



**PROGRAMME  
DES COURS  
2025-2026**





## CINQ ANS POUR ACQUÉRIR LE SAVOIR-FAIRE ET LE SAVOIR-ÊTRE DE L'INGÉNIEUR DE DEMAIN

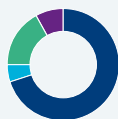
À l'ESTACA, la passion des étudiants devient métier grâce à une formation pensée avec les industriels pour répondre aux défis de la mobilité de demain. Le cursus associe cours théoriques, travaux pratiques et projets en équipe, encadrés par des ingénieurs ou enseignants-chercheurs, afin de développer curiosité, créativité et capacité d'adaptation. Dispensés en grande partie par des professionnels en activité, les cours sont constamment actualisés. Chaque étudiant effectue au moins un an de stage, acquérant compétences techniques et savoir-être, essentiels pour réussir sa carrière d'ingénieur.

### PROJETS ÉTUDIANTS

**La pédagogie par projet est au cœur de la formation** : chaque année, les étudiants consacrent de 50 heures en 1<sup>re</sup> année, à 250 heures, en 5<sup>e</sup> année, aux projets en groupe. Les sujets sont proposés par des industriels partenaires, des laboratoires de l'École ou même des associations techniques. Les études de cas sont réalisées en binômes ou en groupes plus importants, en fonction des années, et sont encadrées par des enseignants. Ces mises en situation sont de plus en plus appliquées à la filière choisie et constituent une réelle préparation à l'entrée dans le monde de l'entreprise.

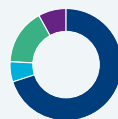
### ÉVOLUTION DU CURSUS

1<sup>re</sup> année



- Sciences pour l'ingénieur (SPIN) **70%**
- Ingénierie des mobilités (IBIS) **5%**
- Ingénierie durable et responsable (IDEAL) **17%**
- Expérience professionnelle **8%**

2<sup>e</sup> année



- Sciences pour l'ingénieur (SPIN) **70%**
- Ingénierie des mobilités (IBIS) **6%**
- Ingénierie durable et responsable (IDEAL) **16%**
- Expérience professionnelle **8%**

# 1<sup>re</sup> ANNÉE

Modules	Thèmes	ECTS
<b>SCIENCES POUR L'INGENIEUR (SPIN)</b>		<b>46</b>
Mathématiques et informatique		24
Mathématiques	Logique / Calculs dans R et dans C / Géométrie dans le plan et dans l'espace / Fonctions d'une variable / Suites / Polynômes / Algèbre linéaire / Équations et systèmes différentiels	18
Initiation à l'Algorithmique	Algorithmique et programmation / Projet en langage C	4
Outils du physicien et de l'ingénieur	Référentiels et systèmes de coordonnées / Éléments de calcul vectoriel / Analyse dimensionnelle / Introduction au calcul différentiel / Calcul d'incertitudes / Éléments de calcul intégral / Notion d'énergie	2
<b>Mécanique</b>		<b>10</b>
Mécanique du point	Référentiels et repères / Systèmes de coordonnées / Trajectoires et équations de mouvement / Mécanique du point	4
Technologie des mécanismes	Schématisation et analyse des liaisons / Technologies et fonctionnement des actionneurs / CAO (SOLIDWORKS)	4
Mécanique des Systèmes	Cinématique des systèmes / Statique	2
<b>Physique et énergétique</b>		<b>12</b>
Electricité	Les lois élémentaires / Notation complexe / Méthodes d'analyse des circuits	5
Thermodynamique	Etudes des gaz parfaits / Premier et deuxième principes	2
Physique des ondes	Phénomènes de propagation et de superposition / Equations de Maxwell	2
Thermochimie	Introduction à la chimie organique / Mécanismes de réaction (aspects électroniques, énergétiques et cinétiques) / Alcanes, alcènes, alcynes et hydrocarbures aromatiques / Groupes fonctionnels et principales réactions associées	1
Mécanique des Fluides	Statique et cinématique des fluides / Lois fondamentales de la dynamique des fluides / Équation de continuité et équation de Bernoulli / Viscosité et écoulements laminaires et turbulents / Notions de pertes de charge et conduites / Introduction aux similitudes et nombres sans dimension (Reynolds, Froude, Mach, etc.)	2
<b>INGÉNIERIE DES MOBILITÉS (IBIS)</b>		<b>1</b>
Initiation filières Spatial, Aéronautique, Automobile, Ferroviaire et Naval	Historique / Principaux acteurs et métiers / Marché et visions d'avenir / Spécificités techniques et réglementaires / Comparaison des différents modes de transport / Enjeux DDRS	1
<b>INGENIERIE DURABLE ET RESPONSABLE (IDEAL)</b>		<b>13</b>
Innovation durable		1
Enjeux énergétiques et Environnement	Ateliers "2 Tonnes" (travail en équipe pour comprendre les enjeux du changement climatique). Bilan carbone, bilan CO <sub>2</sub> et empreinte CO <sub>2</sub> en lien avec l'Analyse de Cycle de Vie (ACV)	1
Conférences - Les mercredis de la transition	Cycle de conférences pour un futur durable et responsable. Regards croisés d'industriels, chercheurs, étudiants et décideurs pour inventer les solutions de demain	0
<b>Humanités et transition sociétale</b>		<b>11</b>
BECOM-ING: softskills et science humaine	Rappel des règles de syntaxe (orthographe et grammaire) / Synthèse de document / Plan et structure de rapport / Lettre de motivation et CV / Techniques d'entretien / Fresque du climat / Engagement dans la vie de l'école / Initiation à la santé et sécurité au travail / Connaissance de l'entreprise	2
Anglais	Programme en fonction du niveau de langue	4
Langue vivante 2	Programme en fonction du niveau de langue (Allemand, Chinois et Espagnol)	4
Engagement dans la vie de l'école		1
<b>Expérience professionnelle</b>		<b>1</b>
Stage d'exécution en entreprise	Recherche de stage, Atelier insertion professionnelle - les basiques de la recherche de stage	1



- Sciences pour l'ingénieur (SPIN) **49%**
- Ingénierie des mobilités (IBIS) **19%**
- Ingénierie durable et responsable (IDEAL) **17%**
- Expérience professionnelle **15%**

Facultatif



- Sciences pour l'ingénieur (SPIN) **28%**
- Ingénierie des mobilités (IBIS) **34%**
- Ingénierie durable et responsable (IDEAL) **12%**
- Expérience professionnelle **26%**



- Ingénierie des mobilités (IBIS) **50%**
- Expérience professionnelle **50%**

# 2<sup>e</sup> ANNÉE

Modules	Thèmes	ECTS
<b>SCIENCES POUR L'INGENIEUR (SPIN)</b>		<b>40</b>
Mathématiques et informatique		12
Mathématiques appliquées	Fonctions de plusieurs variables / Analyse vectorielle / Séries entières et séries de Fourier / Transformées de Laplace et transformées de Fourier / Coniques / Calcul des probabilités / Variables aléatoires réelles	7
Algorithmique et programmation	Introduction à la conception et à la programmation objet / Projet en langage C++ / Excel avancé	5
<b>Mécanique</b>		<b>11</b>
Technologie des mécanismes	Chaînes de côtes Analyse spécifications CAO (SOLIDWORKS)	4
Résistance des matériaux	Traction / Compression / Torsion / Flexion / Contraintes et déformations / Lois de comportement / Analyse et dimensionnement des poutres	3
Mécanique des systèmes	Rappels de cinématique et de statique, notions de dynamique et d'énergétique, mise en équation de problèmes mécaniques. Travaux pratiques : moments d'inertie et théorème de Huyghens.	3
Matériaux	Propriétés physiques et mécaniques Différents types de matériaux Cristallographie	1
<b>Physique et énergétique</b>		<b>11</b>
Thermochimie II	Etude des caractéristiques d'une combustion Enthalpie libre Oxydoréduction Piles simples, alcalines et à combustibles	1
Mécanique des fluides	Cinématique des fluides Dynamique des fluides parfaits et visqueux Pertes de charges	3
Electromagnétisme	Champs électrostatique et magnétostatique	2
Thermodynamique II	Deuxième principe Changement d'état Application aux machines thermiques	1
Physique des Ondes	Equations de Maxwell Applications aux ondes acoustiques et aux ondes électromagnétiques dans le vide	1
Electricité appliquée	Signaux périodiques Approche fonctionnelle (amplificateurs et filtres) Réponses fréquentielles Aspects fonctionnels des convertisseurs Redresseurs, transformateurs et machines à courant continu	3
<b>Commande et systèmes</b>		<b>6</b>
Electricité appliquée	Machines à courant continu et leurs régimes de fonctionnement, introduction à l'électronique de puissance et ses applications, redressement non commandé monophasé et triphasé, stockage de l'énergie électrique par batteries : caractérisation, dimensionnement et modélisation	3
Modélisation et caractérisation des systèmes linéaires	Modélisation des systèmes (mise en équation et fonctions de transfert) Boucle élémentaire de commande Etude fréquentielle des systèmes Application sous Matlab	3
<b>INGÉNIERIE DES MOBILITÉS (IBIS)</b>		<b>4</b>
<b>Filière Aéronautique et Spatiale</b>		
Technologie aéronautique et spatiale	Fonctionnement général des aéronefs / Phénomène de sustentation / Introduction à l'aviation civile et militaire / Marché aéronautique et perspectives / Généralités sur l'accès à l'espace (lanceurs et satellites) / Projet aéronautique et spatial	4
<b>Filière Automobile</b>		
Technologie automobile	Motorisations et chaînes de traction thermique, hydraulique et électrique / Transmissions et boîtes de vitesses / Liaison au sol (train/essieu, suspension, direction, freinage, pneumatique) / Systèmes embarqués, assistance à la conduite et V2X / Sécurité automobile / Projet automobile	4
<b>Filière Ferroviaire</b>		
Technologie Ferroviaire	Architecture et dimensionnement du matériel roulant / Infrastructures / Signalisation et équipements de sécurité / Enjeux et principes du freinage / Dynamique et confort des voyageurs Traction électrique Enjeux de l'exploitation ferroviaire.	4
<b>Filière Navale</b>		
Technologie Navale	Fonctionnement d'un navire / Instrumentation et navigation / Structure et coque / Stabilité des navires / Modes de propulsion	4
	Projet bibliographique naval Visite	

Modules	Thèmes	ECTS
<b>INGENIERIE DURABLE ET RESPONSABLE (IDEAL)</b>		<b>16</b>
<b>Innovation durable</b>		<b>1</b>
Enjeux énergétiques et Environnement	Atelier OGRE (serious game sur les Ordres de Grandeur des Énergies) / Technologies de l'énergie et énergies bas carbone / Ressources, énergie, consommation et déchets / Revue des énergies fossiles, du nucléaire et des énergies renouvelables (solaire, éolien, géothermie, hydroélectricité, biomasse, eau, etc.) / Approvisionnement, stockage et chaîne de valeur	1
Conférences - Les mercredis de la transition	Cycle de conférences pour un futur durable et responsable	0
<b>Humanités et transition sociétale</b>		<b>12</b>
BECOM-ING	Connaissance de soi Communication Histoire du management Connaissance de soi / Communication / Histoire du management / Devenir ingénieur / Engagement dans la vie de l'école / Santé et sécurité au travail / Connaissance des métiers des transports	1
Engagement dans la vie de l'école		1
Initiation à l'entrepreneuriat & à la recherche	Introduction aux enjeux, métiers et méthodologies	2
Anglais	Programme en fonction du niveau de langue	4
Langue vivante 2	Programme en fonction du niveau de langue (Allemand, Chinois et Espagnol)	4
<b>Expérience professionnelle</b>		<b>3</b>
Stage en entreprise	Stage d'exécution en entreprise : évaluation en 1A au S1 / Atelier d'insertion professionnelle - soft skills et recherche de stage au S2	3



# 3<sup>e</sup> ANNÉE

Modules	Thèmes	ECTS
<b>SCIENCES POUR L'INGENIEUR (SPIN)</b>		<b>35</b>
<b>Mécanique et énergétique</b>		<b>13</b>
Dimensionnement des liaisons mécaniques	Isostatisme d'un mécanisme : analyse, détermination et incidences fonctionnelles / Théorie du contact entre solides / Dimensionnement des éléments de guidage, d'assemblage et de transmission de puissance / Introduction à la fatigue	2
Thermique	Introduction aux différents modes de transfert thermique / Conduction (équation de la chaleur, régimes stationnaire et transitoire) / Convection / Rayonnement	2
Matériaux	Approche micro-macro / Critères de choix matériaux	1
CAO, bureau d'étude	Conception, dimensionnement et maquettage (CATIA) / Modélisation 3D	3
Mécanique des Systèmes	Énergétique des systèmes / Puissances virtuelles et équations de Lagrange / Analyse vibratoire	2
Mécanique des Fluides	Dynamique des fluides / Analyse dimensionnelle et similitude / Étude de la couche limite (laminaire et turbulente)	2
TP Expérimentaux	Thermique / Dimensionnement des liaisons mécaniques / Mécanique des systèmes / Thermodynamique appliquée aux moteurs thermiques	1
<b>Commande et systèmes</b>		<b>10</b>
Modélisation et commande des systèmes	Dualité temporelle fréquentielle / Stabilité Correcteurs PID	3
Python et traitement de données		1
Génie Logiciel et Modélisation objet UML	Présentation d'UML / Diagrammes statiques et dynamiques d'UML Développement d'une application	2
Traitements numériques par microcontrôleur	Présentation d'UML / Diagrammes statiques et dynamiques d'UML / Développement d'une application	2
Machines Electriques	Electronique de puissance / Conversion électromécanique (bilan d'énergie) Structure et principe des machines électriques (synchrone et asynchrone) Applications aux moteurs électriques et convertisseurs	2
<b>Outils de l'ingénieur</b>		<b>12</b>
Traitement du signal	Analyse des signaux périodiques / Energie et puissance des signaux Conversion analogique numérique / Introduction au filtrage numérique	2
Outils numériques pour la modélisation	Systèmes linéaires / Interpolation, approximation et intégration Equations différentielles ordinaires (méthodes explicite et implicite) Equations aux dérivées partielles (différences finies)	2
Projet d'ingénierie	Introduction au management de projet / Initiation à la recherche Innovation et création d'entreprise / Projet associatif / Projet industriel	4
Écoulements turbulents	Introduction à la turbulence / Introduction à la CFD	1
Introduction à l'aérodynamique	Introduction aux phénomènes aérodynamiques	1
Statistiques Appliquées	Probabilités/ Inférence Statistique / Maîtrise Statistique des Processus / Expérimentale	2
<b>INGÉNIERIE DES MOBILITÉS (IBIS)</b>		<b>10</b>
<b>Filière Spatiale</b>		<b>10</b>
<b>Mécanique spatiale</b>		<b>2</b>
Architecture satellite	Architecture satellite Mécanique et thermique / Architecture satellite électrique Architecture informatique / Projet méthode PASO	2
Environnement spatial et projet	Outil avant-projet / Prototypage satellite IDM / Prototypage mission VTS / Droit spatial / Structure d'un projet spatial	2
Architecture lanceurs	Mission et architecture lanceurs / Phases transitoires / Technologies pyrotechniques / Trajectoires lanceurs	1
Aérodynamique spatiale	Phénomènes de rentrée atmosphérique, écoulements subsoniques à hypersoniques, forces et moments aérodynamiques, calculs d'écoulements dans les tuyères, théorie du choc	2
Ingénierie systèmes	Introduction aux systèmes complexes, ingénierie basée sur les modèles – MBSE, optimisation multidisciplinaire – MDO, application à un cas de navire à propulsion hybride	1
<b>Filière Aéronautique</b>		<b>10</b>
Regulation (in english) et Certification	Les objectifs de la réglementation technique / Rôles et fonctions du réglementateur, du certificateur et de l'opérateur / Les différents domaines de la réglementation technique	1
Architecture Aéronautique et PLM	Architecture structures et systèmes / Méthodes de conception d'un aéronef Méthode d'ingénierie systèmes	2
Aérodynamique	Rappels sur les propriétés des fluides / Forces et moments aérodynamiques / Écoulements incompressibles et compressibles en subsonique, transsonique, supersonique et hypersonique / Applications aux calculs des écoulements dans les tuyères / Théorie du choc	3
Modes de Propulsion aéronautiques	Classification des turbines à gaz aéronautiques / Application à la thermodynamique des turbines à gaz / Aérodynamique des compresseurs et turbines	1
Performances Aéronautiques	Rappel sur la mécanique du vol / Les équations du vol / Simulation de phases de vol	2
Sustainable aviation (in english)	Understand the stakes of a Safe and Sustainable Aviation / Get an overview of actual and potential future solutions / Share a green aviation philosophy	1

Modules	Thèmes	ECTS
<b>Filière Automobile</b>		
Architecture automobile	Méthode d'ingénierie systèmes / Approche fonctionnelle / Sécurité passive	1
Dynamique véhicule	Introduction à la dynamique véhicule / Modélisation de la dynamique véhicule/Dynamique longitudinale	4
Propulsion Automobile	Gestion de l'énergie totale / Moteurs thermiques / Moteurs électriques / Electrified Vehicle Introduction	3
Pneumatique	Caractéristiques et dimensionnement des pneumatiques, adhérence et comportement dynamique, interaction pneu-sol et confort de conduite, méthodes d'essai et de modélisation	1
Véhicule Intelligent et Communicant (VICom)	Architectures des réseaux de communication / Electronique des calculateur, logiciels et réseaux embarqués / Les fonctions d'aide à la conduite (ADAS)	1
<b>Filière Ferroviaire</b>		
Architecture et dimensionnement	Dimensionnement et calcul des performances d'un engin de traction ferroviaire dans le système ferroviaire (infrastructures, énergie, signalisation et matériel roulant) / Architecture basse tension du matériel roulant / Schéma de câblage / Travaux pratiques sur locomotive	6
Freinage	Principe du freinage ferroviaire / Dimensionnement des systèmes de freinage	1
Dimensionnement du matériel - projet d'acquisition	Projet innovant de conception d'un engin de traction	0
Fret et logistique	Enjeux et performances du transport de marchandise par le rail	1
Traction électrique / Nouvelles énergies / Environnement	Traction électrique / Hydrogène / Batteries / Hybridation / Transports guidés / Technologies du transport par câble	2
<b>Filière Navale</b>		
Sécurité Incendie	Introduction : navires et unités concernés, grands principes, règles prescriptives Sécurité des cargaisons	1
Hydrodynamique navale	Hydrostatique / Quantité de mouvement / Similitude / Equations de Navier Stokes	1
Ecoulements à surface libre	Equations de Saint Venant / Méthode de traitement de la surface libre / Théorie de propagation de la houle et cas pratique	1
Règlementation de la sécurité maritime	Organisation de la sécurité maritime Règlementation applicable aux navires Spécificités et cas concrets	2
Propulsion navale	Hélices, lignes propulsives, vibrations, Moteurs Diesel, turbines à gaz, propulsion vapeur, systèmes propulsifs	2
Supply chain	Fondamentaux des achats et de la supply chain / Applications / Synthèse	1
Intégration systèmes navals	Contraintes navales prises en compte dans la conception des produit et dans l'installation des produits	1
Fret fluvial et estuarien	Énergies / Modes de propulsion / Les différentes motorisations / Conception des systèmes de motorisation	1
<b>INGENIERIE DURABLE ET RESPONSABLE (IDEAL)</b>		
<b>Innovation durable</b>		
Enjeux énergétiques et Environnement	Analyse de Cycle de Vie	1
Décarbonation des filières transport	Politiques et stratégies de transition énergétique, nouvelles technologies de propulsion, carburants alternatifs, électrification et hybridation, analyse des impacts environnementaux et économiques	
Conférences - Les mercredis de la transition	Cycle de conférences pour un futur durable et responsable	0
<b>Humanités et transition sociétale</b>		
BECOM-ING	Dynamique de groupe / Engagement dans la vie de l'école Découverte de l'entreprise et visites d'entreprise Formalisation du projet professionnel et technique de recherche de stage Développement durable / Evaluation stage en entreprise de 2 <sup>e</sup> année	3
Engagement dans la vie de l'école		1
Anglais	Programme en fonction du niveau de langue	4
Langue vivante 2	Programme en fonction du niveau de langue (Allemand, Chinois et Espagnol)	4
<b>Expérience professionnelle</b>		
Stage en entreprise (optionnel)	Evalaution stage 2A (soutenance, rapport)	2

# 4<sup>e</sup> ANNÉE

Modules	Thèmes	ECTS
<b>SCIENCES POUR L'INGENIEUR (SPIN)</b>		<b>29</b>
Mécanique et énergétique		10
Méthode des éléments finis	Formulation variationnelle et maillage / Approche énergétique et discrétisation de structure / Les différentes familles d'éléments finis en calcul de structure / Calcul des matrices élémentaires, assemblage et calcul de la solution d'un problème de statique	3
Mécanique des milieux continus	Hypothèses générales de la mécanique des milieux continus / Lois de comportements élastiques, viscoélastiques et thermoélastiques / Introduction à l'endommagement, la rupture et la fatigue / Méthodes de résolution de problèmes élastiques	2
Dynamique des structures	Introduction aux phénomènes vibratoires et acoustiques / Analyse modale théorique et expérimentale / Acoustique linéaire, mode acoustique et impédance acoustique	2
Conversion et Transferts d'énergie	Bilan masse et énergie en systèmes ouverts / Conversion d'énergie thermochimique en énergie calorifique / Conversion d'énergie thermochimique en énergie mécanique / électrique	2
TP expérimentaux	Mécanique vibratoire / Analyse dynamique / Conversion d'énergie Prototypage rapide / Informatique des systèmes multitâches	1
Commande et systèmes		7
Commande en Temps réel	Commande des systèmes échantillonnés / Introduction aux systèmes séquentiels Prototypage temps réel / Concepts de base d'une architecture logicielle / Ordonnancement des tâches Synchronisation et communication inter-tâches	1
Modélisation multi-physique	Couplage de modèles mécaniques, électriques, thermiques et hydrauliques Outils de modélisation multi-physique	2
Intelligence artificielle	Bases et concepts fondamentaux du machine learning, reconnaissance de formes et méthodes probabilistes, apprentissage profond et réseaux de neurones, mise en pratique avec TensorFlow, approfondissements via articles et études de cas du blog Towards Data Science	1
Modélisation et commande d'actionneurs électriques	Modèle inverse Modélisation de commande des machines asynchrone et synchrone	2
TP expérimentaux	Prototypage rapide/ conversion d'énergie	1
Outils de l'ingénieur		12
Qualité	Introduction à la qualité / Graphique de contrôle et modèle de processus Certification et relation client	1
Systèmes hydrauliques	Conception des architectures des systèmes hydrauliques / Modélisation des pertes de charges / Dimensionnement en puissance / Introduction aux réseaux et composants	1
Supply Chain Management	Introduction à l'organisation de l'entreprise industrielle et son environnement Planification de production (concept de flux, gestion des stocks, calcul des besoins) / Introduction au lean management	1
Projet d'ingénierie	Introduction au management de projet / Initiation à la recherche / Innovation et création d'entreprise / Projet associatif /Projet industriel	8
Sureté de fonctionnement	Principes de bases de fiabilité / Méthodes et outils pour l'analyse des systèmes complexes (arbres de défaillances, AMDEC...) / Application à un projet	1
<b>INGÉNIEURIE DES MOBILITÉS (IBIS)</b>		<b>18</b>
Filière Spatiale		18
Système lanceurs	Principes généraux sur les structures lanceurs, la prise en compte de la dynamique et les interfaces entre le système et les et les ensembles propulsifs étages	2
Propulsion	Propulsion solide - Propulsions liquides stockable et cryogénique : principes généraux et aspects étages	2
Aérodynamique lanceur	Principes généraux et applications pratiques	1
Design durable	Eco-conception et "sustainable design"	2
Sous-systèmes génériques des satellites	Présentation des systèmes de stabilisation-pointage, propulsion, localisation et navigation des satellites	1
Conception de mission spatiale instrumentale	Conception de mission spatiale sur GMAT; mécanique spatiale avec résonances sur Python et Celestlab - Payload performance	2
Modélisation système	MBSE – MDO : Model-Based Systems Engineering / Multidimensional Optimization / Gestion de projet Agile	1
Guidage Navigation Contrôle (GNC) lanceurs	Introduction Pilotage simulation logiciel, Guidage et navigation, Système électrique	1
Essais et qualification spatiale	AIT/AIV/Essais, Spatialisation équipements	1
Rentrée atmosphérique	Aspects aérodynamiques, GNC désorbitation et rentrée - exemple des avions suborbitaux	1
Véhicules orbitaux	ISS - Débris spatiaux Environnement radiatif, changeant et risques véhicules associés - TUG	1
Initiation Défense	Introduction Défense et Espace - Missiles tactiques	1
Séminaire Espace du Groupe ISAE	Suivi de conférences et d'ateliers au séminaire Espace ou à d'autres cours électifs du Groupe ISAE	2

Modules	Thèmes	ECTS
<b>Filière Aéronautique</b>		<b>18</b>
Structures aéronautiques	Présentation des spécificités des avions d'affaires / Dimensionnement d'un aéronef (fuseelage, éléments de voilure, fixations et panneaux en flambage) / Introduction aux matériaux composites aéronautiques/ conférence Product life management	2
Systèmes de servitude	Génération électrique de bord / Hydraulic system (in english) / Fuel system (in english)	2
Dimensionnement et intégration d'un turboréacteur	Dimensionnement des ensembles tournants / Modélisation fonctionnelle des composants moteur / Dimensionnement de la veine d'air / Cycle de combustion Intégration moteur	3
Aérodynamique avancée	Coefficients aérodynamiques d'un profil d'aile (incompressible, compressible subsonique, supersonique et hypersonique) / Etude des corps élancés en supersonique et des écoulements hypersoniques	3
Mécanique du Vol	Les équations du vol / Les phases et domaines de vol / Simulation de phases de vol	2
Helicoptères	Généralités sur les hélicoptères / Analyse des composants constitutifs (rotor principal, rotor arrière et pales) / Matériaux composites	2
Systèmes de navigation	Comprendre les enjeux de la navigation aérienne / Analyser fonctionnellement l'Air Data System (ADS) / Comprendre l'Inertial Reference System (INS) / Appréhender les Global Navigation Satellite Systems (GNSS)	1
Engins tactiques	Concevoir une charge militaire / Déterminer le type de senseur / Calculer la stabilité, l'équilibre et les performances aérodynamiques / Déterminer la propulsion de l'engin	1
Semaine de mobilité du Groupe ISAE	Modules de cours délivrés dans une école du Groupe ISAE au choix	2
<b>Filière Automobile</b>		<b>18</b>
Dynamique véhicule	Liaisons au sol (essieux, suspension) / Systèmes de freinage / Crash Test	5
Propulsion Automobile et Prestation Groupe MotoPropulseur	Électrification et propulsion hybride / Dimensionnement des e-motors et stockage d'énergie / Planificateur de trajet / Technologies des transmissions hybrides et boîtes de vitesses / Motorisations de compétition / Impact et enjeux de l'hybridation sur les véhicules militaires / Technologies et cellules de batteries / Electrochimie H <sub>2</sub> et dimensionnement des PAC / Battery Management System	2
Technologies boîtes de vitesse et transmissions hybrides	Fonctionnement et architectures des boîtes de vitesses, technologies de transmission mécanique et automatique, intégration des transmissions hybrides, optimisation des performances et de l'efficacité énergétique	1
Prestation GMP	performances / consommation et Emissions/ Acoustique et Vibration	2
Nouvelles Energies	Introduction à l'écosystème et aux enjeux géopolitiques de l'hydrogène / Electrochimie H <sub>2</sub> et dimensionnement des PAC / Technologies et cellules de batteries (SAFT) / Battery Management System / Impact et enjeux de l'hybridation sur les véhicules militaires / Architecture de véhicule électrique / Travaux pratiques : intégration d'un véhicule électrique et optimisation d'itinéraire	3
Véhicule Intelligent et Communicant (VICom)	Réseaux embarqués et sans fils / Intégration des systèmes mécatroniques Les fonctions d'aide à la conduite avancée (ADAS)	2
Analyse Cycle de Vie (ACV)	Analyse Cycle de Vie / méthode d'évaluation des impacts environnementaux / Empreinte carbone / Recyclage automobile	1
Enjeux Environnementaux, Coûts et Innovations	Management de l'innovation / Design to Cost / Réglementation automobile / Conférences automobiles	2
<b>Filière Ferroviaire</b>		<b>18</b>
Infrastructure ferroviaire	Fondamentaux de l'infrastructure ferroviaire : Présentation générale et composants de l'infrastructure / Tracé de la voie, gabarit et LRS / Essais dynamiques et géométrie de la voie / Gestion des tunnels ferroviaires	5
Interactions véhicule voie	Freinage / Dynamique des véhicules ferroviaires / Captage et interface pantographe-caténaire / Architecture système train	5
Sécurité ferroviaire et installations de signalisation	Signalisation et sécurité - ATP / ERTMS / Postes d'aiguillages, enclenchements de sécurité / CBTC	0
Principe et technologie de l'alimentation en énergie électrique	Principe et technologie de l'alimentation en énergie électrique Installations de retour traction	1
Maitrise d'ouvrage	Etudes amont / Cahier des charges exploitant	1
Fondamentaux de l'exploitation ferroviaire	Base de la circulation ferroviaire, règles d'exploitation	0
Ingénierie système	Exploitabilité / Conception générale	1
Projet de conception de Ligne Nouvelle / Projet Réponse à Appel d'offre marché public de transport ferroviaire	Conception d'une ligne nouvelle, réponse à appel d'offre pour un marché public de transport ferroviaire	5

# 4<sup>e</sup> ANNÉE (SUITE)

Filière Navale		18
Economie du transport maritime	Maritime : transports, routes, navires et flottes, armateurs... / Ports : mutation, gigantisme, automatismes, ports européens et français, géographie portuaire	1
Nouveaux systèmes énergie et propulsion	Impact environnemental / Réduction des émissions des navires / Utilisation des énergies alternatives matures / Energies alternatives d'avenir	3
Cybersécurité	Risques et menaces / Caractérisation et traitement des risques / Architecture de la cyber défense / Notion de cyber offensive éthique / Mise en pratique	1
Bateaux complexes : de la conception à la réalisation	Déroulé d'un projet (de la commande à la livraison) / Métiers de la construction navale et spécificités / Différents types de locaux : stratégie de montage et pilotage des travaux / Etude de cas	1
Lean management	Histoire, fondamentaux et outils du Lean / Accompagnement et conduite du changement / Management visuel / Analyse des processus	1
Initiation Rhino	Découverte de l'outil / Création courbes et modélisation 3D de base / Modélisation carène, surface enveloppable / Mise en plan / Contrôle et correction contrôle / Applications à des cas pratiques	2
Structure et coque : approche réglementaire	Charges sur poutres de la coque, charge locale / Raidisseurs secondaires / Structure primaire / Logiciel BV class	1
Ingénierie systèmes appliquée aux sous-marins	Ingénierie du besoin, ingénierie de la solution / Analyse fonctionnelle / Gestion des interfaces / Intégration, vérification, validation	1
Electronique maritime	Système navire et signaux / Réseaux numériques / Réseaux numériques pour le maritime / TP IMU et ses signaux	1
Architecture décisionnelle pour systèmes robotiques autonomes : applications maritimes	Introduction à la robotique autonome / Etat de l'art des architectures pour systèmes robotiques autonomes / Planification des tâches / Applications dans le domaine maritime / Architecture de décision pour systèmes multi-robots	1
Hydrodynamique navale appliquée	Mécanique des fluides appliquée en laboratoire : rappels et nouveaux concepts, métrologie adaptée, analyse et traitement des données / Pratique en bassin des carènes, en canal et en tunnel hydrodynamiques (navires, sous-marins, pales ou ailes)	2
Ingénierie systèmes drones de surface	Marché des drones / Cas d'emplois et missions de drones / Centre opérationnel / Senseurs et effecteurs / Fonctions bas niveau et automates utilisés / TP/TD MBSE	1
Safety of new fuels containment and handling (in english)	New fuels (caractéristiques et problèmes de sécurité associés) / Ship arrangement / Bunkering installations / Fuel containment systems / Fuel handling systems	1
Model Based System Engineering - Multidisciplinary Design Optimization (MBSE-MDO) (in english)	Introduction à l'ingénierie des systèmes complexes / Ingénierie basée sur les modèles (MBSE) / Conception et optimisation multidisciplinaire des systèmes (MDO) et vision système / Application au cas d'un navire à propulsion hybride	1
<b>INGENIERIE DURABLE ET RESPONSABLE (IDEAL)</b>		<b>13</b>
<b>Innovation durable</b>		<b>2</b>
Enjeux numériques	Fondements de l'IA et des datas sciences : de la théorie à la pratique, Cloud IoT, connectivité, sécurité	1
Géopolitique des énergies		
Conférences - Les mercredis de la transition	Smart City : Urbanisme, infrastructure et mobilités durables Mobilités durables (du futur), Multimodalité ou Intermodalité & reports modaux , Nouveaux systèmes de mobilités , nouveaux usages et transition sociétal, usager/UX	0
<b>Humanités et transition sociétale</b>		<b>9</b>
Gestion, économie et stratégie d'entreprise	Serious game	3
BECOM-ING	Introduction au Design Thinking et Méthodes Agiles / Mieux se connaître pour mieux communiquer / Initiation finance et économie d'entreprise / Gestion, économie et stratégie d'entreprise / DB/PI et cybersécurité/ Droit du travail / L'équipe en mode projet / Géopolitique	1
Engagement dans la vie de l'école		1
Industrial Communication et technical english		4
English Electives	The Crisis Cell / Speak Show Succeed / The Best of Both Worlds	
LV2 (optionnel)		0
<b>Expérience professionnelle</b>		<b>2</b>
Stage en entreprise	Atelier insertion professionnelle - techniques de réseautage Recherche de stage 4A	2

# 5<sup>e</sup> ANNÉE

1 spécialisation au choix parmi les 14 proposées	Thèmes	ECTS
<b>INGÉNIERIE DES MOBILITÉS (IBIS)</b>		<b>30</b>
Projet de filière		8
<b>Spécialisations de la Filière Spatiale (au choix)</b>		
Space Systems Design - SSD	Tronc commun : maîtrise des problématiques de rentrée atmosphérique, de trajectoires complexes et d'exploitation des données spatiales. Au choix Majeure 1 – Advanced Satellites : conception et opérations des sous-systèmes spécifiques des satellites, GNC (Guidance, Navigation & Control), gestion des risques, propulsion future, New Space, exploration et services en orbite. Majeure 2 – Advanced Launchers : conception des lanceurs et de leur propulsion (solide, liquide, N2), dimensionnement, GNC avancé, nouveaux concepts de lanceurs (Launcher 4.0), sauvegarde et Space Defending Force. Mineures (au choix) : sciences planétaires et exploration, vols habités et robotique, ou défense – espace et données. Approche intégrée : association de compétences systèmes, ingénierie de propulsion et services orbitaux pour préparer les défis du spatial futur.	22
<b>Spécialisations de la Filière Aéronautique (au choix)</b>		
Architecture et structures aéronautiques – ASA	"Contraintes économiques, environnementales et réglementaires Ingénierie système / Ingénierie concourante Charges dimensionnantes / Spécification du besoin Mécanique de la rupture / Fatigue / Endommagement Phénomènes non-linéaires / Matériaux pour structures aéronautiques (métalliques, composites) / Contraintes d'industrialisation (fabrication / assemblage) / Qualification / Aménagement cabine et cockpit Ergonomie / Intégration train d'atterrissage, moteur, circuits"	22
Intégration système propulsif et Energie à bord - ISPEB	"Architecture du système propulsif / Gestion des interfaces Acoustique et Aérothermique / Nacelles (interface moteur/nacelle) Systèmes d'énergie à bord (gestion, optimisation) / Sécurité et certification"	22
Drone & Controls - D&C	"Air regulation and certification / Human factor and connectivity Engineering systems / Connectivity / Energy and Control Flight controls / Conception and validation / Classic control theory / Robust control theory"	22
Exploitation et Maintenance – EM	Réglementation du transport aérien / Règles et procédures de la navigabilité des aéronefs / Gestion de l'espace aérien / Règles et procédures des opérations aériennes / Maintenance des systèmes et maintenance programmée / Facteur sécurité dans le transport aérien	22
Transports Connectés Intelligents - TCI 'aero'	"Ingénierie des modèles et fonctions critiques Génération de code, applications non critiques Conception d'applications critiques, génération de code certifié Vérification et validation des logiciels Informatique embarquée et réseaux sécurisés Calculateurs, Réseaux embarqués, Normes ARINC, Mécatronique, Modélisation multi-physique, gestion énergie à bord"	22
Operations and Maintenance - OM	"Air Rules MRO and Airline Business Model Security Airport and Airline Operations State Owned Aircrafts Aircraft Maintenance CAMO Technical English and Project Management"	22
Innovation et Décarbonation du Secteur Aéronautique - IDSA	Éco-conception et Analyse du Cycle de Vie / Carburants décarbonés SAF, e-fuels et H2 / Combustion des carburants durables / Allègement, matériaux et structures / Aéronefs, turbomachines et Impact environnemental / Systèmes propulsifs électriques et hybrides / Efficacité des systèmes de propulsion / Management de Projet	22

# 5<sup>e</sup> ANNÉE (SUITE)

1 spécialisation au choix parmi les 14 proposées	Thèmes	ECTS
<b>Spécialisations de la Filière Automobile (au choix)</b>		
Nouvelles Energies et Environnement - NEE	Ingénierie système et modélisation multi-physique appliquées aux batteries, chaînes de traction électriques et hybrides, avec une attention particulière à la pollution habitacle et à la métrologie environnementale, au choix Majeure 1 – Électrification avancée : gestion et charge des batteries, thermo-management, électronique de puissance, conception et optimisation de moteurs électriques et piles à combustible, travaux pratiques sur bancs d'essai. Majeure 2 – Propulsion thermique alternative : nouveaux carburants (biocarburants, e-fuels, hydrogène), normes et dépollution, combustion hydrogène, modélisations 0-1D et CFD, confort habitacle et optimisation des chaînes hybrides. Travaux pratiques expérimentaux : caractérisation et analyse des performances de moteurs électriques et thermiques sur bancs d'essai (Twizy, moteurs ICE H <sub>2</sub> ). Mineures : ADAS et véhicule automatisé (intelligence embarquée) ou nouvelles mobilités et usages.	22
Allègement Véhicule - ALL	Dynamique rapide (grandes déformations) / Etude des non-linéarités (matériaux, contact, instabilités) / Modélisation des éléments minces Optimisation des structures / Matériaux, produits, process : aciers hautes performances, aluminium, composites / Assemblage multi-matériaux	22
Transports Connectés Intelligents - TCI Auto'	Informatique et réseaux embarqués : Electronique et informatique industrielles des calculateurs, LINUX temps réel, Bus de communication (CAN/LIN/FlexRay) / Systèmes mécatroniques : Modélisation multi-physique, Capteurs, Actionneurs / Ingénierie des modèles : Conception des systèmes critiques, normes 2662, standard Autosar, Génération de code à partir de modèles / Test et validation des systèmes embarqués	22
<b>Spécialisations de la Filière Ferroviaire (au choix)</b>		
Ingénierie du Système Ferroviaire - ISF	Tronc commun : prise en compte des facteurs humains et organisationnels, management des risques, ergonomie ferroviaire, relations interpersonnelles, résolution de problèmes et solutions de maintenance prédictive. Au choix Majeure 1 – Conception & Systèmes Ferroviaires : conception et dimensionnement des caisses, propulsion électrique, organes de roulement, aérodynamique, acoustique, interfaces système et compatibilité électromagnétique, projet de conception d'une automotrice. Majeure 2 – Exploitation & Maintenance Ferroviaires : sécurité de l'exploitation, train communicant et SAEIV, maintenance du matériel roulant et des infrastructures, ingénierie de maintenance, projet d'exploitation de systèmes ferroviaires. Majeure 3 – Projets & Travaux Infrastructures : sécurité des chantiers ferroviaires, maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre, coûts et enjeux stratégiques de développement, ingénierie et maintenance de l'infrastructure. Applications pratiques et pédagogie active : projets intégrés et serious games, tels que la conception d'une chaîne de traction ou la construction d'un atelier de maintenance ferroviaire.	22
<b>Spécialisations de la Filière Navale</b>		
Architecture et Ingénierie Durable pour le secteur Naval - AIDN	Architecture durable (Technologie navale : structures primaires – approche règlementaire, structures et matériaux en construction navale, approfondissement Rhino, technologies solaires photovoltaïques et rôle dans la décarbonation maritime) Décarbonation (Décarbonation des navires, santé – pollution – ports, propulsion vélique, combustion et motorisation bas carbone pour le maritime) Recyclage des bateaux (Maintenance préventive, motorisation de base pour le maritime, refit nautisme, retrofit navires) Drones et systèmes autonomes (Architecture système autonome de drone sous-marin, systèmes de navigation, intégration de systèmes de communication navale)	22
<b>Spécialisations transverses (au choix)</b>		
Eco-mobilité - ECO	Modélisation pour la Mobilité / Design d'un réseau de transport multimodal / Programmation et utilisation de méthode d'optimisation de la mobilité / Enjeux et gestion de la complexité des systèmes de Mobilité Business game Mobilité connectée / Data Objets connectés- intelligence pour la mobilité Energie et Environnement pour la Mobilité / Méthodologie de l'efficacité énergétique pour l'évaluation de la mobilité propre /Électrification des chaînes de tractions (approche système / approche composant) / Mobilité et efficacité énergétique / Développement Durable Approche Produit – ACV- Initiation Eco Conception"	22
Ingénierie de conception en mode projet - ICMP	Communication / Management de projet / Architecture et dynamique véhicule / Detailed and costed bil of material / Structural equivalency spreadsheet / Bus et réseaux embarqués / Gestion de l'énergie et recharge	30
<b>INGENIERIE DURABLE ET RESPONSABLE (IDEAL)</b>		<b>30</b>
<b>Expérience professionnelle S2</b>		<b>30</b>
Réalisation stage fin d'études, Rapport et soutenance		