricité
- Savoir spécifier, réaliser et utiliser une bibliothèque
- Savoir spécifier un programme informatique et écrire les tests unitaires associés
- Connaître et savoir implémenter des structures de données simples (piles, files)
- Connaître et savoir implémenter des structures de données avancées (arbres, graphes)

Pré-requis :

- Informatique Numérique (S1)
- Introduction aux Systèmes Embarqués (S1)

Contenu :

Trois grands thèmes sont abordés lors de ce module :

1. Conception

Il s'agit ici de présenter les différentes notions de base du génie logiciel. Ainsi, la décomposition hiérarchique, la modularité ainsi que la notion d'API sont présentées.

2. Implémentation

Une première partie est dédiée à l'approfondissement des langages C & ADA utilisés en première année. Lors de la deuxième partie deux points sont particulièrement approfondis : la conception de structure de données et les concepts algorithmiques associés

3. Spécifications et preuves

Parallèlement aux deux précédents thèmes, l'étudiant apprend à spécifier et à tester chaque réalisation informatique simple qu'il a à effectuer lors des TD et TP

Bibliographie :

Aucune

Expected competencies:

- Define advanced types (parameterized types, pointers)
- Understand and implement the concepts of encapsulation and genericity
- Be able to specify, create and use a library

- Be able to specify a computer program and write the associated unit tests
- Know and know how to implement simple data structures (stacks, queues)
- Know how to implement advanced data structures (trees, graphs)

Prerequisites: Digital Information (S1), Introduction to Embedded Systems (S1)

Content:

Three main themes are discussed in this module:

1. Design:

Introduction of basic concepts of software engineering. Thus, the hierarchical decomposition, modularity and the concept of APIs are presented.

2. Implementation:

The first part is dedicated to improving the learning of the ADA & C languages. In the second part, two points are particularly thorough: the design of data structures and algorithmic concepts.

3. Specifications and proofs:

Along with the two previous themes, the student learns to specify and prove every single computer realization that he has to perform during Tutorials and laboratory sessions.

Recommended reading: None

Conception de Bases de Données

Database Design

Code ECUE Course code: **CBD**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-2c (9 ECTS)

Département <i>Department</i>	IA	Cours <i>Lectures</i>	07h30
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	L. Bellatreche	T.D. <i>Tutorials</i>	07h30
Période <i>Year of study</i>	A2 2 nd year	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	03h00
Semestre <i>Semester</i>	S4 4 th semester	Projet <i>Project</i>	
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	1 écrit <i>1 written exam</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	18h00
Type de cours <i>Type of course</i>	Majeure (S4) <i>Major (4th semester)</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	07h00
Niveau <i>Level of course</i>	Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues :

- Savoir générer à partir d'un cahier des charges une base de données opérationnelle
- Maîtriser les différents niveaux de conception et d'exploitation des bases de données
- Comprendre l'architecture d'un Système de Gestion de Bases de Données
- Savoir optimiser logiquement et physiquement une base de données
- Savoir choisir un format de représentation des données pour leur analyse
- Comprendre les notions associées à l'Informatique Décisionnelle
- Savoir prendre en compte les spécificités du Big Data

Pré-requis :

- Informatique Numérique (S1)
- Utilisation et Exploitation des Données (S2)

Contenu :

Dans ce cours, un panorama du monde des bases de données est donné aux élèves : Bases de Données Traditionnelles (OLTP), Entrepôts de Données (OLAP) et le Big Data Analytics (RTAP). Pour chaque type de base de données les notions fondamentales sont présentées :

- OLTP : Modélisation Conceptuelle (Modèle Entité Association), Modélisation logique : Modèle Relationnel (Algèbre Relationnelle), la gestion des Vues, les dépendances fonctionnelles, la normalisation, modélisation physique (les index).
- OLAP : Besoins décisionnels, le schéma en étoile, le schéma en flocon de neige, cube de données, hiérarchies, Extract, Transform, Load, optimisation physique (les vues matérialisées), SQL OLAP
- RTAP : Les Vs de Big Data, Curation, pré-traitement des données.

Bibliographie :

- Serge Abiteboul, Richard Hull : Foundation of Databases, Eyrolles
- Ramez Elmasri, Shamkant B. Navathe, Fundamentals of Database Systems, Pearson
- Hector Garcia-Molina, Jeffrey D. Ullman, Jennifer Widom: Database Systems: The Complete Book

Expected competencies:

- Generate an operational database from specifications
- Master the different levels of database design and operation
- Understand the architecture of a database management system

- Logically and physically optimize a database
- Know how to choose a data representation format for data analysis
- Understand the concepts associated with Business Intelligence
- take into account the specificities of Big Data

Prerequisites: Digital Information (S1), Introduction to Data Science (S2)

Content:

In this course, students are given an overview of the world of databases: Traditional Databases (OLTP), Data Warehouses (OLAP) and Big Data Analytics (RTAP). For each type of database, the fundamental notions are presented:

- OLTP: Conceptual Modeling (Entity Association Model), Logical Modeling: Relational Model (Relational Algebra), SQL Language, View Management, Functional Dependencies, Normalization, Physical Modeling (indexes).
- OLAP: Analytical requirements, Star schema, Snowflake schema, Data cube, Hierarchies, Extract, Transform, Load, Physical optimization (the materialized views), SQL OLAP
- RTAP: The Vs of Big Data, Curation, pre-processing of data.

Recommended reading: None

Programmation Embarquée
Programming embedded systems

Code ECUE *Course code:* **PEM**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-2c (9 ECTS)

Département <i>Department</i>	IA	Cours <i>Lectures</i>	07h30
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	E. Grolleau	T.D. <i>Tutorials</i>	07h30
Période <i>Year of study</i>	A2 2 nd year	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	03h00
Semestre <i>Semester</i>	S4 4 th semester	Projet <i>Project</i>	
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	1 écrit <i>1 written exam</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	18h00
Type de cours <i>Type of course</i>	Majeure (S4) <i>Major (4th semester)</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	07h00
Niveau <i>Level of course</i>	Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues :

- Détecter les problèmes potentiels lors du ciblage des programmes embarqués sur différentes architectures matérielles, nécessite les connaissances de :
 - Grandes familles de calculateurs et leurs différences (32 vs 64 bits, utilisation de la pile d'appel, FPU, architectures vectorielles) ;
 - L'impact de l'architecture sur la représentation mémoire (tailles de représentation entiers, alignement sur les mots mémoire, etc.)
 - L'impact des optimisations locales sur la durée d'exécution (mémoires caches, RAM, pipeline, prefetch, etc.)
 - Connaître les spécificités des processeurs multicœurs et pluricœurs
- Connaissance du fonctionnement bas niveau des programmes sur différentes architectures (8, 32, 64 bits notamment pour architectures ARM, x86, etc.)

Pré-requis :

- Informatique Numérique (S1)
- Introduction aux Systèmes Embarqués (S1)
- Ingénierie des Systèmes critiques (S3)

Contenu :

- Architectures matérielles
 - Le goulot d'étranglement de la mémoire des architectures Harvard/von Neumann à nos jours (banques SDRAM) et mémoires cache
 - Le partitionnement mémoire par mémoire virtuelle
 - Structure interne d'un processeur
- Architectures parallèles
 - Hyper-threading
 - Multicoeur
 - Architecture MPSoC hétérogènes
 - Pluricoeur
- Architectures logicielles
 - RTOS vs GPOS
- Code bas niveau
 - Compilation vers code assembleur et code machine
 - Fonctionnement de la pile et du tas

- Différences architectures 32 bits et 64 bits
- Option de compilation et optimisation du code produit

Bibliographie :

- E. Grolleau, J. Hugues, Y. Ouhammou, H. Bauer, « Introduction aux systèmes embarqués temps réel, Conception et mise en œuvre », Dunod, 2018
 - F. Cottet, E. Grolleau, S. Gérard, J. Hugues, Y. Ouhammou, S. Tucci-Piergiovanni, « Systèmes temps réel embarqués - 2e édition, Spécification, conception, implémentation et validation temporelle », Dunod, 2014
-

Expected competencies:

- Detect problems when porting a program on an embedded target
 - Major computer families and their differences (32 vs. 64 bits, use of call stack, FPU, vector architectures) ;
 - The impact of architecture on memory representation (integer representation sizes, alignment on memory words, etc.).
 - The impact of local optimizations on runtime (caches, RAM, pipeline, prefetch, etc.).
 - Knowledge of the specific features of multicore and multi-core processors.
- Knowledge of low-level program operation on different architectures (8, 32, 64-bit, especially for ARM, x86 architectures, etc.).

Prerequisites: Digital Information (S1), Introduction to Embedded Systems (S1), Model-based system engineering for critical systems (S3)

Content:

- Hardware architectures
- Parallel architectures (Hyper-threading, multicore, heterogeneous MPSoCs, manycore)
- Software architectures: RTOS vs GPOS
- Low-level code

Recommended reading:

- E. Grolleau, J. Hugues, Y. Ouhammou, H. Bauer, « Introduction aux systèmes embarqués temps réel, Conception et mise en œuvre », Dunod, 2018
- F. Cottet, E. Grolleau, S. Gérard, J. Hugues, Y. Ouhammou, S. Tucci-Piergiovanni, « Systèmes temps réel embarqués - 2e édition, Spécification, conception, implémentation et validation temporelle », Dunod, 2014

Projet de majeure IA
IA Major projet

Code ECUE *Course code:* **PMA**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-2c (9 ECTS)

Département <i>Department</i>	: IA	Cours Lectures	:
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: A définir	T.D. Tutorials	:
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année <i>2nd year</i>	T.P. Laboratory sessions	:
Semestre <i>Semester</i>	: 4 ^{ème} semestre <i>4th semester</i>	Projet Project	: 18h00
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Rapport, presentation orale <i>report, oral presentation</i>	Non encadré Unsupervised	: 18h00
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global Total hours	: 32h00
Type de cours <i>Type of course</i>	: Majeur (S4) <i>Major (4th semester)</i>	Travail personnel Homework	: 09h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Savoir mettre en œuvre les compétences acquises en informatique, sur la gestion de données, les systèmes embarqués et les réseaux informatiques, en automatique et en avionique sur des applications concrètes. Concevoir, implémenter et intégrer une application informatique embarquée de taille importante.

Pré-requis : Information numérique (S1), Introduction aux systèmes embarqués (S1), Utilisation et exploitation des données (S2), Signal et Systèmes (S2), Signal et Systèmes (S3), Ingénierie des systèmes critiques (S3).

Contenu :

Projet par groupe de 12 étudiants sur des sujets variés à caractère numérique et/ou expérimental sur l'informatique, l'automatique et l'avionique.

Bibliographie : Aucune

Expected competencies: To know how to apply the acquired knowledge in computer science, automatics and avionics to concrete applications. Design, implement and integrate a large embedded computer application.

Prerequisites: Digital information (S1), Introduction to embedded systems (S1), Introduction to Data Science (S2), Signal & Systems (S2), Signal et Systems (S3), Model-based system engineering for critical systems (S3).

Content:

Projects for groups of 12 students on a variety of numerical and/or experimental subjects in computer science, automatics and avionics.

Recommended reading: None

Aérodynamique Compressible
Compressible aerodynamics

Code ECUE *Course code:* **ACO**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-3a (3 ECTS)

Département <i>Department</i>	: MFA	Cours Lectures	: 05h00
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: E. Goncalves, V. Jaunet, G. Lehnasch	T.D. Tutorials	: 05h00
Période <i>Year of study</i>	: 2ème année 2nd year	T.P. Laboratory sessions	:
Semestre <i>Semester</i>	: 4eme semestre 4th semester	Projet Project	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 écrit <i>1 written exam</i>	Non encadré Unsupervised	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français, French	Horaire global Total hours	: 10h00
Type de cours <i>Type of course</i>	: Mineur (S4) <i>Minor (4th semester)</i>	Travail personnel Homework	: 05h30
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Maîtriser les mécanismes de chocs et de détente dans les écoulements compressibles.

Pré-requis : Cours de mécanique des fluides, ondes de choc 1D. Connaissances de base des équations et systèmes hyperboliques (calcul scientifique).

Contenu :

Ondes de choc et détonations

- Rappels sur les chocs droits,
- Rappels sur les écoulements 1D en tuyères,
- Chocs obliques et détonations de Prandtl-Meyer,
- Théorie des profils minces,
- Interférences de chocs obliques.

Bibliographie :

J.D. Anderson Jr., *Modern compressible flow: with historical perspective*, McGraw Hill, 2002.
P. Thomson, *Compressible fluid dynamics*, McGraw Hill, 1988.
H.W. Liepmann and A. Roshko, *Elements of Gasdynamics*, Wiley&Sons, 1959.
J. Détery, *Traité d'aérodynamique compressible*, Hermes Science.

Expected competencies: To master the physics of shock waves and expansion waves.

Prerequisites: Fluid mechanics, 1D shock waves. Basic knowledge on hyperbolic PDE's and systems.

Content:

Shock and expansion waves

- Normal shock waves,
- One-dimensional nozzle flows,
- Oblique shock waves and Prandtl-Meyer expansion,
- Thin airfoil theory,
- Interferences of oblique shock waves.

Recommended reading:

J.D. Anderson Jr., *Modern compressible flow: with historical perspective*, McGraw Hill, 2002.
P. Thomson, *Compressible fluid dynamics*, McGraw Hill, 1988.
H.W. Liepmann and A. Roshko, *Elements of Gasdynamics*, Wiley&Sons, 1959.

Moteurs et propulseurs
Engines and propulsion systems

Code ECUE *Course code:* **MPR**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-3a (3 ECTS)

Département <i>Department</i>	: ET	Cours Lectures	: 05h00
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: J. Sotton, F. Viot	T.D. Tutorials	: 05h00
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année <i>2nd year</i>	T.P. Laboratory sessions	:
Semestre <i>Semester</i>	: 4 ^{ème} semestre <i>4th semester</i>	Projet Project	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: En cours de définition	Non encadré Homework	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global Total hours	: 10h00
Type de cours <i>Type of course</i>	: Mineur (S4) <i>Minor (4th semester)</i>	Travail personnel Homework	: 05h30
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Comprendre les éléments fondamentaux de la propulsion.

Pré-requis : Base de thermodynamique des systèmes ouverts et fermés, moteurs et propulseurs (S4)

Contenu :

Approfondissement des notions vues en tronc commun (à définir).

Bibliographie : P. Bauer, *Aerothermochimie - Propulseurs Aéronautiques et Spatiaux*, Ed. Ellipses, France

Expected competencies: To understand the basic knowledge of propulsion.

Prerequisites: Basic thermodynamics of open and closed systems, Engines and propulsion systems (S4)

Content:

In-depth study of the basic concepts (to be defined).

Recommended reading: P. Bauer, *Aerothermochimie - Propulseurs Aéronautiques et Spatiaux*, Ed. Ellipses, France

Convection
Convective heat transfer

Code ECUE *Course code:* **COV**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-3a (3 ECTS)

Département <i>Department</i>	: ET	Cours Lectures	: 03h45
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: M. Fénot	T.D. Tutorials	: 03h45
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année 2 nd year	T.P. Laboratory sessions	:
Semestre <i>Semester</i>	: 4 ^{ème} semestre 4 th semester	Projet <i>Project</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 écrit 1 written exam	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 07h30
Type de cours <i>Type of course</i>	: Mineur (S4) <i>Minor (4th semester)</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 04h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Mettre en œuvre les fondamentaux de thermique (2) ; Mettre en œuvre les fondamentaux de l'aérodynamique (2) ; Mettre en œuvre les fondamentaux de la mécanique, de l'informatique et de l'aérotechnique (2) ; Trouver l'information pertinente, l'évaluer et l'exploiter (2) ; Faire preuve d'esprit d'analyse et de synthèse (2)

Pré-requis : Introduction aux transferts de chaleur (S2), Rayonnement (S3), Mécanique des fluides (S2)

Contenu :

- Phénoménologie des transferts de chaleur et de masse
- Equations générales de la convection et similitude
- Convection forcée,
- Convection naturelle.

Expected competencies: Heat transfer fundamentals (2); Aerodynamics fundamentals (2); Mechanics, computing and aerotechnics fundamentals (2); Finding, evaluating and using relevant information (2); Analyzing and summarizing (2).

Prerequisites: Introduction to heat transfer (S2), Heat radiation (S3), Fluid mechanics (S2)

Content

Content:

- Heat and mass transfer phenomenology
- Convective heat transfer equations
- Forced convection,
- Natural convection.

Méthode des éléments finis pour le calcul de structure

Finite Element Method for structural analysis

Code ECUE *Course code:* CSM

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-3b (3 ECTS)

Département <i>Department</i>	: MSISI	Cours <i>Lectures</i>	: 07h30
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: J-C Grandidier, M. Arzaghi	T.D. <i>Tutorials</i>	: 07h30
Période <i>Year of study</i>	: 2ème année <i>2nd year</i>	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	:
Semestre <i>Semester</i>	: 4ème semestre <i>4th semester</i>	Projet <i>Project</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 écrit <i>1 written exam</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 17h30
Type de cours <i>Type of course</i>	: Mineur (S4) <i>Minor (4th semester)</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 07h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues :

Savoir formuler un problème de mécanique avec le Principe des Puissance Virtuelle

Connaitre en détail les éléments basés sur la théorie des poutres

Connaitre les différentes étapes pour la mise en place d'un calcul de structures avec la méthode des éléments finis

Savoir interpréter les résultats fournis en éléments finis et en particulier pour le calcul des structures treillis et portiques

Connaitre les éléments finis bidimensionnels simples pour résoudre des problèmes plans

Savoir résoudre par la technique des éléments finis les problèmes plans

Savoir créer des modèles linéaires sur ABAQUS

Pré-requis : Mécanique des systèmes de solides indéformables (S1), Calcul scientifique numérique (S3), Mécanique des structures (S3), Vibrations (S4)

Contenu :

Introduction à la Méthode des Elément Finis pour le calcul de structures

Formulation d'un problème de mécanique avec le Principe des Puissances Virtuelles

Présentation de la méthode

Détail des éléments de barres et de poutres

Présentation de la méthode pour résoudre des structures discrètes : treillis et portiques

Détail des éléments pour résoudre des problèmes plans en linéaire

Bibliographie :

J.F. Imbert, Analyse des structures par éléments finis, Cépaduès, 1991

J.N. Reddy, An introduction to the finite element method, Mac GrawHill, 1993

B. Drouin, J.M. Senicourt, F. Lavaste, G. Fezans, De la mécanique vibratoire classique à la méthode des éléments finis, Volumes 1 et 2, AFNOR, 1993

Zienkiewicz O.C., The Finite Element Method, 4th edition, 2 volumes, Mc Grow Hill, 1989

Batoz J.L., Dhatt G., Modélisation des structures par éléments finis, 3 volumes, Hermès, 1990

Expected competencies:

Know how to formulate a mechanical problem using Principle of Virtual Power

Detailed knowledge of elements based on beam theory

Be familiar with the various steps involved in setting up a structural calculation using the finite element method

Know how to interpret the results obtained by the finite element method, in particular for the calculation of truss and portal frame structures

Use simple two-dimensional finite elements to solve 2D problems

Be able to solve 2D problems using the finite element technique

Build linear models in ABAQUS

Prerequisites: Mechanics of Rigid Body (S1), Scientific computing (b) (S3), Structural mechanics (S3), Vibrations (S4)

Content:

Introduction to the Finite Element Method for structural analysis

Formulating a mechanical problem with the Virtual Power Principle

Presentation of the method

Details of truss and beam elements

Presentation of the method for solving discrete structures: trusses and portals

Details of elements for solving 2D linear problems

Recommended reading:

J.N. Reddy, An introduction to the finite element method, Mac GrawHill, 1993

A.A. Shabana, Theory of Vibration, an introduction, Springer-Verlag, 1996

Zienkiewicz O.C., The Finite Element Method, 4th edition, 2 volumes, Mc Grow Hill, 1989

Calcul et dimensionnement des structures

Structural calculation and design

Code ECUE *Course code:* CDS

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-3b (3 ECTS)

Département <i>Department</i>	: MSISI	Cours <i>Lectures</i>	: 03h45
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: H. El Yamani, C. Nadot-Martin, L. Signor, O. Smerdova (à affiner)	T.D. <i>Tutorials</i>	: 03h45
Période <i>Year of study</i>	: 2ème année <i>2nd year</i>	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	:
Semestre <i>Semester</i>	: S4 <i>4th semester</i>	Projet <i>Project</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Contrôle continu <i>Continuous assessment</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 07h30
Type de cours <i>Type of course</i>	: Mineur (S4) <i>Minor (4th semester)</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 04h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Savoir modéliser un système mécanique réel et résoudre les problèmes de structures associés en vue d'un pré-dimensionnement.

Pré-requis : Mécanique des solides déformables / élasticité (MSO1), Résistance des matériaux (RDM2) / Mécanique des structures (MDS3)

Contenu :

- Bilan des acquis et compléments
- Application à l'étude de cas sur un système mécanique industriel (ex. train d'atterrissage)

Bibliographie : Aucune

Expected competencies: Be able to model a real mechanical system and to solve associated structural problems in the framework of preliminary design project

Prerequisites: Solid mechanics / elasticity (MSO1), Resistance of materials (RDM2) / Structural mechanics (MDS3)

Content:

- Review of acquired knowledge et complements
- Application to case study on industrial mechanical system (ex. landing gear)

Recommended reading: None

Choix des Matériaux – Durabilité et environnement*Material selection – durability and environment***Code ECUE** *Course code: MCD***UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-3b (3 ECTS)**

Département <i>Department</i>	: MSISI	Cours Lectures	: 05h00
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: S. Hémerly	T.D. Tutorials	: 02h30
Période <i>Year of study</i>	: A2 2 nd year	T.P. Laboratory sessions	:
Semestre <i>Semester</i>	: S4 4 th semester	Projet Project	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Ecrit /written	Non encadré Unsupervised	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français / French	Horaire global Total hours	: 07h30
Type de cours <i>Type of course</i>	: Mineur (S4) <i>Minor (4th semester)</i>	Travail personnel Homework	: 04h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Connaître les classes de matériaux notamment ceux impliqués dans l'industrie aéronautique et production d'énergie. Prise en compte des enjeux énergétiques et sociétaux de ces secteurs.

Pré-requis : Diagrammes d'équilibres – Traitements thermiques alliages métalliques – Propriétés mécaniques.

Contenu : Choix des matériaux : consolidation des savoirs sur les propriétés d'usage héritées des procédés d'élaboration. Cycle de vie et enjeux environnementaux dans les secteurs des transports et énergie.

Bibliographie :

Matériaux: ingénierie, science, procédé et conception, *Presses polytechniques et universitaires romandes* 2013, [Michael F. Ashby](#), [Hugh Shercliff](#), [David Cebon](#)
Choix des matériaux en conception mécanique, Dunod 2012, [Michael F. Ashby](#)

Expected competencies: Basic knowledge of the main properties of engineering materials, including those employed for energy production and aerospace applications. Initiation to energy and society related challenges faced in these fields.

Prerequisites: Equilibrium phase diagrams – Heat treatments of metallic alloys – Mechanical properties.

Content: Materials selection: improved knowledge of properties inherited from manufacturing routes. Life cycle and environmental concerns in the energy and transportation industries.

Recommended reading:

Matériaux: ingénierie, science, procédé et conception, *Presses polytechniques et universitaires romandes* 2013, [Michael F. Ashby](#), [Hugh Shercliff](#), [David Cebon](#)
Choix des matériaux en conception mécanique, Dunod 2012, [Michael F. Ashby](#)

Bases de la conception logicielle
Software design fundamentals

Code ECUE *Course code:* **BCL**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-3c (3 ECTS)

Département <i>Department</i>	IA	Cours <i>Lectures</i>	07h30
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	M. Richard	T.D. <i>Tutorials</i>	07h30
Période <i>Year of study</i>	A2 2 nd year	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	
Semestre <i>Semester</i>	S4 4 th semester	Projet <i>Project</i>	
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	Contrôle continu <i>Continuous assessment</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	15h00
Type de cours <i>Type of course</i>	Mineure (S4) <i>Minor (4th semester)</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	07h00
Niveau <i>Level of course</i>	Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues :

- Savoir définir des types avancés (types paramétrés, pointeurs)
- Comprendre et savoir mettre en oeuvre les concepts d'encapsulation et de généricité
- Savoir spécifier, réaliser et utiliser une bibliothèque
- Savoir spécifier un programme informatique et écrire les tests unitaires associés
- Connaître et savoir implémenter des structures de données simples (piles, files)

Pré-requis :

- Informatique Numérique (S1)
- Informatique aux Systèmes Embarqués (S1)

Contenu :

Trois grands thèmes sont abordés lors de ce module :

1. Conception

Il s'agit ici de présenter les différentes notions de base du génie logiciel. Ainsi, la décomposition hiérarchique, la modularité ainsi que la notion d'API sont présentées.

2. Implémentation

Une première partie est dédiée à l'approfondissement des langages C & ADA utilisés en première année. Lors de la deuxième partie deux points sont particulièrement approfondis : la conception de structure de données et les algorithmiques associés

3. Spécifications et preuves

Parallèlement aux deux précédents thèmes, l'étudiant apprend à spécifier et à tester chaque réalisation informatique simple qu'il a à effectuer lors des TD.

Bibliographie :

Aucune

Expected competencies:

- Define advanced types (parameterized types, pointers)
- Understand and implement the concepts of encapsulation and genericity
- Be able to specify, create and use a library
- Be able to specify a computer program and write the associated unit tests

- Know and know how to implement simple data structures (stacks, queues)
- Know how to implement advanced data structures (trees, graphs)

Prerequisites: Digital Information (S1), Introduction to Embedded Systems (S1)

Content:

Three main themes are discussed in this module:

1. Design:

Introduction of basic concepts of software engineering. Thus, the hierarchical decomposition, modularity and the concept of APIs are presented.

2. Implementation:

The first part is dedicated to improving the learning of the ADA & C languages. In the second part, two points are particularly thorough: the design of data structures and algorithmic concepts.

3. Specifications and proofs:

Along with the two previous themes, the student learns to specify and prove every single computer realization that he has to perform during Tutorials and laboratory sessions.

Recommended reading: None

Conception de Bases de Données
Database Design

Code ECUE *Course code:* **CBD**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-3c (3 ECTS)

Département <i>Department</i>	IA	Cours <i>Lectures</i>	03h45
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	L. Bellatreche	T.D. <i>Tutorials</i>	03h45
Période <i>Year of study</i>	A2 2 nd year	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	
Semestre <i>Semester</i>	S4 4 th semester	Projet <i>Project</i>	
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	1 écrit <i>1 written exam</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	07h30
Type de cours <i>Type of course</i>	Mineure (S4) <i>Minor (4th semester)</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	04h00
Niveau <i>Level of course</i>	Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues :

- Savoir générer à partir d'un cahier des charges une base de données opérationnelle
- Savoir optimiser logiquement et physiquement une base de données
- Savoir choisir un format de représentation des données pour leur analyse

Pré-requis :

- Informatique Numérique (S1)
- Utilisation et Exploitation des Données (S2)

Contenu :

Dans ce cours, un panorama du monde des bases de données est donné aux élèves :

- Modèle entité-associations
- Optimisation des modèles entité-association (normalisation)
- OLAP : Besoins décisionnels, le schéma en étoile, le schéma en flocon de neige, cube de données, hiérarchies

Bibliographie :

- Serge Abiteboul, Richard Hull : Foundation of Databases, Eyrolles
- Ramez Elmasri, Shamkant B. Navathe, Fundamentals of Database Systems, Pearson
- Hector Garcia-Molina, Jeffrey D. Ullman, Jennifer Widom: Database Systems: The Complete Book

Expected competencies:

- Generate an operational database from specifications
- Logically and physically optimize a database
- Know how to choose a data representation format for data analysis

Prerequisites: Digital Information (S1), Introduction to Data Science (S2)

Content:

In this course, students are given an overview of the world of databases:

- Entity Association Model.
- Optimization of Entity Association Models
- OLAP: Analytical requirements, Star schema, Snowflake schema, Data cube.

Recommended reading:

- Serge Abiteboul, Richard Hull : Foundation of Databases, Eyrolles
- Ramez Elmasri, Shamkant B. Navathe, Fundamentals of Database Systems, Pearson
- Hector Garcia-Molina, Jeffrey D. Ullman, Jennifer Widom: Database Systems: The Complete Book

Programmation Embarquée
Programming embedded systems

Code ECUE *Course code:* **PEM**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-3c (3 ECTS)

Département <i>Department</i>	IA	Cours <i>Lectures</i>	03h45
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	E. Grolleau	T.D. <i>Tutorials</i>	03h45
Période <i>Year of study</i>	A2 2 nd year	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	
Semestre <i>Semester</i>	S4 4 th semester	Projet <i>Project</i>	
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	1 écrit <i>1 written exam</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	07h30
Type de cours <i>Type of course</i>	Mineure (S4) <i>Minor (4th semester)</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	04h00
Niveau <i>Level of course</i>	Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues :

- Détecter les problèmes potentiels lors du ciblage des programmes embarqués sur différentes architectures matérielles, nécessite les connaissances de :
 - Connaître les spécificités des processeurs multicoeurs et pluricoeurs
 - Grandes familles de calculateurs et leurs différences (32 vs 64 bits, utilisation de la pile d'appel, FPU, architectures vectorielles) ;
 - L'impact de l'architecture sur la représentation mémoire (tailles de représentation entiers, alignement sur les mots mémoire, etc.)
 - L'impact des optimisations locales sur la durée d'exécution (mémoires caches, RAM, pipeline, prefetch, etc.)

Pré-requis :

- Informatique Numérique (S1)
- Informatique aux Systèmes Embarqués (S1)
- Ingénierie des Systèmes critiques (S3)

Contenu :

- Architectures matérielles
 - Le goulot d'étranglement de la mémoire des architectures Harvard/von Neumann à nos jours (banques SDRAM) et mémoires cache
 - Le partitionnement mémoire par mémoire virtuelle
 - Structure interne d'un processeur
- Architectures parallèles
 - Hyper-threading
 - Multicoeur
 - Architecture MPSoC hétérogènes
 - Pluricoeur
- Architectures logicielles
 - RTOS vs GPOS

Bibliographie :

- E. Grolleau, J. Hugues, Y. Ouhammou, H. Bauer, « Introduction aux systèmes embarqués temps réel, Conception et mise en œuvre », Dunod, 2018
- F. Cottet, E. Grolleau, S. Gérard, J. Hugues, Y. Ouhammou, S. Tucci-Piergiovanni, « Systèmes temps réel embarqués - 2e édition, Spécification, conception, implémentation et validation temporelle », Dunod, 2014

Expected competencies:

- Detect problems when porting a program on an embedded target
 - Knowledge of the specific features of multicore and multi-core processors.
 - Major computer families and their differences (32 vs. 64 bits, use of call stack, FPU, vector architectures) ;
 - The impact of architecture on memory representation (integer representation sizes, alignment on memory words, etc.).
 - The impact of local optimizations on runtime (caches, RAM, pipeline, prefetch, etc.).

Prerequisites: Digital Information (S1), Introduction to Embedded Systems (S1), Model-based system engineering for critical systems (S3)

Content:

- Hardware architectures
- Parallel architectures (Hyper-threading, multicore, heterogeneous MPSoCs, manycore)
- Software architectures: RTOS vs GPOS

Recommended reading:

- E. Grolleau, J. Hugues, Y. Ouhammou, H. Bauer, « Introduction aux systèmes embarqués temps réel, Conception et mise en œuvre », Dunod, 2018
- F. Cottet, E. Grolleau, S. Gérard, J. Hugues, Y. Ouhammou, S. Tucci-Piergiovanni, « Systèmes temps réel embarqués - 2e édition, Spécification, conception, implémentation et validation temporelle », Dunod, 2014

Anglais
Fourth-Semester English, course modules

Code ECUE *Course code:* ANG

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-4 (7 ECTS)

Département <i>Department</i>	: FGH	Cours <i>Lectures</i>	:
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: M. Elliott, A. Glad, R. Marshall-Courtois	T.D. <i>Tutorials</i>	: 25h00
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année / 2 nd year	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	:
Semestre <i>Semester</i>	: 4 ^e semestre / 4 th semester	Projet <i>Project</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Contrôle continu / Continuous assessment	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Anglais / English	Horaire global <i>Total hours</i>	: 25h00
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire / Compulsory	Travail personnel <i>Homework</i>	: 12h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues :

❖ Niveau Pré-Intermédiaire ou Intermédiaire : Space, Science Fiction and Societies

Etre capable de/d' :

- identifier, expliquer et évaluer les différents facteurs qui ont contribué à l'évolution de la science, de la science-fiction et de la technologie dans l'histoire de l'humanité ;
- décrire et discuter du sujet de la diversité dans le domaine scientifique ;
- utiliser des outils et des logiciels pour créer une variété d'images et de diapositives de présentation contenant des termes et expressions anglais précis et appropriés ;
- examiner et analyser les ressources en anglais sur les technologies actuelles de propulsion et d'exploration spatiales et les comparer, à l'écrit et à l'oral en anglais, en aux nouvelles avancées technologiques prévues/annoncées ;
- utiliser l'anglais pour décrire, négocier et discuter d'idées dans des discussions en petits groupes ;
- planifier, structurer et exécuter des travaux écrits et oraux de groupe ;
- utiliser un discours fluide et cohérent pour exprimer des idées en anglais.

❖ Niveau Intermédiaire : Engineering English (anglais de spécialité).

- Comprendre et s'exprimer sur des sujets relatifs aux domaines de spécialités scientifiques et techniques de l'ingénieur ENSMA.
- Amener l'élève vers une autonomie dans la rédaction et la compréhension de documents de spécialité en toute connaissance des us et coutumes du genre en langue anglaise.

❖ Niveau Avancé : Business Ethics & Sustainability

- Comprendre et s'exprimer à l'orale et à l'écrit pour évoquer son point de vu.
- Travailler en équipe pour enrichir des échanges et arriver à un accord commun

Pré-requis :

❖ Niveau Pré-Intermédiaire ou Intermédiaire : Space, Science Fiction and Societies

- Avoir un niveau B1 du Cadre Européen de Référence pour les Langues
- Ce cours s'adresse aux élèves ingénieurs ayant suivi le cours TOEIC Intensive au semestre 3 et à ceux dont les compétences en début de semestre n'atteignent pas le niveau B2.

❖ Niveau Intermédiaire : Engineering English

- Avoir un minimum de niveau B2 du CECR
- Avoir obtenu un score supérieur à 785 points au test TOEIC

❖ Niveau Avancé : Business Ethics & Sustainability

- Avoir un niveau B2-C2 du CECR
- Avoir obtenu un score supérieur à 785 points au test TOEIC.
- Ce cours s'adresse normalement aux élèves ingénieurs ayant suivi le cours Space, Science Fiction & Societies au semestre 3.

Contenu :

- ❖ Niveau Pré-Intermédiaire ou Intermédiaire : Space, Science Fiction and Societies
 - Accent mis sur le vocabulaire scientifique et technique ainsi que du vocabulaire de discussion/expression générale avancé
 - Discussions sur les thèmes du progrès scientifique et les visions du monde en science-fiction comparées au monde actuel, les événements historiques et actuels, les mouvements sociaux, etc.
 - Les étudiants seront évalués de plusieurs manières : examen écrit, projet oral en équipe, & activités d'expression écrite et orale le long du semestre
- ❖ Niveau Intermédiaire : Engineering English
 - Lexique scientifique et technique essentiel de l'ingénieur ENSMA, et pratique des bases de données spécialisées pour une indépendance sur des sujets pointus.
 - Etude de catastrophes industrielles dans les domaines de la mécanique, des transports et de l'énergie, pour insister sur le fonctionnement des systèmes et le rôle de l'ingénieur, de l'organisation des projets, de leur management et des facteurs humains dans la réussite ou l'échec d'un projet.
 - Etude de technologies soutenables appliquées récemment aux systèmes de transport.
 - Rédaction scientifique, en particulier de rapports (conformité au genre en langue anglaise), sur la base de rapports rédigés par des francophones.
- ❖ Niveau Avancé : Business Ethics & Sustainability
 - Le cours est divisé en deux parties: l'éthique professionnelle et développement durable
 - Les études de cas visent à analyser avec objectivité une situation délicate dans le monde de l'entreprise. Cette analyse doit aboutir à trouver la solution la plus adéquate/éthique.
 - Le développement durable est abordé par des échanges/débats et présentations par équipes des solutions individuelles qui sont possibles à mettre en place pour répondre au réchauffement climatique.

Bibliographie :

- ❖ Space, Science Fiction & Societies :
 - D. Douglas, Citizen Engineer: a Handbook for Socially Responsible Engineering, Prentice Hall, 2010
 - ❖ Engineering English
 - H. Petrovski, To Engineer is Human, Vintage Books, 1992
 - H. Petrovski, To Forgive Design: Understanding Failure, Belknap Press, 2014
 - R.H. Barnard, D.R. Philpott, Aircraft Flight, 3rd edition, Prentice Hall, 2009
 - E-Mobility Engineering (periodical), High Power Media Ltd
 - R. Weissberg, S. Buker, Writing up Research, Prentice Hall, 1990
 - T.M. Young, Technical Writing A-Z: a Commonsense Guide to Engineering Reports and Theses, ASME Press, 2004
-

Expected competencies:

- ❖ Pre-Intermediate or Intermediate Level: Space, Science Fiction and Societies
- ❖ To be able to:
 - *identify, explain and assess different factors that have contributed to the evolution of science, science fiction and technology in human history;*
 - *describe and discuss, in English, the subject of diversity in the field of science;*
 - *use design tools and software to create a variety of images and presentation slides containing accurate, appropriate English terms and expressions;*
 - *examine and analyze English-language resources on current technologies for space propulsion and exploration and compare them, in spoken and written English, to future technological advances;*
 - *use English to describe, negotiate and discuss ideas in small group discussions;*
 - *plan, structure and execute group written and oral assignments;*
 - *use fluid, coherent speech to express ideas in English.*
- ❖ Intermediate Level: Engineering English
 - To be able to express oneself on and understand subjects relative to the technical and scientific specialties and concerns of an Ensma engineer.
 - To be able to write technical reports to become independent self-sufficient junior engineers, as concerns engineering English.

- ❖ **Advanced Level: Business Ethics & Sustainability**
 - To be able to express ideas eloquently when speaking or writing about the ethical and environmental issues evoked.

Prerequisites:

- ❖ **Pre-Intermediate Level: Space, Science Fiction and Societies**
 - Minimum of B1 level (as defined in the European Reference Framework for Language Levels)
 - This course is normally accessible to students who have followed the TOEIC Intensive class during semester 3 and to students whose competencies in English are below the requirements of a B2 level.
- ❖ **Intermediate Level: Engineering English**
 - B2 level (as defined in the CERFL)
 - Students should have obtained a score of at least 785 points at the TOEIC Listening and Reading test before the beginning of the semester.
- ❖ **Advanced Level: Business Ethics & Sustainability**
 - B2 – C2 level (as defined in the CERFL)
 - Students who obtained a score of at least 785 points at the TOEIC Listening and Reading test.
 - This course is normally accessible to students who have followed the Space, Science Fiction & Societies class during semester 3.

Content:

- ❖ **Space, Science Fiction and Societies**
 - Accent on scientific and technical vocabulary as well as advanced discussion and expression vocab
 - Discussions on themes related to scientific progress, visions of the world seen in science fiction compared to the real world, historic and current events, social movements, etc.
 - Students will be evaluated in several ways: a written exam, an team oral project, and written and oral expression activities throughout the semester
- ❖ **Engineering English**
 - Review of essential notions and functions of engineering language for the ENSMA engineer. Practice of specialized databases to overcome lexical hurdles safely during the first experiences of work with foreign counterparts in engineering firms or laboratories.
 - Group study of engineering disasters (or of mere general science topics), relative to mechanical engineering and transportation/energy systems. Discussing the role of engineers, of project management and organization, of human factors in the success of failure of engineering endeavors.
 - Engineering writing (genre, corpus-based analysis), based on contrasting francophone reports and English language genre conventions prior to writing up reports on real life studies.
- ❖ **Business Ethics & Sustainability**
 - This course is divided into two interrelated parts.
 - The first, business ethics, gives students the tools needed to fully analyse an issue of ethical concern. By following steps using concrete case studies, students work in groups to look at an issue from multiple perspectives in order to fully understand the solutions available and the consequences each solution has on those involved directly and indirectly. The group then must reach a consensus, choosing the solution they feel they could adopt to deal with an issue.
 - The second part deals with the role each of us has in fighting against climate change by looking at individual actions and discussing their impact.

Recommended reading:

- ❖ **Space, Science Fiction & Societies :**
 - D. Douglas, Citizen Engineer: a Handbook for Socially Responsible Engineering, Prentice Hall, 2010
- ❖ **Engineering English**
 - H. Petrovski, To Engineer is Human, Vintage Books, 1992
 - H. Petrovski, To Forgive Design: Understanding Failure, Belknap Press, 2014
 - R.H. Barnard, D.R. Philpott, Aircraft Flight, 3rd edition, Prentice Hall, 2009
 - E-Mobility Engineering (periodical), High Power Media Ltd
 - R. Weissberg, S. Buker, Writing up Research, Prentice Hall, 1990
 - T.M. Young, Technical Writing A-Z: a Commonsense Guide to Engineering Reports and Theses, ASME Press, 2004

Conduite de projet <i>Projet Management</i>	
Code ECUE <i>Course code: COP</i>	UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-4 (7 ECTS)
Département <i>Department</i> : FGH	Cours Lectures : 10h00
Coordonnateurs <i>Lecturers</i> : S. Rémy (Intervenant extérieur <i>Guest speaker</i>)	T.D. Tutorials :
Période <i>Year of study</i> : 2 ^{ème} année <i>2nd year</i>	T.P. Laboratory sessions :
Semestre <i>Semester</i> : Semestre 4 <i>4th semester</i>	Projet Project :
Evaluation <i>Assessment method(s)</i> : 1 examen écrit <i>1 written exam</i>	Non encadré Unsupervised :
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i> : Français <i>French</i>	Horaire global Total hours : 10h00
Type de cours <i>Type of course</i> : Obligatoire <i>Compulsory</i>	Travail personnel Homework : 04h00
Niveau <i>Level of course</i> : Second cycle universitaire <i>Graduate</i>	

Compétences attendues :

Compréhension des organisations projets et de leur environnement dans les entreprises.

Acquérir les bases, les pratiques et outils clés.

Capacité à s'intégrer dans une équipe projet et à diriger une équipe projet

Pré-requis : Connaissances de base du fonctionnement d'une entreprise (stage en entreprise, cours de connaissance de l'entreprise).

Contenu :

Histoire des organisations projets.

Présentation des différentes organisations, avantages, inconvénients.

Contraintes, enjeux, intérêts, leviers, limites des organisations projets.

Fondamentaux des meilleures pratiques, vocables et outils associés.

Management des équipes, des coûts, des plannings ainsi que des risques projets.

Cas concrets d'expériences sur projets industriels (Air Liquide, FAL350, AH)

Bibliographie :

PMI Body of Knowledge, Edition 5, Global standard, USA

Space Projects Management, European Space standardisation ECSS, ECSS-M-30B

Expected competencies: Understanding project organizations and their environment in companies.

Understanding key project management practices and tools.

Being able to be part of a project team and to lead both a project and a project team.

Case study of major energy and air transport systems projects (Air Liquide, FAL350, AH)

Prerequisites: Basic knowledge of the operation of a business (e.g., through a manufacturing internship or an introduction to corporate organizations).

Content:

History of project organizations.

Presentation of different organizations: advantages, disadvantages.

Constraints, issues, interests, leverage opportunities, project organization limitations.

Best practices (fundamentals), project management terms and associated tools.

Team, costs, schedule and project risk management

Recommended reading:

PMI Body of Knowledge, Edition 5, Global standard, USA

Space Projects Management, European Space standardisation ECSS, ECSS-M-30B

Cours Electifs Sciences Humaines Economiques et Sociales (SHES)*Elective course Human, Economic and Social Sciences (HESS)***Code ECUE** *Course code: SHE***UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-4 (7 ECTS)**

Département <i>Department</i>	: FGH	Cours Lectures	: 12h30
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: Intervenants extérieurs <i>Guest speakers</i>	T.D. Tutorials	:
Période <i>Year of study</i>	: 1 ^{ère} année, 2 ^{ème} année <i>1st year, 2nd year</i>	T.P. Laboratory sessions	:
Semestre <i>Semester</i>	: Semestres 2 et 4 <i>2nd and 4th semesters</i>	Projet <i>Project</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: 1 examen écrit <i>1 written exam</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 12h30
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire/Electif <i>Compulsory/Elective</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 06h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Premier et Second cycle universitaire <i>Undergraduate/Graduate</i>		

Compétences attendues : Développer des compétences transversales (softskills) par rapport aux compétences dans les matières scientifiques et techniques.

Pré-requis : Aucun

Contenu :

Les étudiants ont le choix parmi l'un des cours suivants :

- Création d'entreprise
- Histoire des sciences
- Histoire de l'espace
- La recherche dans l'industrie
- Prise de parole en public
- Gestion de conflits

Les fiches de ces cours sont disponibles en annexe à ce syllabus.

Bibliographie : Spécifique aux cours électifs

Expected competencies: To develop cross-disciplinary skills additional to skills in scientific and technical subjects.

Prerequisites: None

Content:

The students have to choose between one of these courses:

- Business creation
- History of science
- History of space
- Research in Industry
- Public speaking
- Managing conflicts

Course descriptions are appended to this syllabus.

Recommended reading: Specific to elective courses

Education physique et sportive

Sport

Code ECUE *Course code:* **EPS**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-4 (7 ECTS)

Département <i>Department</i>	: FGH	Sessions :
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: F. Bourdon	1 ^{er} semestre <i>1st semester</i> : 17h30
Période <i>Year of study</i>	: 1 ^{ère} à 3 ^{ème} année <i>1st to 3rd year</i>	2 ^{ème} semestre <i>2nd semester</i> : 15h00
Semestre <i>Semester</i>	: Du 1 ^{er} semestre au 5 ^{ème} semestre <i>From 1st semester to 5th semester</i>	3 ^{ème} semestre <i>3rd semester</i> : 15h00
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Contrôle continu <i>Continuous assessment</i>	4 ^{ème} semestre <i>4th semester</i> : 11h15
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	5 ^{ème} semestre (période a) <i>5th semester (period a)</i> : 12h30
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire <i>Compulsory</i>	5 ^{ème} semestre (période b – facultatif) <i>5th semester (period b – optional)</i> : 10h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Premier et Second cycle universitaire <i>Undergraduate/Graduate</i>	

Compétences attendues :

- S'engager avec lucidité et pertinence. Ressources mobilisées : règles de sécurité, stratégies, logiques d'action, connaissance des matériels.
- S'impliquer régulièrement et mobiliser ses ressources en adaptant sa gestuelle, habiletés et coordination, déplacements, prise d'informations, investissement énergétique et informationnel.

Contenu :

Les activités physiques et sportives ont toujours fait partie du programme de l'école. Une demi-journée par semaine est réservée à leur pratique. Ainsi sont regroupés au même moment les élèves des trois promotions désirant participer à la même activité.

La priorité consiste dans un premier temps à redonner le goût de l'effort physique et de la compétition à des étudiants qui ont pour la plupart arrêté toute activité pendant deux années entières.

Les qualités développées par l'implication des étudiants dans ces pratiques contribuent à l'amélioration des conditions d'entrée dans la vie active.

Les enseignants, au nombre de deux, organisent la vie physique, mais aussi animent et gèrent les différentes associations sportives et culturelles (FFSU...).

Le jeudi après-midi permet de participer aux compétitions dans tous les sports.

De plus, l'ENSMA participe annuellement au Championnats d'académies et au tournoi inter-écoles aéronautiques européennes (European Aeronautical student Games).

1 choix par an parmi les sports suivants : Volley-ball, Football, Handball, Rugby, Basket-ball, Musculation, Badminton, Golf, Course d'orientation et Natation.

Expected competencies:

- Engage with lucidity and appropriately. Resources mobilized: safety rules, strategies, logic of action, knowledge of the equipment.
- Regularly get involved and mobilize resources by adapting movements, skills and coordination, information gathering, energy and information investment.

Content:

Sports activities have been included in the academic curriculum since the foundation of ENSMA. For each student, 1 half-day is devoted weekly to the practice of sport. Activities are designed to involve 1st year, 2nd year and 3rd year students together for the practice of the sports they have selected.

The main objective is to have students rediscover the pleasure of competition, most of them having stopped physical activity for 2 years, prior to their admission to ENSMA.

The qualities developed by the implication of students in these activities contribute to the improvement of their start in professional life.

Two teachers supervise and coach students. They also have an active role in the management of sports clubs and cultural activities (FFSU, i.e. college sports league).

Each Thursday afternoon, ENSMA teams take part in university competitions.

Moreover, ENSMA students participate yearly in major championships such as the Academies Championships and the traditional inter-schools tournaments of European graduate schools in aeronautical engineering (European Aeronautics student Games).

1 choice per year among the following sports: Volley-ball, Football, Handball, Rugby, Basket-ball, Bodybuilding, Badminton, Golf, Orienteering course and Swimming.

Management
Management

Code ECUE *Course code:* **MAN**

UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-4 (7 ECTS)

Département <i>Department</i>	: FGH	Cours Lectures	: 12h30
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: S. Binoist (Intervenant extérieur <i>Guest speaker</i>)	T.D. Tutorials	:
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année <i>2nd year</i>	T.P. Laboratory sessions	:
Semestre <i>Semester</i>	: Semestre 4 <i>4th semester</i>	Projet <i>Project</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Contrôle continu <i>Continuous assessment</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	: 12h30
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire <i>Compulsory</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	: 05h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues : Avoir conscience de l'importance de la dimension relationnelle et humaine dans l'atteinte des objectifs techniques de demain. Comprendre les enjeux de la communication interpersonnelle et surtout de celle à destination de collaborateurs potentiels. Maîtriser des principes de base dans les relations quotidiennes à gérer dans l'entreprise qu'il s'agisse d'échanges entre « N » et N-1, ou de N à N+1.

Pré-requis : Aucun

Contenu :

- Organisation de l'entreprise : Mintzberg, OST, Aoki (firme A, firme J), les différentes structures – simple, hiérarchique, fonctionnelle, divisionnelle, matricielle- Chandler –lien stratégie /structure- et Woodward – dépendance de la structure en fonction des process de production).
- Leadership : définition, Blake et Mouton, Likaert, Tannenbaum et Schmidt, Isaac Getz –manager bienveillant et entreprise libérée.
- Motivation : Maslow, Herzberg, Mac Gregor, Adams, Vroom, Locke, autodétermination de Deci et Ryan.
- Innovation : lien entre le marketing et la production en intégrant la façon d'innover d'un point de vue marketing.

Les exercices pratiques servent à appliquer les connaissances acquises à des cas réels. Ils servent également de recentrage et permettent d'éclaircir les points restés obscurs ou encore mal maîtrisés.

Bibliographie : Aucune

Expected competencies: To be aware of the importance of the interpersonal and human factor dimensions for reaching objectives. To understand the challenges of interpersonal communication, and especially toward potential collaborators. To control the fundamental concepts in everyday relations that will have to be managed in the company; either for exchanges between “N” and “N-1” (subordinate), or “N” to “N+1” (superior).

Prerequisites: None

Content:

- Company organization: Mintzberg, scientific management, Aoki (A-firm, J-firm), organization structures – simple, line, functional line, divisional line, matrix organizations- Chandler – strategy vs organizational structure - Woodward – subordination of the organization structure to production processes
- Leadership: definition, Blake et Mouton, Likaert, Tannenbaum et Schmidt, Isaac Getz – benevolent management, F-form company.
- Motivation: Maslow, Herzberg, Mac Gregor, Adams, Vroom, Locke, Deci et Ryan self-determination theory.
- Innovation: ties between marketing and production, factoring in innovation practices based on a marketing-type approach

Recommended reading: None

Langue Vivante II
Second foreign language

Code ECUE *Course code: LV2*

UE (ECTS supplémentaires LV2) : UE4-4 (1 ECTS)

Département <i>Department</i>	: FGH	T.D. Tutorials	Semestre 1 : 18h00
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: M. Elliott, A. Glad, Intervenants extérieurs <i>Guest speakers</i>		Semestre 2 : 22h00
Période <i>Year of study</i>	: 1 ^{ère} à 3 ^{ème} année <i>1st to 3rd year</i>		Semestre 3 : 20h00
Semestre <i>Semester</i>	: Du 1 ^{er} semestre au 5 ^{ème} semestre <i>From 1st semester to 5th semester</i>		Semestre 4 : 16h00
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Contrôle continu <i>Continuous assessment</i>	Travail personnel	Semestre 5 : 30h00
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Variés <i>Various</i>	<i>Homework</i>	Semestre 1 : 09h00
Type de cours <i>Type of course</i>	: Facultatif <i>Optional</i>		Semestre 2 : 11h00
Niveau <i>Level of course</i>	: Premier et Second cycle universitaire <i>Undergraduate/Graduate</i>		Semestre 3 : 10h00
			Semestre 4 : 08h00
			Semestre 5 : 15h00

Compétences attendues : Découvrir ou se spécialiser dans une deuxième langue vivante.

Pré-requis : Niveau/connaissances minimums requis sont déterminés par l'intervenant du groupe/niveau

Contenu : Les étudiants ont le choix entre les langues suivantes :

Allemand, chinois, espagnol, français-langue-étrangère (étudiants internationaux : dispense éventuelle du cours de FLE décidée uniquement par le professeur après test de positionnement, possibilité de prendre un LV2 pour remplacer le FLE), italien, japonais, russe, soutien TOEIC (pour les étudiants de deuxième et troisième année n'ayant pas encore obtenu le score minimum requis pour obtenir leur diplôme).

Les enseignements varient chaque année en fonction des demandes. Les élèves sont répartis en groupes de niveau. L'objectif est d'être capable de s'exprimer dans la vie courante, à partir de situations de la vie courante et de sujets d'actualité.

Bibliographie : Aucune

Expected competencies: Reaching threshold level in a second foreign language or advancing to levels B1 to C1.

Prerequisites: Prior language level requirements determined by the instructor of the language course/level

Content: The students can choose from the list of the following languages:

German, Chinese, Spanish, French as a Foreign Language (International students : possible exemption from the FLE course decided only by the teacher after a placement test, possibility to take a second language to replace French as a foreign language), Italian, Japanese, Russian, TOEIC remedial courses (for 2nd and 3rd year students having not yet obtained the minimum score required for graduation)

Choice of classes taught may change each year, depending on demand. Students are streamed into groups, based on their skills. The aim is to develop language skills with emphasis on daily life and current issues.

Recommended reading: None

Anglais soutien <i>English Tutoring</i>	
Code ECUE <i>Course code:</i> SOU	UE (ECTS supplémentaires SOU) : UE4-4 (0 ECTS)
Département <i>Department</i>	: FGH
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	: M. Elliott, A. Glad : 2e année / 2nd year
Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année, 3 ^{ème} année
Semestre <i>Semester</i>	: semestres 3, 4, 5 3 rd , 4 th and 5 th semesters
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Contrôle continu / Continuous assessment
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Anglais / English
Type de cours	: Obligatoire pour les étudiants en difficulté / <i>compulsory for students in difficulty</i>
Niveau	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>
	Cours <i>Lectures</i> : T.D. <i>Tutorials</i> : 32h00 T.P. <i>Laboratory sessions</i> : Projet <i>Project</i> : Non encadré <i>Unsupervised</i> : Horaire global <i>Total hours</i> : 32h00. Travail personnel <i>Homework</i> :

Compétences attendues :

- Amener l'élève vers la certification B2 au test Toiec LR et ses compétences associées

Contenu :

- Entraînement aux stratégies à mettre en œuvre pour améliorer son score, tutorat individualisé

Bibliographie :

ETS Toeic LR series, volume 1-10. Editeur : 国際ビジネスコミュニケーション協会

Expected competencies:

- compétences listées par le CECR pour le niveau B2

Content:

- Practice of strategies for boosting the students' Toeic LR score and obtaining a B2 certification

Recommended reading:

ETS Toeic LR series, volume 1-10. Publisher : 国際ビジネスコミュニケーション協会

Culture professionnelle et citoyenne*Professional and civic culture***Code ECUE** *Course code:* **CPC****UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE4-5 (1 ECTS)**

Période <i>Year of study</i>	: 2 ^{ème} année <i>2nd year</i>	Cours <i>Lectures</i>	:
Semestre <i>Semester</i>	: 4 ^{ème} semestre <i>4th semester</i>	T.D. <i>Tutorials</i>	:
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	: Assiduité <i>Attendance</i>	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	:
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	: Français/Anglais <i>French/English</i>	Projet <i>Project</i>	:
Type de cours <i>Type of course</i>	: Obligatoire <i>Compulsory</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	:
Niveau <i>Level of course</i>	: Second cycle universitaire <i>Graduate</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	:
		Travail personnel <i>Homework</i>	: 20h00

Compétences attendues : Développer des connaissances et compétences complémentaires extrascolaires, via la participation à des activités dans le cadre de la vie de l'école, de la vie professionnelle et citoyenne.

Pré-requis : Aucun

Contenu :

Exemples d'activités pour le quatrième semestre :

- Participation dans une instance de l'établissement ou élection en tant que délégué/e élève
- 4 conférences
- Réunion semaine de mobilité
- Atelier 2 tonnes
- 2 rencontres métiers avec Alumni
- Présentation des masters et recherche
- Réunion d'information sur le stage d'immersion
- Visite du parrain/de la parraine de promo
- MOOC cybersécurité

Bibliographie : Aucune

Expected competencies: To develop knowledge and additional extracurricular skills, through participation to school, professional and civic activities.

Prerequisites: None

Content:

Examples of activities in the fourth semester:

- Participation in a school instance or election as a student delegate
- 4 conferences
- Mobility week meeting
- 2-tons workshop
- 2 "jobs" meetings with alumnis
- Masters and research presentations
- Junior engineer internship information meeting
- Visit of the promotion's sponsor
- MOOC cybersecurity

Recommended reading: None

