PROGRAMME DES COURS

- AUTOMOBILE
- AÉRONAUTIQUE
- SPATIAL
- FERROVIAIRE
- NAVAL



ESTACA
ECOLE D'INGENIEURS

GROUPE isae



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

L'ambition de l'ESTACA est de **transformer la passion des étudiants en métier**, en leur donnant tous les outils et clefs pour réussir leur vie professionnelle. Le programme des cours est conçu en fonction des besoins des industriels pour former les ingénieurs qui répondront aux enjeux de la mobilité de demain. Ce programme allie des **enseignements théoriques** et des **travaux pratiques** avec pour objectif de rendre les étudiants curieux, créatifs, prêts à s'adapter à leur environnement.

Les cours sont en grande partie dispensés par des ingénieurs en activité qui actualisent leurs enseignements en fonction des évolutions qu'ils vivent au quotidien dans leur activité. Le cursus comprend également de **nombreux projets d'études** menés en équipe et encadrés par des ingénieurs en activité dans l'industrie ou des enseignants-chercheurs de l'École. Cette pédagogie par projet reproduit les modes de travail du monde de l'entreprise : savoir travailler en équipe pour répondre à un cahier des charges en un temps donné.

L'**expérience professionnelle** complète la formation dispensée à l'École : chaque étudiant passe au minimum une année en entreprise dans le cadre des stages. L'objectif de la formation est de permettre aux étudiants d'acquérir un **savoir-faire technique** indispensable au métier d'ingénieur mais aussi un **savoir-être** aujourd'hui essentiel à la réussite d'une carrière.

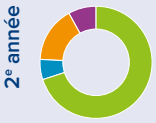
ÉVOLUTION DU CURSUS

1re année



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

2e année



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

1RE ANNÉE

Modules	Thèmes	ECTS
SCIENCES POUR L'INGENIEUR (SPIN)		**47**
Mathématiques et informatique		**22**
Mathématiques pour la physique	Logique / Calculs dans R et dans C / Géométrie dans le plan et dans l'espace / Fonction d'une variable / Suites / Polynômes / Algèbre linéaire / Equations et systèmes différentiels	18
Initiation Algorithmique	Algorithmique et programmation / Projet en langage C	4
Mécanique		**11**
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	3
Physique et énergétique		**14**
Electricité	Les lois élémentaires / Notation complexe / Méthodes d'analyse des circuits	4
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 électronique, énergétique et cinétique) / Alcanes, alcènes, alcynes et hydrocarbures	1
Outils du physicien et de l'ingénieur	Référentiels et systèmes de coordonnées / Eléments de calcul vectoriel / Analyse dimensionnelle / Introduction au calcul différentiel / Calcul d'incertitudes / Eléments de calcul intégral / Notion d'énergie	3
Mécanique des Fluides	Statique et cinématique des fluides	2
INGÉNIERIE DES MOBILITÉS (IBIS)		**3**
Initiation Automobile, Aéronautique, Spatial, Ferroviaire et Naval	Historique, Principaux acteurs et différents métiers / Marché et visions d'avenir / Spécificités techniques et réglementaires en comparaison avec les autres modes de transports / Introduction au Développement Durable	24
INGENIERIE DURABLE ET RESPONSABLE (IDEAL)		**13**
Innovation durable		**1**
Enjeux énergétiques et Environnement	Ateliers 2 tonnes (ateliers en équipe pour comprendre le changement climatique en atteignant 2 Tonnes équivalent) Bilan carbone, bilan CO_2, empreinte CO_2 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	Q
Humanités et transition sociétale		**11**
BECOM-ING	Rappel des règles de syntaxe (orthographe et grammaire) / Fresque du climat / Synthèse de document / Plan et structure de rapport / Lettre de motivation, CV et technique d'entretien / Engagement dans la vie de l'école / Initiation à la santé et sécurité au travail / Connaissance de l'entreprise	3
Anglais	Programme en fonction du niveau de langue	4
Langue vivante 2	Programme en fonction du niveau de langue (Allemand, Chinois et Espagnol)	4
Expérience professionnelle		**1**
Stage en entreprise	Stage d'exécution en entreprise	1

PROJETS ÉTUDIANTS

La pédagogie par projet est au cœur de la formation : chaque année, les étudiants consacrent de 50 heures en 1re année, à 250 heures, en 5e 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.

3e année



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

Facultatif

4e année



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

5e année



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

2E ANNÉE

Modules	Thèmes	ECTS
SCIENCES POUR L'INGENIEUR (SPIN)		**41**
Mathématiques et informatique		**13**
Mathématiques appliquées	Fonctions de plusieurs variables Analyse vectorielle Séries entières et séries de Fourier Transformées de Laplace et Transformées de Fourier Coniques Calculs des probabilités Variables aléatoires réelles	8
Algorithmique et programmation	Introduction à la conception et programmation objet Projet en langage C++ Excel avancé	5
Mécanique		**21**
Mécanique des systèmes	Dynamique des systèmes	3
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
Matériaux	Propriétés physiques et mécaniques Différents types de matériaux Cristallographie	2
Modélisation et commande des systèmes	Modélisation des systèmes (mise en équation et fonctions de transfert) Boucle élémentaire de commande Etude fréquentielle des systèmes Application sous Matlab	3
Electricité appliquée	Signaux périodiques Approche fonctionnelle (amplificateurs et filtres) Réponses fréquentielles Aspects fonctionnels des convertisseurs Redresseurs, transformateurs et machines à courant continu	6
Physique et énergétique		**7**
Thermochimie II	Etude des caractéristiques d'une combustion Enthalpie libre Oxydoréduction Piles simples, alcalines et à combustibles	
Mécanique des fluides	Cinématique des fluides Dynamique des fluides parfaits et visqueux Pertes de charges	
Electromagnétisme	Champs électrostatique et magnétostatique	
Thermodynamique II	Deuxième principe Changement d'état Application aux machines thermiques	
Ondes	Equations de Maxwell Applications aux ondes acoustiques et aux ondes électromagnétiques dans le vide	
INGÉNIERIE DES MOBILITÉS (IBIS)		**4**
Filière Automobile		
Technologie automobile	Motorisations et chaîne 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, V2X Sécurité automobile Projet automobile	4
Filière Aéronautique et Spatiale		
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
Filière Ferroviaire		
Technologie Ferroviaire	Sécurité ferroviaire Architecture et dimensionnement du matériel roulant Infrastructures et exploitation Signalisation et équipements de sécurité Systèmes de freinage Dynamique et confort voyageurs Projet mobilité urbaine et ferroviaire	4
Filière Navale		
Technologie Navale	Fonctionnement d'un navire Initiation à la navigation et à l'instrumentation Structure et coque Stabilité des navires Modes de propulsion Projet bibliographique naval	4

Modules	Thèmes	ECTS
INGÉNIERIE DURABLE ET RESPONSABLE (IDEAL)		**17**
Innovation durable		**1**
Enjeux énergétiques et Environnement	Atelier OGRE (serious game sur les Ordres de Grandeur des Energies) Technologie des énergies ; énergies bas carbone Ressources, Energie, Consommation et déchets, revue des Energies Fossiles, nucléaire et Énergies renouvelables (solaire, éolien, géothermie, hydroélectricité, biomasse, eau, etc.) Approvisionnement, stockage, chaine de valeur	1
Conférences - Les mercredis de la transition	Cycle de conférences pour un futur durable et responsable	Q
Humanités et transition sociétale		**15**
BECOM-ING	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 Evaluation stage en entreprise de 1ère année	6
Initiation à l'entreprenariat & à la recherche	Introduction aux enjeux, métiers et méthodologies	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
Expérience professionnelle		**1**
Stage en entreprise	Stage d'exécution en entreprise	1



3E ANNÉE

Modules	Thèmes	ECTS
SCIENCES POUR L'INGENIEUR (SPIN)		**41**
Mécanique et énergétique		**23**
Dimensionnement des liaisons mécaniques	Isostatisme d'un mécanisme, analyse, détermination et incidence fonctionnelles / Théorie du contact entre solides / Dimensionnement des éléments de guidage, d'assemblage et de transmissions de puissance / Introduction à la fatigue	3
Thermique	introduction aux différents modes de transferts thermiques / Conduction (équa- tion de la chaleur, régimes stationnaire et variable) / Convection Rayonnement	3
Matériaux	Approche micro-macro / Critères de choix matériaux	1
CAO	Conception, dimensionnement et maquettage (CATIA) / Modélisation 3D (CATIA)	2
Mécanique des Systèmes	Energétique des systèmes / Puissances virtuelles et équations de Lagrange Analyse vibratoire	3
Mécanique des Fluides	Dynamiques des fluides / Analyse dimensionnelle et similitude Etude de la couche limite (laminaire et turbulent)	2
Electronique Numérique	Fonctions logiques / Circuits combinatoires et séquentiels Introduction à la transmission de l'information	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
Modélisation 0D	Analyse de la complexité d'un modèle / Analyse et dimensionnement des paramètres / Programmation, validation et optimisation	2
Génie Logiciel et Modélisation objet UML	Présentation d'UML / Diagrammes statiques et dynamiques d'UML Développement d'une application	2
TP Expérimentaux	Thermique / Dimensionnement des liaisons mécaniques / Mécanique des systèmes / Thermodynamique appliquée aux moteurs thermiques	1
Commande et systèmes		**8**
Modélisation et commande des systèmes	Dualité temporelle fréquentielle / Stabilité Correcteurs PID	4
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	4
Outils de l'ingénieur		**10**
Traitement du signal	Analyse des signaux périodiques / Energie et puissance des signaux Conversion analo- gique numérique / Introduction au filtrage numérique	2
Projet d'ingénierie	Introduction au management de projet / Initiation à la recherche Innovation et création d'entreprise / Projet associatif / Projet industriel	5
Ecoulements turbulents	Introduction à la turbulence / Introduction à la CFD	1
Introduction à l'aérodynamique	Introduction aux phénomènes aérodynamiques	1
Statistiques Appliquées	Inférence Statistique / Maîtrise Statistique des Processus / Expérimentique	1
INGÉNIERIE DES MOBILITÉS (IBIS)		**10**
Filière Automobile		
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	Fonctions et fonctionnement d'un pneumatique / Performance et comportement dynamique / Influence sur le pilotage du véhicule	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
Filière Aéronautique		
Regulation (in english) et Certification	Les objectifs de la réglementation technique / Rôles et fonctions du réglementateur, du certificateurs 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 Ecoulements incompressibles et compressibles en subsonique, transsonique, supersonique et hypersonique / Application 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
Filière Spatiale		
Mécanique spatiale		2
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	3
Ingénierie systèmes		1
Filière Ferroviaire		
Architecture et dimensionnement	Dimensionnement et calcul des performances d'un engin de traction ferroviaire Technologies du transport ferroviaire (système, infrastructures, énergie, signalisation et matériel roulant) Tracé des lignes et franchissement des obstacles	3
Conception d'un système de transport public	Economie, société et mobilité / Dimensionnement d'un système de transport Réglementation des grands projets	2
Intermodalité	Besoins de transport et intermodalité Gares et pôles d'échange	2
Dimensionnement du matériel - projet d'acquisition		2
Fret et logistique		1
Nouvelles énergies / Environnement	Traction électrique / Hydrogène / Batteries / Hybridation Guidés	1
Technologies du transport par câble		1
Filière Navale		
Sécurité Incendie	Introduction : navires et unités concernés, grands principes, règles prescriptives Sécurité des cargaisons	1
Hydrodynamique navale	Introduction Hydrostatique Quantité de mouvement Similitude Equations de Navier Stokes	1
Ecoulements à surface libre	Rappels 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	Introduction 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	Introduction Fondamentaux des achats et de la supply chain Applications Synthèse	1
Intégration systèmes navals	Contraintes navales prises en compte dans la conception des produit Contraintes navale prises en compte dans l'installation des produits	1
Frêt fluvial et estuarien	Énergies / Modes de propulsion Les différentes motorisations Conception des systèmes de motorisation	1
INGENIERIE DURABLE ET RESPONSABLE (IDEAL)		**15**
Innovation durable		**1**
Enjeux énergétiques et Environnement	Analyse de Cycle de Vie	1
Conférences - Les mercredis de la transition	Cycle de conférences pour un futur durable et responsable	Q
Humanités et transition sociétale		**13**
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 2ème année	5
Anglais	Programme en fonction du niveau de langue	4
Langue vivante 2	Programme en fonction du niveau de langue (Allemand, Chinois et Espagnol)	4
Expérience professionnelle		**1**
Stage en entreprise (optionnel)		1

4E ANNÉE

Modules	Thèmes	ECTS
SCIENCES POUR L'INGENIEUR (SPIN)		**31**
Mécanique et énergétique		**16**
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	2
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	3
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
Systèmes hydrauliques	Conception des architectures des systèmes hydrauliques / Modélisation des pertes de charges / Dimensionnement en puissance / Introduction aux réseaux et composants	1
Real time operating systems	Concepts de base d'une architecture logicielle / Ordonnancement des tâches Synchronisation et communication inter-tâches	2
Commande en Temps réel	Commande des systèmes échantillonnés / Introduction aux systèmes séquentiels Prototypage temps réel	2
TP expérimentaux	Mécanique vibratoire / Analyse dynamique / Conversion d'énergie Prototypage rapide / Informatique des systèmes multitâches	2
Commande et systèmes		**4**
Modélisation multi-physique	Couplage de modèles mécaniques, électriques, thermiques et hydrauliques Outils de modélisation multi-physique	2
Modélisation et commande d'actionneurs électriques	Modèle inverse Modélisation de commande des machines asynchrone et synchrone	2
Outils de l'ingénieur		**11**
Qualité	Introduction à la qualité / Graphique de contrôle et modèle de processus Certification et relation client	1
Gestion de production	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
Management de projet	Comportement social dans l'entreprise / Gestion des projets internationaux Structuration d'un projet en tâches et phases / Business plan	1
INGÉNIERIE DES MOBILITÉS (IBIS)		**16**
Filière Automobile		
Dynamique véhicule	Liaisons au sol (essieux, suspension) / Systèmes de freinage	5
Propulsion Automobile	Electrification et Propulsion hybride / dimensionnement e-motor et stockage d'énergie / Planificateur de trajet / Technologies transmissions hybrides et boites de vitesse / Motorisations compétition Système embarqué automobile (SW System et Software Defined Vehicle)	4
Nouvelles Energies	Technologie et cellule batterie / / Electrochimie H2 et cellule batterie / Intégration Pile à Combustible H2 / BMS (Battery Management System)	4
Prestation Groupe MotoPropulseur	Contrôle SW Groupe MotoPropulseur (ICE/BEV/H2) / Performances / Emissions / Consommation / Acoustique	2
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
Filière Aéronautique		
Structures aéronautiques	Présentation des spécificités des avions d'affaires / Dimensionnement d'un aéronef (fuselage, éléments de voilure, fixations et panneaux en flambage) / Introduction aux matériaux composites aéronautiques	2
Systèmes de servitude	Génération électrique de bord / Systèmes hydrauliques / Circuits carburants Systèmes avionique	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
Hélicoptères	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'équilibrage 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

Modules	Thèmes	ECTS
Filière Ferroviaire		
Infrastructure ferroviaire	Génie Civil Ferroviaire : maintenance et conception d'une infrastructure Interfaces géométriques Infrastructure & Matériel roulant	2
Interactions véhicule voie	Freinage / Dynamique des véhicules ferroviaires / Captage et interface pantographe-caténaire / Architecture système train	2
Sécurité ferroviaire et installations de signalisation	Signalisation et sécurité - ATP / ERTMS / Postes d'aiguillages, enclenchements de sécurité / CBTC	2
Alimentation électrique	Principe et technologie de l'alimentation en énergie électrique Installations de retour traction	1
Maitrise d'ouvrage	Etudes amont / Cahier des charges exploitant	2
Fondamentaux de l'exploitation ferroviaire	Base de la circulation ferroviaire, règles d'exploitation	1
Ingénierie système	Exploitabilité / Conception générale	1
Principe et technologie de l'alimentation en énergie électrique	Installations de retour traction / Equipement d'alimentation des lignes électriques	1
Projet de conception de Ligne Nouvelle / Projet Réponse à Appel d'offre marché public de transport ferroviaire		5
Filière Spatiale		
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	1
Propulsion	Propulsion solide - Propulsions liquides stockable et cryogénique : principes généraux et aspects étages	2
Aérodynamique lanceur	Principes généraux et applications pratiques	2
Design durable	Eco-conception et "sustainable design"	1
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 résonnances sur Python et Celestlab - Payload performance	2
Dimensionnement lanceur	Gestion "classique" et management "agile" d'un programme de développement d'un système lanceur / BE d'étagement d'un lanceur	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 Enronnements radiatif, changeant et risques véhicules associés - TUG	1
Initiation Défense	Introduction Défense et Espace - Missiles tactiques	0
Séminaire Espace du Groupe ISAE	Suivi de conférences et d'ateliers au séminaire Espace ou à d'autres cours électifs du groupe ISAE	2
Filière Navale		
Economie du transport maritime	Maritime : tranports, routes, navires et flottes, armateurs... / Ports : mutation, gigantisme, automotismes, ports européens et français, géographie portuaire	1
Nouveaux systèmes énergie et propulsion	Impact environnemental / Réduction des émissions des navires / Utlisation des énergies alternatives matures / Energies alternatives d'avenir	2
Cybersécurité	Risques et menaces / Caractérisation et traitement des risques / Architecture de la cyber défense / Notion de cyber offensive éthique / Mise en pratique	2
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 enveloppables / Mise en plan / Contrôle et correction contrôle / Applications à des cas pratiques	2
Structure et coque : approche règlementaire	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, canal et tunnel hydrodynamiques (navires, sous-marins, pâles 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 (caractérisques 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 de systèmes et optimisation de conception multidisciplinaire (MDO), vision système / Application au cas d'un navire à propulsion hybride	1

INGENIERIE DURABLE ET RESPONSABLE (IDEAL)		**16**
Innovation durable		**1**
Enjeux numériques	Fondements de l'IA et des datas sciences : de la théorie à la pratique, Cloud IoT, connectivité, sécurité	1
Enjeux sociétaux	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	
Conférences -Les mercredis de la transition	Cycle de conférences pour un futur durable et responsable	Q
Humanités et transition sociétale		**12**
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	2
Gestion, économie et stratégie d'entreprise	Serious game	1
BECOM-ING	Formalisation du projet professionnel / Simulation d'entretiens d'embauche Prise de parole en public : se présenter efficacement / Communication digitale Organiser ou participer à une réunion / Cybersécurité dans l'entreprise Management d'équipe / Responsabilité sociétale de l'entreprise Engagement dans la vie de l'école	5
Industrial Communication et technical english		4
LV2 (optionnel)		0
Expérience professionnelle		**3**
Stage en entreprise	Stage d'exécution en entreprise	3

5E ANNÉE

1 spécialisation au choix	**Thèmes**	**ECTS**
INGÉNIERIE DES MOBILITÉS (IBIS)		**30**
1 projet de filière	Encadrement	8
Spécialisations de la Filière Automobile (au choix)		
Nouvelles Energies et Environnement	Automobile et impact environnemental / Modélisation 0D/1D des systèmes énergétiques / Simulation 3D des écoulements appliquée au design moteur Métrologie dans l'environnement moteur / Moteurs thermiques (émissions CO2, Dépollution, ...) / Véhicules hybrides et Véhicules électriques (architecture, impacts) / Modélisation pile à combustible / Ingénierie Système	22
Allègement Véhicule	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	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
Spécialisations de la Filière Aéronautique (au choix)		
Architecture et structures aéronautiques	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	Architecture du système propulsif / Gestion des interfaces / Acoustique et Aérothermique Nacelles (interface moteur/nacelle) / Systèmes d'énergie à bord (gestion, optimisation) Sûreté et certification	22
Drone & Controls (in english)	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	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	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 multiphysique, gestion énergie à bord	22
Operations and Maintenance (in english)	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	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
Spécialisations de la Filière Ferroviaire		
	Prise en compte des facteurs organisationnels et humains / Management des risques / Relations interpersonnelles et management / Ergonomie appliquée au ferroviaire / Validation et résolution de problèmes / Equipements relatifs à la conduite / Gestion opérationnelle des trafics International Railway Industry Standard (IRIS)	22
Option 1 : Conception des Systèmes	Conception et dimensionnement des structures de caisses / Eléments des chaînes de propulsion électrique / Eléments des transmissions mécaniques et hydrauliques / Conception et dimensionnement des organes de roulements / Aérodynamique / Acoustique / Compatibilité électromagnétique	
Option 2 : Exploitation Maintenance	Gestion de contrat / Management de la sécurité de l'exploitation ferroviaire Le Train Communicant / SAEIV / Théorie de la maintenance et aide à la décision Ingénierie de la maintenance et maintenance d'un réseau ferroviaire Maintenance du matériel roulant ferroviaire / Eléments d'exploitation et de maintenance / Projet d'Exploitation ferroviaire (Optimisation capacité VUT, Optimisation GOV, Conception logique poste d'aiguillage...)	
Spécialisations de la Filière Spatiale		
Space Systems Design	Atmospheric reentry, complex trajectories, Space Data	22
Major 1 : Advanced satellites	"Satellites specific sub-systems : sous-systèmes spécifiques des satellites & Opérations / Satellite GNC (Guidance, Navigation & Control), Services et gestion des risques Newspace : Stations and future satellite propulsion / New Space & Exploration / On Orbit surveillance and services	
ou Major 2 : Advanced launchers	Launcher and propulsion design : Advanced Launcher GNC / Dimensionnement Lanceur N2 / Propulsion solide N2 / Propulsion liquide N2 / New Launcher : New Laucher / Lanceur 4.0 / Exploitation sauvegarde et SDF (Space Defending Force)	
& Minor 1, 2 ou 3	1. Planetary Sciences and Exploration 2. Human Spaceflight and Robotics 3. Défense, Espace et données	
Spécialisations de la Filière Navale		
Ingénierie durable et transition pour l'avenir du secteur naval	Architecture durable / Décarbonation / Drones et systèmes autonomes / Cycle de vie et recyclage des bateaux / Sciences humaines et insertion professionnelle / Projet et expérience professionnalisante	22
Spécialisations transverses (au choix)		
Eco-mobilité	Contextes économiques, environnementaux et réglementaires / Electromobilité / Optimisation pour les systèmes de transport / Intelligence pour la mobilité / Mobilité durable / Design d'un réseau de transport multimodal / Entreprendre dans la mobilité / Challenge véhicule autonome	22
Ingénierie de conception en mode projet	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
INGENIERIE DURABLE ET RESPONSABLE (IDEAL)		**30**
Expérience professionnelle		**30**
Réalisation stage fin d'études, Rapport et soutenance		

Septembre 2024. Crédits photos : P. Lariven - AdobeStock. Sous réserve de modification sans préavis. Document non contractuel.

ESTACA
ECOLE D'INGENIEURS

ESTACA Paris-Saclay
12 avenue Paul Delouvrier - RD 10
78180 Montigny-le-Bretonneux
Tél. : 01 75 64 50 41

ESTACA Laval
Parc Universitaire Laval-Changé
Rue Georges Charpak - BP 76121
53061 Laval Cedex 9
Tél. : 02 43 59 47 00

ESTACA Bordeaux
Esplanade des Arts et métiers
33405 Talence
Tél. : 05 35 31 49 70

www.estaca.fr

GROUPE
Isae