Cahier des charges
Projets 3A & 4A ESTACA

Mise à jour le 27/05/2025

ESTACA, CREATEUR DE NOUVELLES MOBILITES

1 Principes et objectifs des projets :

1.1 Objectifs (Compétences et acquis d'apprentissage) :

Ces projets concernent les étudiants au premier et au second semestre de la 3ème et 4ème année.
Les objectifs de ces projets sont les suivants :

- Organiser : apprendre à travailler en équipe pour répondre à un cahier des charges.
- Acquérir de la méthode : apprendre à planifier un travail sur du long terme – adopter une démarche structurée – savoir synthétiser.
- Professionnaliser : développer les compétences associées au management de projet et au domaine technique.
- Proposer des solutions technologiques innovantes prenant en compte les contraintes d'industrialisation avec des objectifs en termes de coût, qualité, délais, environnement.
- Développer des systèmes complexes et des produits dans le secteur des transports concerné.
- Développer la capacité à se projeter au-delà du périmètre d'études : comprendre l'environnement, les enjeux, proposer des perspectives d'amélioration.
- Communiquer : apprendre à écrire un rapport technique/scientifique et savoir présenter des résultats marquants.

Chaque étudiant devra consacrer au minimum 250 heures/an pour les quatrièmes années et 200 heures/an pour les troisièmes années à la réalisation de ces projets.

1.2 Nature des projets :

Les sujets de projets sont nécessairement en relation avec les enseignements dispensés en troisième et quatrième année.

1.2.1 Projets Industriels P2I

Les projets industriels P2I ont plusieurs objectifs pour les étudiants impliqués :

- Découvrir l'environnement professionnel, son fonctionnement, ses contraintes, et ses enjeux ;
- Projeter l'étudiant dans un environnement entreprise, la gestion des priorités dans une réalisation d'étude appliquée aux besoins industriels actuels ;
- Mobiliser ses connaissances et acquérir des compétences dans la thématique choisie mais également en termes de contextualisation et de restitutions ;
- Vivre une expérience industrielle au travers d'une problématique de résolution d'un besoin industriel ;

Les projets P2I sont proposés par des industriels à un ou plusieurs groupes d'étudiants. Les problématiques sont des sujets courts termes permettant aux étudiants d'apporter une réponse guidée dans un délai de moins de huit mois.
Dans un premier temps, le groupe de projet constitué fera une revue de démarrage avec le tuteur industriel pour appréhender la problématique industrielle : le contexte concurrentiel, l'étude à mener et les attendus. Le ou les groupes projets auront un suivi périodique avec le

tuteur industriel ou les équipes de l'entreprise et auront un reporting à effectuer sur l'état d'avancement du projet. Les travaux fréquemment demandés aux étudiants sont :

- Etude de l'état de l'art bref sur la problématique ;
- Réalisation d'une étude préliminaire permettant d'élaborer les différentes étapes de résolution ;
- Concevoir une ou plusieurs solutions au problème à l'aide d'outil de conception, de simulation, de calcul mathématique… ;
- Vérifier la pertinence industrielle de la solution ;

Quelques Exemples de projets P2I :

- Challenge golfette : transformer voiture de golf en voiture de service pour les JO 2024
- Etude de faisabilité de voitures hybrides associant pile à combustible et photovoltaïque pour ALTRAN
- Réduction de la consommation énergétique globale d'un métro proposé par SIEMENS
- Assemblage et test d'un cubesat - terrarium pour vol sur ballon stratosphérique,
- Etude d'un ferry transmanche à la voile,
- Retrofit Moteur d'un avion léger

Les projets P2I sont traités gratuitement par nos étudiants. Ils restent des projets d'études et ne peuvent donc faire l'objet d'engagement de résultats de la part de l'ESTACA. En échange l'industriel s'engage à faire le tutorat du projet en jouant le rôle de client. L'ESTACA pourra dans la limite de ces équipements et licences, mettre à disposition ses ressources de manière raisonnée.

2 Encadrement :

2.1 Le rôle du tuteur :

Le tuteur, qu'il soit Industriel, Etudiant, ou Enseignant ESTACA, ne tient en aucun cas le rôle du chef de projet. En revanche, il joue le rôle de « coach » en indiquant les outils et les méthodes à utiliser, lorsqu'il est sollicité par l'équipe.

Dans le cas particulier où le tuteur est étudiant ou enseignant ESTACA, et qu'il a proposé le sujet (projets de recherche ou projets particuliers), il joue également le rôle du client, et exprime son besoin, le calendrier et les délais.

De manière générale, Il valide certains choix techniques importants, donne des priorités aux actions à réaliser. Il donne son avis lorsqu'il faut faire des compromis.
Le tuteur valide les étapes essentielles du projet, en particulier le cahier des charges, la démarche et l'objectif final.

2.2 Le tutorat :

Un tutorat est avant tout un « cadrage projet » et qui est « méthodologique » (cf chapitre précédent).

Il existe 4 types de tutorat à partir d'un sujet proposé par un industriel.

- Un tutorat uniquement ESTACA
- Un tutorat uniquement Industriel
- Un tutorat co-animé ESTACA-Industriel
- Un tutorat Etudiant, qui peut le cas échéant être scientifiquement suivi par le responsable filière ou un expert dans un domaine particulier

A minima, un tutorat comporte les étapes suivantes :

- Réunion de lancement du projet avec l'identification de tous les points projets,
- Réunion à mi-parcours
- Réponses aux questions des étudiants
- Evaluation du rapport
- Evaluation de la soutenance

➢ Le tutorat d'un projet consiste à organiser 5 rendez-vous projet formalisés sur l'année avec le groupe d'étudiants au minimum.

- 1er rendez-vous : Début de projet – **A l'initiative des étudiants**
  - Présentation du sujet, des moyens et du planning
  - Exposé de points de méthodes (analyse de l'existant, conseils sur comment aborder le sujet, points durs que le groupe risque de rencontrer, …)

- 2ème rendez-vous : au quart du projet - **A l'initiative du chef de projet étudiant**
  - Présentation par les étudiants de l'état d'avancement du projet

  Présentation power point (5-10 diapositives) + note de synthèse (4 à 5 pages)
  - Critique sur les résultats, la démarche utilisée, l'organisation du groupe
  - Détection des étudiants freinant le projet (manque d'implication, trop directif, travaillant seul sans s'intégrer, …)
  - Compte rendu à réaliser par les étudiants

- 3ème rendez-vous : A la moitié du projet - **A l'initiative du chef de projet étudiant**
  - Participation à la soutenance

  Durée : 1h maxi

  Rapport de 30 pages remis 1 semaine auparavant

  20 mn d'exposé, chaque étudiant du groupe devant s'exprimer
  - Critiques sur le rapport et l'exposé oral (après une lecture approfondie du rapport écrit)

- 4ème rendez-vous : Au 3/4 du projet - **A l'initiative du chef de projet étudiant**
  - Présentation par les étudiants de l'état d'avancement du projet

  Présentation power point (5-10 diapositives) + note de synthèse (4 à 5 pages)
  - Critique sur les résultats, la démarche utilisée, l'organisation du groupe

- Détection des étudiants freinant le projet (manque d'implication, trop directif, travaillant seul sans s'intégrer, …)
- Compte rendu à réaliser par les étudiants

- 5ème rendez-vous : A la fin du projet – Soutenance - **A l'initiative du chef de projet étudiant**
  - Participation à la soutenance

  Durée : 1h maxi

  Rapport de 30 pages remis 1 semaine auparavant

  20 mn d'exposé, chaque étudiant du groupe devant s'exprimer
  - Critiques sur le rapport et l'exposé oral (après une lecture approfondie du rapport écrit)
  - Renseignements de la grille d'évaluation avec mention argumentée si la note du groupe est inférieure à 10 ou si un écart entre deux étudiants du groupe est supérieur à 2 points.

➢ Le tuteur doit également suivre le groupe d'étudiants et avoir 2 contacts minimum entre chaque rendez-vous (par mail, par rendez-vous, …).

➢ Encadrement des étudiants sur la méthode et l'analyse des résultats (avec l'objectif de les rendre critiques face aux résultats obtenus).

➢ Convocation d'un des éléments du groupe en cas de problème d'intégration ou d'investissement si cela s'avère nécessaire (une trace écrite est alors obligatoire à l'issu de cet entretien avec copie au pilote).

3 Evaluation

L'acquisition des compétences cibles sont évaluées par trois modalités d'évaluation complémentaires :

- Les points de suivi de projet par le tuteur,
- un poster de présentation du projet de mi-semestre (deux diapositives groupables sur un poster),
- la rédaction d'un rapport final (environ 30 pages),
- la soutenance par semestre.

A travers ces modalités d'évaluation, l'élève démontrera sa capacité à :

- Poser une problématique et mettre en place une méthodologie technique et scientifique.
- Communiquer efficacement des résultats à l'écrit et à l'oral.
- Analyser de façon critique sa propre pratique professionnelle.
- Adopter un comportement professionnel.

Un poster est demandé à mi-parcours qui illustrera les éléments principaux de votre projet ; contexte, approche, méthodologies, résultats envisagés, conclusion et perspectives :

- Objectif et contenu du travail - Développer un projet répondant à une thématique.
- Proposer des solutions innovantes (exemple transport décarboné, intelligent, connecté, autonome, ou intermodal)
- Exploiter des approches variées : recherche, partenariats industriels, ou créations associatives et entrepreneuriales.
- Innovation et originalité ; Encourager l'intégration de technologies émergentes, de méthodologies innovantes ou de concepts avant-gardistes.
- Impact environnemental et sociétal : Mesurer et minimiser l'empreinte écologique des solutions proposées.
- Perspective des résultats finaux : Définir clairement les objectifs à atteindre et les indicateurs de succès.

3.1 Rapport :

Le rapport est un document qui a pour objectifs principaux :

- Apprendre à rédiger,
- Rendre compte du travail,
- Mettre en perspective les missions et le travail dans un contexte global,
- Replacer cette expérience dans le cadre du projet professionnel.

Le rapport pourra être rédigé en anglais. Il sera remis aux tuteurs au minimum 1 semaine avant la date de la soutenance.

Caractéristiques du rapport :

Le rapport doit comporter 30 pages maximum, sans compter les remerciements, le sommaire, et les annexes.
Les grands codes de rédaction d'un rapport sont proposés ci-après. Les étudiants peuvent cependant faire preuve d'innovation en matière de rédaction si cette dernière est pertinente.

3.2 La soutenance

3.2.1 Objectifs de la soutenance

- Vulgariser un contenu technique face à un public non expert sur le sujet du projet.
- Permettre à l'étudiant(e) d'améliorer ses capacités de communication : clarté, plan de sa présentation, respect de la durée.
- Evaluer ses capacités de synthèse et de prise de recul par rapport à un sujet complexe.
- Mettre en avant les avancées notables réalisées dans le projet
- Evaluer la capacité de l'étudiant(e) à réagir « à chaud » avec les questions/réponses et également sa capacité à argumenter ses idées.

3.2.2 Déroulement de la soutenance :

Une soutenance se passe de la façon suivante :

- 20 mn de présentation (tous les étudiants doivent prendre la parole)
- 10 mn de questions réponses (ne pas aborder la partie évaluation)
- 5 mn de débriefing du jury
- 10 mn de restitution de l'évaluation et de conseils à donner.

La présentation pourra être faite en anglais.

Le jury est présidé par le tuteur et doit être constitué d'au moins 2 membres dans la mesure du possible, dont un extérieur au projet (projets recherche, associatifs et particuliers).
La date de la soutenance sera fixée par le tuteur lors des semaines prévues sur le calendrier de la direction de la formation.

3.2.3 Planification, suivi des délais et de l'atteinte des objectifs :

La planification initiale est établie à partir d'une démarche technique et scientifique déduite des objectifs du projet.
Cette planification est utilisée tout au long du projet, et doit indiquer :

- L'état d'avancement de chaque tâche, en face de la planification initiale
- Le reste à faire
- Les jalons, pour matérialiser le résultat concret et vérifiable d'une tâche.

La gestion du projet se fera par un membre de l'équipe : le chef de projet. Cette fonction sera assurée à tour de rôle, de sorte qu'à la fin du projet chacun aura été chef de projet pendant la même durée. On estime que le temps passé en gestion de projet se situe aux alentours de 20% du temps total. Il inclut le temps passé en réunion par chacun.
Le chef de projet tient à jour un tableau de bord du projet, sous forme de fichier excel par exemple, contenant les données de planification initiale du projet et les données relatives à une date.
Ce tableur permet de faire le point du projet lors des réunions d'avancement où le chef de projet présente l'avancement du projet et prend les décisions.
Le tableau de bord peut être complété par un plan d'action, reprenant les tâches du planning.

Conseils : Il ne faut pas être « prisonnier » d'un outil de planification. Un projet peut être réorienté, des tâches peuvent être redéfinies ou leurs durées peuvent varier. Toutefois, si une grande différence apparaît entre la planification initiale et la réalisation, cela devra permettre au groupe d'exprimer des axes de progrès dans la gestion du projet.
Un projet n'est pas obligatoirement séquentiel : les tâches peuvent être parallélisées.

3.2.4 Estimation et suivi de charges (en heures de travail) individuel et global :

Le principal élément de coût pour ce type de projet est constitué par le temps passé (Coût horaire). Chaque intervenant doit donc comptabiliser le temps passé, par semaine et par type

d'activité. Le chef de projet fait la synthèse et est capable de dire combien de temps a été passé dans une phase donnée, et de comparer avec une planification initiale.

3.2.5 Déroulement des réunions d'avancement (reporting), avec l'équipe et l'enseignant :

Le chef de projet dirige la réunion, chacun ayant à disposition le tableau de bord du projet. Il doit également être capable d'estimer l'état d'avancement de son projet. L'enseignant peut être consulté sur une question de méthode à employer, sur le cahier des charges ou une décision à prendre.

3 Contacts :

Contact	Email	Site
Touria ASSERMOUH	relations.entreprises@estaca.fr	SQY
Benoit HAUW	Benoit.HAUW@estaca.fr	SQY

4 Documents de références

- **« Compétences évaluées pour un projet 3A ou 4A »** : permet d'évaluer l'ensemble des compétences associées à la réalisation d'un projet 3A ou 4A. Cette évaluation sera traduite en notation.
- **« Fiche de proposition de projet industriel 3A ou 4A »** : permet de formaliser les attendus du projet industriel et le choix des étudiants se fait sur la base de ce document
- **« Référentiel pédagogique 3A »**
- **« Référentiel pédagogique 4A »**
- **« Document de contractualisation entreprise »** : permet de contractualiser le projet proposé dans le cadre d'un partenariat avec une entreprise

5 Annexes

5.1 Grille d'évaluation

La nouvelle grille d'évaluation permet d'évaluer les compétences acquises tout au long du projet. Le niveau des acquis d'apprentissage évalué est gradué différemment entre la troisième et la quatrième année.

BLOCS COMPETENCES	CODE	COMPETENCES	Compétence évaluée en projet	Acquis d'apprentissage évalués
Intégrer une démarche d'Innovation et optimiser les stratégies de recherche dans les transports	BC1_C1	**Appliquer une veille scientifique ainsi que la recherche et l'innovation dans le domaine des transports**	Obligatoire	Proposer un état de l'art
	BC1_C2	**Examiner les innovations adjacentes et en rupture dans le domaine de la mobilité**	Obligatoire	Proposer une analyse critique de la démarche
	BC1_C3	**Intégrer les enjeux globaux des transports dans la stratégie**	Obligatoire	Intégrer dans la démarche les enjeux globaux (societaux, environnementaux, réglèmentaires, stratégiques, …)
Développer des systèmes de transports performants durables et sécurisés	BC2_C1	**Identifier et évaluer des solutions de mobilité adaptées aux besoins des utilisateurs**	Obligatoire	Analyser un problème, poser clairement la problématique et mettre en place une méthodologie technique et scientifique
	BC2_C2	**Intégrer les processus de conception, de développement, de fabrication et de digitalisation d'architecture système de mobilité**	Optionnelle	Mener à bien une démarche technique et scientifique.
	BC2_C4	**Utiliser les champs scientifiques et techniques de façon sectorielle (filières transports) ou combinée et adjacents (intermodalité)**	Optionnelle	Mobiliser des champs scientifiques et technique variés
	BC2_C5	**Concevoir des architectures de véhicules**	Optionnelle	Concevoir l'architecture d'un véhicule à partir d'un cahier des charges dans le cadre d'un projet véhicule
Concevoir des systèmes complexes en ingénierie	BC3_C1	**Mettre en œuvre des outils et méthodes de modélisation et simulation multiphysique, prenant en compte les multiples contraintes techniques, sociétales et environnementales**	Optionnelle	Utiliser des outils et/ou des méthodes pour produire des résultats exploitables/pertinent
	BC3_C2	**Mobiliser les ressources issues d'un vaste éventail de sciences fondamentales et de méthodologies propres aux domaines de l'ingénierie et:ou de l'innovation**	Obligatoire	Mobiliser des champs scientifiques et technique variés
	BC3_C3	**Modéliser et analyser l'intégralité ou des parties de systèmes**	Optionnelle	Modéliser, valider le modèle dans des cas simples puis proche de la réalité, pour comprendre, approfondir et dimensionner un système
	BC3_C4	**Vérifier la conformité des prototypes aux performances attendues**	Optionnelle	Mettre en place un protocole de tests et des indicateurs d'analyse associés permettant de s'assurer de la conformité des performances attendues
	BC3_C5	**Cartographier et caractériser l'ensemble des éléments constitutifs d'un système**	Optionnelle	Décomposer un système complexe en sous-systèmes caractérisés en interaction
	BC3_C6	**Elaborer et dimensionner un système de production**	Optionnelle	Contribuer à la définition et au choix d'un système de production d'un produit industriel tenant compte du matériau et procédé de transformaiton dans une vision de cycles de vie du produit
Manager des projets en ingénierie	BC4_C1	**Elaborer et Coordonner les différentes phases du projet**	Obligatoire	Organiser un projet
	BC4_C2	**Diriger et engager des équipes pluridisciplinaires**	Obligatoire	Piloter et animer un projet
	BC4_C3	**Adopter des pratiques professionnelles guidées par l'éthique, la durabilité et l'équité**	Obligatoire	Intégrer dans ses pratiques professionnelles les dimensions éthiques, durables et équitables
	BC4_C4	**Communiquer clairement et efficacement en interne et en externe sur une démarche et des résultats**	Obligatoire	Communiquer efficacement les résultats à l'écrit
			Obligatoire	Communiquer efficacement les résultats à l'oral
	BC4_C5	**Adopter un comportement professionnel approprié et adaptatif en divers contextes professionnels**	individuelle	Contribuer à la dynamique de groupe
			individuelle	Adopter un comportement professionnel
			individuelle	Analyser de manière critique sa propre pratique professionnelle

5.2 Fiche de proposition de projet 3A ou 4A industriel

Année scolaire 2019/2020

FICHE DE PROPOSITION DE PROJET INDUSTRIEL

Le projet :

Intitulé du projet :

Les objectifs du projet :

Démarche envisagée :

Le planning envisagé (en relation la démarche) :

Les données d'entrées (CDC, modèle numérique, etc…)

L'encadrement

Le tuteur entreprise :

E-mail : Téléphone

Le tuteur ESTACA :

E-mail : Téléphone

5.3 Référentiel Pédagogique 3A

Modules	Thèmes	Nb Heures de cours	ECTS
POLE SCIENTIFIQUE		**324**	**34**
Dimensionnement des liaisons mécaniques	Isostatisme d'un mécanisme, analyse, détermination et incidence fonctionnelles / Théorie du contact entre solides / Dimensionnement des élèments de guidage, d'assemblage et de tramissions de puissance / Introduction à la fatigue	26	3
Thermique	Introduction aux différents modes de transferts thermiques / Conduction (équation de la chaleur, régimes stationnaire et variable) / Convection / Rayonnement	26	3
Modélisation et commande des systèmes	Dualité temporelle fréquentielle / Stabilité / Correcteurs PID	36	4
Traitement du signal	Analyse des signaux périodiques / Energie et puissance des signaux / Conversion analogique numérique / Introduction au filtrage numérique	26	3
CAO	Conception, dimensionnement et maquettage (CATIA) Modélisation 3D (CATIA)	20	2
Mécanique des Systèmes	Energétique des systèmes / Puissances virtuelles et équations de Lagrange Analyse vibratoire	30	3
Mécanique des fluides	Dynamiques des fluides / Analyse dimensionnelle et similitude / Etude de la couche limite (laminaire et turbulent)	26	3
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	28	3
Electronique Numérique	Fonctions logiques / Circuits combinatoires et séquentiels Introduction à la transmission de l'information	30	3
Outils numériques pour la modélisation	Systèmes linéaires / Interpolation, approximation et intégration Equations différentielles ordiniaire (méthodes explicite et implicite) Equations aux dérivées partielles (différences finies)	24	2
Modélisation 0D	Analyse de la compléxité d'un modèle / Analyse et dimensionnement des paramètres / Programmation, validation et optimisation	16	2
Génie Logiciel et Modélisation objet UML	Présentation d'UML / Diagrammes statiques et dynamiques d'UML Développement d'une application	24	2
TP expérimentaux	Thermique / Dimensionnement des liaisons mécaniques / Mécanique des systèmes / Thermodynamique appliquée aux moteurs thermiques	12	1
POLE SCIENCES HUMAINES ET CULTURE DE L'INGENIEUR		**129**	**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	12	2
Développement durable	Etat de lieux des ressources énergétiques dans le monde et en France Analyse macro et micro-économique de la dépendance en matières premières Application aux transports de demain	12	1
Processus d'ingénierie appliquée	Introduction au management de projet Analyse fonctionnelle et technique du besoin (CdC) Condition de fonctionnement Application à la conception produit-process Application à un projet innovant	18	2
Construction du Projet Professionnel et Personnel	Dynamique de groupe / Engagement dans la vie de l'école / Formalisation du projet professionnel	15	3
Anglais	Programme en fonction du niveau de langue	36	4
Langue vivante 2 (optionnel)	Programme en fonction du niveau de langue (Allemand, Chinois et Espagnol)	36	0
POLE EXPERIENCE PROFESSIONNELLE		**140**	**1**
Evaluation stage en entreprise 2A			1
Stage 3A optionnel			

POLE INGENIERIE DES TRANSPORTS		108	13
Filière Automobile			
Architecture automobile	Méthode d'ingénierie systèmes Approche fonctionnelle Sécurité passive	12	1
Dynamique véhicule	Introduction à la dynamique véhicule Modélisation de la dynamique véhicule	38	4
Performances et consommation	Dynamique longitudinale Gestion de l'énergie totale Moteurs thermiques	51	3
Véhicule Intelligent et Communicant (VICom)	Architectures des réseaux de communication Electronique des calculateurs et logiciels embarqués Les fonctions d'aide à la conduite (ADAS)	20	2
Projet Architecture Automobile		5	3
Filière Aéronautique et Espace			
Architecture Aéronautique	Architecture structures et systèmes / Méthodes de conception d'un aéronef Méthode d'ingénerie systèmes	24	3
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	27,5	4
Performances Aéronautiques	Rappel sur la mécanique du vol / Les équations du vol / Simulation de phases de vol	25	2
Modes de Propulsion Aérospatiale	Classification des turbines à gaz aéronautiques Application à la thermodynamique des turbines à gaz Aérodynamique des compresseurs et turbines	20	1
Projet Architecture et Performances Aéronautiques		5	3
Filière Transports Guidés			
Architecture et dimensionnement ferroviaire	Analyse du besoin de transport ferroviaire (économie et politique européenne) / technologies du transport ferroviaire (système, infrastructures, énergie, signalisation et matériel roulant)/ Tracé des lignes et franchissement des obstacles	24	3
Architecture et dimensionnement Transports Guidés urbain	Analyse du besoin de transport urbain (aspect économique, admisnistratif, socio et étude du trafic) / Choix et dimensionnement technologique du mode de transport (normes, énergie, matériels roulant et infrastructures)	16	3
Modes de Propulsion Ferroviaire	Traction ferroviaire électrique (alimentation, chaîne de traction et composants) Traction ferroviaire thermique (énergie, chaîne de traction et composants)	36	2
Confort Voyageur	Aménagement et Equipement matériel roulant (sièges, éclairages, informations, confort thermique et accéssibilité)	16	2
Projet Architecture Ferroviaire		5	4

5.4 Référentiel Pédagogique 4A

Modules	Thèmes	Nb Heures de cours	ECTS
POLE SCIENTIFIQUE		**214**	**21**
Méthode des éléments finis	Formulation varitionnelle et maillage / Approche énergétique et discrétisation de structure / Les différentes familles d'élèments finis en calcul de structure / Calcul des matrices élèmentaires, assemblage et calcul de la solution d'un problème de statique	30	3
Mécanique des milieux continus	Hypothèses générales de la mécanique des milieux continus Lois de comportement élastiques, viscoélastiques et thermoélastiques Introduction à l'endommagement, la rupture et la fatigue Méthodes de résolution de problèmes élastiques	24	2
Dynamique des structures	Introduction aux phénomènes vibratoires et acoustiques Analyse modale théorique et expérimentale Acoustique linéaire, modes acoustique et impédance acoustique	24	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	18	1
Systèmes hydrauliques	Conception des architectures des systèmes hydroliques / Modélisation des pertes de charges / Dimensionnement en puissance / Introduction au réseaux et composants	20	1
Modélisation multi-physique	Couplage de modèles mécaniques, électriques, thermiques et hydroliques Outils de modélisation multi-physique	21	3
Architecture et communication	Concepts de base d'une architecture logicielle / Ordonnancement des tâches / Synchronisation et communication inter-tâches	18,5	2
Commande en Temps réel	Commande des systèmes échantillonnés / Introduction aux systèmes séquentiels / Prototypage temps réel	20	2
Modélisation et commande d'actionneurs électriques	Modèle inverse Modélisation de commande des machines asynchrone et synchrone	22	3
TP expérimentaux	Mécanique vibratoire / Analyse dynamique / Conversion d'energie / Prototypage rapide / Informatique des systèmes multitaches	16	2
POLE SCIENCES HUMAINES ET CULTURE DE L'INGENIEUR		**161**	**9**
Qualité	Introduction à la qualité / Graphique de contrôle et modèle de processus / Certification et relation client	12	1
Statistiques appliquées	Inférence statistique (échantillonage et estimation) / Maîtrise statistique des processus / Expérimentique	18	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	18	
Management de projet	Comportement social dans l'entreprise / Gestion des projets internationaux / Structuration d'un projet en tâches et phases / Business plan	6	1
Gestion, économie et stratégie d'entreprise	Serious game	28	1
Construction du Projet Professionnel et Personnel	Formalisation du projet professionnel Le réseau	7	1
Industrial Communication et technical english		36	4
LV2 (optionnel)		36	0
POLE EXPERIENCE PROFESSIONNELLE		**280**	**4**
Réalisation stage			4

POLE INGENIERIE DES TRANSPORTS		232	26
Filière Automobile			
Dynamique véhicule	Suspensions / Liaisons au sol (essieux, suspension) / Systèmes de freinage	60	5
Performances et consommation	Technologies des moteurs automobiles / Motorisation compétisation automobile / Nouvelles motorisations / Technologies transmission et boîtes de vitesses / Contrôle moteur (essence et Diesel) / Prestations Groupe MotoPropulseur (performances, émissions, consommation et acoustique)	73	7
Véhicule Intelligent et Communicant (VICom)	Réseaux embarqués et sans fils / Intégration des systèmes mécatroniques Les fonctions d'aide à la conduite avancée (ADAS)	15,5	2
Cycle de vie	Conception, industrialisation, sécurité et commercialisation du produit / Connaissance du client / Logistique / Mobilité durable / Business model	50	4
Projets automobile	Encadrement par tuteur	10	8
Filière Aéronautique			
Réglementation 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	9	1
Mécanique du Vol	Les équations du vol / Les phases et domaines de vol / Simulation de phases de vol	26	2
Structures aéronautiques	Présentation des spécificités des avions d'affaires / Dimensionnement d'un aéronef (fuselage, élèments de voilure, fixations et panneaux en flambage) / Introduction aux matériaux composites aéronautiques	21	3
Aérodynamique avancée	Coefficients aérodynamiques d'un profil d'aile (incompressible, compressible subsonique, supersonique et hypersonique) Etude des corps élancé en supersonique et des écoulements hypersoniques	36	3
Intégration et dimensionnement turboréacteur	Dimensionnement des ensembles tournants / Modélisation fonctionnelle des composants moteur / Dimensionnement de la veine d'air / Cycle de combustion / Intégration moteur	47,5	3
Systèmes	Génération électrique de bord / Systèmes hydrauliques / Circuits carburants / Systèmes avionique	14 44	3
Hélicoptères	Généralités sur les hélicoptères / Analyse des composants constitutifs (rotor principal, rotor arrière et pales) / Matériaux composites	24	3
Projets aéronautique		10	8
POLE INGENIERIE DES TRANSPORTS (suite)			
Filière Transports Guidés			
Système	Soutien logistique intégré / Fiabilité, disponibilité, maintenabilité et sécurité	33	2
Interfaces	Le gabarit / Interfaces mécaniques dynamiques / Roulement sur pneu	64	4
Infrastructure	Conception et dimensionnement de la voie ferrée / Contrôle et commandes de sécurité / Conception et dimensionnement de l'alimentation en énergie Visions française et allemande / Infrastructure tramway	62	7
Réglementation	Réglementation et certification / Normalisation	28	2
Matériel roulant	Modèle dynamique de véhicule ferroviaire / Conception et dimensionnement des organes de roulement / Systèmes de freinage / Systèmes informatiques embarqués / Design de véhicules	46	3
Projets transports urbains et ferroviaires		10	8
Filière Espace			
Conception et architecture lanceurs	Missions et architecture lanceurs Introduction aux différents types de propulsion Interfaces système et étage / Structures lanceurs / Mécanique spatiale	62	4
Propulsion	Propulsion solideaspect propergols / Propulsion liquide / Aspect propergols	56	3
Aérodynamique avancée	Coefficients aérodynamiques d'un profil d'aile (incompressible, compressible subsonique, supersonique et hypersonique) / Etude des corps élancé en supersonique et des écoulements hypersoniques	36	3
Guidage Navigation Contrôle (GNC)	Introduction / Pilotage simulation logiciel / Guidage et navigation / Système électrique / Lanceur Pilotage	41,5	3
Programme lanceur	Introduction aux Lanceurs actuels et futurs / Gestion et management d'un programme de développement d'un système lanceur / Trajectoire et performance / Calcul des charges et dimensionnement	8,5	3
Exploitation	Installations sol et moyens de poursuite / Sureté de fonctionnement lanceur et sauvegarde / Gestion d'un programme lanceur en production	31	2
Projets espace		10	8