



<b>Code UE :</b> <b>PIS_GE_S5_GEOT1</b>	<b>Titre UE : GÉNIE ÉNERGÉTIQUE ET OUTILS TECHNOLOGIQUES 1</b>		
Directeur du programme	<a href="mailto:florent.ravelet@ensam.eu">florent.ravelet@ensam.eu</a>		
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude
Niveau L3	PIS-GE1 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre
3	PARIS	58h30	S5
Mots-clés	CAO, CND, Energie et Société		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	X
	4.5 Mise en œuvre	X
	4.6 Exploitation	X
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	



## Prérequis spécifiques

- ECUE CAO :
  - géométrie dans l'espace
  - utilisation d'un ordinateur sous environnement Windows (souris, clavier, fichiers, répertoires,...)
  - lecture de plan d'une pièce ou d'un ensemble mécanique
  - principes de conception d'une pièce ou d'un ensemble mécanique
- ECUE Contrôle non destructif :
  - Analyse de documents techniques et industriels
  - Connaissances métiers et secteurs industriels
  - Connaissances matériaux
- ECUE Énergie & société :
  - Avoir des bases sur le comportement bio-physique de la terre
  - Analyse de graphiques scientifiques

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE CAO :
  - modéliser une pièce mécanique par esquisse, volume et fonction d'habillage
  - modéliser une pièce mécanique par booléen
  - avoir les bases de la conception d'un assemblage mécanique
  - avoir les bases de la mise en plan d'une pièce mécanique
- ECUE Contrôle non destructif :
  - Comprendre la notion de défauts dans tout systèmes
  - Connaître et appliquer toutes les technique de CND industrielles les plus usitées ( US, magnétoscopie, ressuage, rayon ionisant, courant de Foucault ...)
  - Mettre en applications ces connaissances en face d'un cas pratique et le résoudre
  - Faire une analyse simple et trouver des réponses lors d'une simple expertise
  - Mettre en pratique CND US (mesure d'épaisseur, recherche de défaut, mesure du défaut ( diamètre et profondeur trou), cartographier les défauts dans une pièce).
- ECUE Énergie & société :
  - Énoncer les différents types d'énergies qui alimentent notre société, et de comprendre en quoi nous en sommes dépendants
  - Connaître les principes et modèles basiques sur la science du climat et les perspectives climatiques
  - Comprendre la notion de limite et d'épuisement des ressources énergétiques et minières
  - Être en capacité de faire des liens entre les paramètres physiques / biologiques et les paramètres sociétaux (PIB, population, services..)
  - Identifier des pistes d'actions individuelles et collectives pour mener une transition

## Description de l'UE

- ECUE CAO :
  - Suivi de capsules vidéos de formation (capture d'écran + explication sonore) au rythme de l'élève
  - Exercices corrigés en direct par l'enseignant et individuellement
- ECUE Contrôle non destructif :
  - Notion générale sur les défauts dans des produits manufacturés
  - Catalogue et listing des différents types de défauts des matériaux métalliques et organiques
  - Études des généralités sur les méthodes de contrôle non destructif (CND)
  - Étude approfondie des différentes méthodes de contrôle non destructifs (Courant de Foucault, Magnétoscopie, Ressuage, Radiographie (X, alpha, bêta, Gama) et rayon ionisant, Ultrasons, thermographie).
  - Utilisation d'une étude de cas d'une expertise du cas d'une presse à manchonner hydraulique EDF pour illustrer.

- ECUE Énergie & société :
  - Nous décrivons les contraintes qui s'appliquent au système bio-économique : les contraintes physiques liées purement à l'utilisation de l'énergie (Goergescu), les contraintes sur les limites des ressources d'énergie et de matières, les contraintes environnementales. Nous décrivons le contexte dans lequel s'est développé la civilisation industrielle sur les deux derniers siècles et le mettons en parallèle avec les enjeux actuels. Nous abordons cela au travers des notions suivantes :
    - L'énergie : les sources d'énergies, notre dépendance forte aux énergies majoritairement fossiles, l'EROI, les pics de production
    - Le climat : l'usage des énergies fossiles, sources d'alimentation des activités humaines impactent le climat. Nous abordons le constat actuel et discutons des perspectives
    - L'extraction minière : les nouvelles technologies se développe avec une augmentation de l'usage de matières minérales. Nous abordons les enjeux qui en découlent
    - La vision systémique : décloisonner nos manières de penser, sortir des silos, faire des liens entre énergie, économie, ressources, climat, modes de vie.... La vision systémique est un prérequis nécessaire à la réalisation d'une transition cohérente
    - Les perspectives d'actions : les actions qui peuvent se mettre en place aux échelles individuelle et collective

## Ressources bibliographiques

- ECUE CAO :
- ECUE Contrôle non destructif :
  - Les techniques de l'ingénieur sur les CND (tout article)
  - JL Pelletier, La pratique du CND US tome 1 et 2 , collection ENSAM 1984
- ECUE Energie & société :
  - Meadows, Donella H; Meadows, Dennis L; Randers, Jørgen; Behrens III, William W (1972). The Limits to Growth; A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind
  - W. Steffen & al., The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration, 2015, <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>
  - W. Steffen & al., Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet, 2015
  - IAE, World energy outlook 2019
  - VIDAL, Olivier, ROSTOM, Fatma Zahra, FRANÇOIS, Cyril, et al. Prey-predator long-term modeling of copper reserves, production, recycling, price, and cost of production. Environmental science & technology, 2019, vol. 53, no 19, p. 11323-11336.
  - SMIL, Vaclav. Energy in the twentieth century: resources, conversions, costs, uses, and consequences. Annual Review of Energy and the Environment, 2000, vol. 25, no 1, p. 21-51.
  - IPCC, A. IPCC Sixth Assessment Report. 2022.

## Méthodes générales d'enseignement

- ECUE CAO :
  - Suivi de capsules vidéos de formation (capture d'écran + explication sonore) au rythme de l'élève
  - Exercices corrigés en direct par l'enseignant et individuellement
- ECUE Contrôle non destructif :
  - CM , TP
- ECUE Énergie & société :
  - Cours théoriques, études dirigées et enseignements projets
  - Outils d'animation issus de l'éducation populaire afin d'impliquer un maximum les étudiants dans le cours

## Méthodes et critères généraux d'évaluation



- ECUE CAO :
  - capacité à modéliser suivant la méthode vue en formation
- ECUE Contrôle non destructif :
  - Note de TP + examen final de 2h sur une étude de cas.
- ECUE Énergie & société :
  - Soutenance de projets en lien avec le cours
  - Évaluation de la qualité de l'argumentaire scientifique, de la vision systémique et de l'esprit critique par rapport au sujet traité



<b>Code UE :</b> <b>PIS_GE_S5_MANCOM1</b>	<b>Titre UE : MANAGEMENT ET COMMUNICATION 1</b>		
Directeur du programme	<a href="mailto:florent.ravelet@ensam.eu">florent.ravelet@ensam.eu</a>		
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude
Niveau L3	PIS-GE1 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre
3	PARIS	63h30	S5
Mots-clés	Communication, Langues, Gestion de projet		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	x
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	
	2.3 Pensée systémique	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	x
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	x
	3.2 Communications	x
	3.3 Communications en langues étrangères	x
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	x
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	x
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	

## Prérequis spécifiques

- ECUE Anglais 1 :
  - Niveau Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues : A2 minimum, B1 souhaité
- ECUE Bibliographie, plagiat et rédaction de rapports :
  - Pas de prérequis.
- ECUE Communication :
  - Pas de prérequis.
- ECUE Gestion de Projets :
  - Pas de prérequis.

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE Anglais 1 :
  - Axe 1 - Communiquer et interagir en anglais de manière crédible dans un environnement professionnel multiculturel
    1. Développer des stratégies de compensation linguistique pour répondre à une situation inconnue.
    2. Produire et gérer une présentation technique et /ou professionnelle devant un auditoire (client / équipe technique / direction...) :
      - a) S'adapter à des publics de cultures différentes, de statuts hiérarchiques différents.
      - b) Gérer la communication non-verbale.
      - c) Convaincre ses interlocuteurs.
    3. Animer et participer à une réunion de travail :
      - a) Argumenter son point de vue.
      - b) Prendre part à des négociations.
      - c) Proposer des solutions à un problème technique.
      - d) Adopter une attitude propice aux débats et à la résolution de conflits.
    4. Utiliser les outils de communication à distance :
      - a) Adopter un registre de langage approprié dans la correspondance professionnelle (lettre formelle, email, ...).
  - Axe 2 - Construire son projet professionnel et comment à se préparer à intégrer le monde du travail en France ou à l'étranger
    1. Construire un dossier professionnel en anglais :
      - a) Rédiger un CV en anglais.
      - b) Analyser une offre d'emploi afin de discerner les besoins de l'entreprise.
      - c) Rédiger une lettre de motivation en anglais en adéquation avec l'offre.
    2. Se mettre en situation d'entretien :
      - a) Entretien d'embauche en mettant en évidence ses atouts (académiques, personnels et professionnels.)
      - b) Répondre clairement et de manière structurée en anglais aux recruteurs.
    3. Exploiter les acquis des périodes en entreprise :
      - a) Analyser l'expérience en milieu de travail.
      - b) Valoriser les compétences acquises.
- ECUE Bibliographie, plagiat et rédaction de rapports :
  - Être capable de rédiger les rapports de RSP (S6), RMT (S8) et MI (S10) en en respectant les cahiers des charges respectifs
  - En particulier :
    - Comprendre ce qu'est une bibliographie et à quoi elle sert.
    - Découvrir l'intégrité académique et pourquoi elle est importante.

- Identifier le plagiat sous toutes ses formes et ses conséquences.
  - Apprendre les bonnes pratiques pour éviter le plagiat.
  - Appliquer ces notions dans les rapports et mémoires
- ECUE Communication :
    - Avoir une meilleure connaissance de soi et des autres
      - Valeurs et Talents personnels
      - Gestion du stress
      - Intelligence émotionnelle
    - Développer une aisance relationnelle et une posture managériale adaptée au contexte professionnel
      - Management agile et communication non-violente
      - Développer ses capacités à travailler en autonomie et/ou en équipe
  - ECUE Gestion de Projets :
    - Comprendre les enjeux d'un projet
    - Appréhender ses gains pour l'entreprise ainsi que le calcul de sa rentabilité
    - Identifier les impacts d'un projet et les différentes parties prenantes à mobiliser
    - Structurer un projet autour des 5 phases de la gestion d'un projet
    - Clarifier les rôles et responsabilités des différents interlocuteurs
    - Évaluer à grosse maille les charges et délais des principales tâches d'un projet
    - Réaliser un macro-planning du projet
    - Lister les principaux risques du projet

## Description de l'UE

- ECUE Anglais 1 :
  - Axe 1 :
    - Développer des stratégies de compensation linguistique.
    - Produire une présentation orale devant un auditoire, s'adapter au public et l'intéresser (gérer la communication non-verbale, convaincre un auditoire).
    - Animer et participer à une réunion de travail.
    - Utiliser les outils de communication à distance et adopter un registre de langage approprié dans la correspondance professionnelle (lettre formelle, e-mail, ...).
  - Axe 2 :
    - Construire un dossier professionnel en anglais et se mettre en situation d'entretien.
- ECUE Bibliographie, plagiat et rédaction de rapports :
  - Présentation des attendus des livrables écrits annuels
  - Intégrité académique :
    - Présentation du thème et des objectifs.
    - Parler de l'importance de l'intégrité académique
    - Différence entre triche, plagiat et honnêteté académique.
  - Le plagiat
    - Définition et formes de plagiat : copie, paraphrase sans citation, auto-plagiat.
    - Exemples concrets pour comprendre.
    - Conséquences : note 0, sanctions, impact sur le dossier de l'apprenti.
  - Bibliographie et sources fiables
    - Définition et rôle d'une bibliographie.
    - Types de sources : livres, articles, sites fiables, vidéos, rapports, mémoires
    - Évaluer la fiabilité des sources.
    - Styles de citation courants : APA....
    - Comment citer un texte correctement.
  - Bonnes pratiques pour éviter le plagiat
    - Citer ses sources systématiquement.
    - Reformuler correctement les idées.
    - Synthétiser plusieurs sources pour créer du contenu original.

- ECUE Communication :
  - Thématique générale : développer ses savoir-être
    - Définir ses valeurs et ses talents pour une meilleure connaissance de soi
    - Les émotions : que nous apprennent-elles de nous ? des autres ?
      - Décryptage d'une émotion : à quoi ça sert, comment ça fonctionne ?
      - Apprendre à reconnaître et accueillir nos émotions
      - Identifier le/les besoins cachés derrière elles
      - Avancer avec une meilleure lecture de notre corps émotionnel
      - Boîte à outils : Cartes émotions – Roue des émotions – etc
    - Comment mieux relationner avec les autres ?
      - Développer son intelligence émotionnelle pour mieux communiquer avec soi et les autres
      - Boîte à outils : Outils de CNV et des travaux récents sur l'IE
    - Stress : le subir ou s'en servir
      - Présentation des différentes manifestations du stress et ses répercussions sur l'organisme et ses performances professionnelles
      - Apprendre à le reconnaître et définir des techniques propres à chacun pour le réguler
      - Boîte à outils : Jeu de cartes « Dixit » + proposition de différentes pratiques de régulation du stress
- ECUE Gestion de Projets :
  - Découverte de la gestion de projet appliquée au contexte de l'entreprise de chaque étudiant.

## Ressources bibliographiques

- ECUE Anglais 1 :
  - Ressources transmises par l'intervenant.
- ECUE Bibliographie, plagiat et rédaction de rapports :
  - Ressources transmises par l'intervenant.
- ECUE Communication :
  - « L'intelligence Emotionnelle » - Daniel GOLEMAN
  - « Emotions : enquête et mode d'emploi » - ART'MELLA
  - « Les Intelligences Multiples » - Howard GARDNER
  - « Libérez votre cerveau droit » - F. FURON & M. RAFECAS-POEYDOMENGE
  - « Savoir écouter ça s'apprend » - Christel PETITCOLLIN
- ECUE Gestion de Projets :
  - La boîte à outils du chef de projet - Jérôme Maes, François Debois - Dunod
  - La conduite de projets - Thierry Hougron, Jean-Jacques Cousty - Dunod

## Méthodes générales d'enseignement

- ECUE Anglais 1 :
  - Travail des 5 activités langagières, avec une priorité donnée aux compétences d'expression orale. NB - Les 5 compétences, ou activités langagières, dans l'enseignement des langues sont : l'expression orale en interaction (dialoguer), l'expression orale en continu (s'exprimer à l'oral au sujet de ...), la compréhension de l'oral, l'expression écrite, la compréhension de l'écrit.
  - L'approche pédagogique se fait au travers de mises en situation qui permettent aux élèves de développer les activités langagières mentionnées ci-dessus autour de thématiques ciblées, selon les semestres.
- ECUE Bibliographie, plagiat et rédaction de rapports :
  - Cours Magistral

- ECUE Communication :
  - Apprentissage via l'expérience et les échanges interpersonnels (mises en situation, jeux de rôle)
  - Interactivité et supports ludiques pour une méta position
  - Outils orientés « Cerveau Droit » pour « lâcher le mental » et développer la prise de conscience et la recherche de solutions adaptées et simples
  
- ECUE Gestion de Projets :
  - Cours magistral illustré d'exemples concrets de projets en entreprise
  - Exercices et étude de cas tirés de la vie professionnelle
  - Mise en application des apports sur un des projets en-cours dans l'entreprise de chaque étudiant

## Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Anglais 1 :
  - Axe 1
    - Développer des stratégies de compensation linguistique. Lors de tout type de discours, écrit ou oral, l'élève travaillera les périphrases et contournera les difficultés liées au 'collage au français'.
    - Produire une présentation orale devant un auditoire, s'adapter au public et l'intéresser (gérer la communication non-verbale, convaincre un auditoire).
    - Présentations orales de durées variables sur des thématiques différentes.
    - Travail particulier sur la gestuelle, la gestion de l'espace, la voix, le support visuel, etc
      - Évaluation : Présentation Orale
    - Animer et participer à une réunion de travail.
    - Mise en situation professionnelle / Jeux de rôle.
    - Prendre des notes lors de la réunion, et rédiger un compte-rendu.
      - Évaluation : Simulation de réunion, prise de notes et rédaction d'un compte-rendu
    - Utiliser les outils de communication à distance et adopter un registre de langage approprié dans la correspondance professionnelle (lettre formelle, e-mail, ...)
      - Évaluation écrite: Rédaction de documents professionnels (e-mails, lettres)
  - Axe 2
    - Construire un dossier professionnel en anglais et se mettre en situation d'entretien.
    - Préparer un dossier professionnel en anglais : CV, lettre de motivation, entretien.
    - Savoir promouvoir ses forces lors de la présentation d'un projet professionnel.
      - Évaluation écrite/orale : Adapter son dossier professionnel en anglais à l'étude d'une offre d'emploi.
  
- ECUE Bibliographie, plagiat et rédaction de rapports :
  - Non évalué, prépare aux ECUE Rapport de Situation Professionnel (S6), Rapport de Mission Technique (S8) et Mémoire d'Ingénieur (S10).
  
- ECUE Communication :
  - Identifier ses atouts et ses « softskills » et savoir les exprimer
  - Identifier ses propres leviers de performance (compétences, talents, valeurs, IE, gestion du stress) et les déployer
  - Savoir faire des feedbacks constructifs pour soi et son entourage
  - Être capable de gérer des situations de tension relationnelle ou professionnelle
  
- ECUE Gestion de Projets :
  - Examen type QCM + exercice de calcul de rentabilité



<b>Code UE : PIS_GE_S5_MATHS1</b>	<b>Titre UE : MATHÉMATIQUES 1</b>		
Directeur du programme	<b>florent.ravelet@ensam.eu</b>		
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude
Niveau L3	PIS-GE1 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre
3	PARIS	54h	S5
Mots-clés	Analyse, Algèbre Linéaire		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
<i>Connaissances disciplinaires et raisonnement</i>	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	
<i>Capacités et compétences personnelles et professionnelles</i>	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	
	2.3 Pensée systémique	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
<i>Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication</i>	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
<i>Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises</i>	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	X
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	



## Prérequis spécifiques

- Algèbre linéaire de base niveau L1/L2
- Analyse niveau L1
- Mathématiques élémentaires

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE Analyse
  - Manipuler les nombres complexes
  - Trouver la limite d'une fonction en un point
  - Dériver des fonctions d'une ou plusieurs variables
  - Effectuer des développements limités en un point
  - Effectuer une intégrale simple ou double
- ECUE Algèbre Linéaire
  - Manipuler les espaces vectoriels et les applications linéaires d'une ou plusieurs variables
  - Construire une base d'un espace vectoriel
  - Construire la matrice d'une application linéaire ; calculer le déterminant d'un ensemble de vecteurs ou d'une matrice ; inverser une matrice
  - Calculer des valeurs propres et diagonaliser une matrice
  - Faire des transformations géométriques dans un espace euclidien

## Description de l'UE

- ECUE Analyse
  - Nombres complexes.
  - Fonctions : continuité, dérivées.
  - Développement en série.
  - Dérivées partielles.
  - Intégration.
- ECUE: Algèbre Linéaire
  - Espaces vectoriels
  - Applications linéaires, matrices, changement de base
  - Géométrie euclidienne

## Ressources bibliographiques

- BENZONI-GAVAGE S. Calcul différentiel et équations différentielles, 2nd Edition, Dunod
- Daniel Duverney et al., Toutes les mathématiques. Ellipses. 2021

## Méthodes générales d'enseignement

- Cours théoriques
- Études dirigées
- Cas appliqués

## Méthodes et critères généraux d'évaluation

- Évaluations écrites



Code UE : PIS_GE_S5_PHYS1		Titre UE : SCIENCES PHYSIQUES 1		
Directeur du programme	<a href="mailto:florent.ravelet@ensam.eu">florent.ravelet@ensam.eu</a>			
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude	
Niveau L3	PIS-GE1 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français	
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre	
6	PARIS	109.5h	S5	
Mots-clés	<b>Électrocinétique, Électromagnétisme, Matériaux, Thermodynamique</b>			

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	



## Prérequis spécifiques

- ECUE Électrocinétique :
  - Notions d'électromagnétisme.
  - Outils mathématiques (dérivation, intégration, nombres complexes, vecteurs, équations différentielles).
  - Système d'unité SI.
- ECUE Électromagnétisme :
  - Bases mathématiques de calculs : Intégrales et dérivées, Fonctions trigonométriques.
- ECUE Introduction aux matériaux :
  - Mathématiques de base.
  - Bon sens, logique, concentration, goût de l'effort.
- ECUE Thermodynamique :
  - Les étudiants doivent connaître quelques bases mathématiques en analyse (dérivation, intégration, logarithmes, puissances, développements limités, ...) et si possible avoir des notions sur les fonctions de plusieurs variables (dérivées partielles, calcul différentiel).
  - Pour ceux, qui n'ont pas fait de thermodynamique, une mise à niveau [13,5h] est prévue.

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE Électrocinétique :
  - Maîtriser le vocabulaire associé à l'électrocinétique.
  - Comprendre les principes physiques régissant le comportement des circuits électriques.
  - Résoudre un circuit électrique (calculer des courants et/ou des tensions).
  - Mettre en œuvre les méthodes d'analyse des systèmes électriques.
- ECUE Électromagnétisme :
  - Connaître les principales lois de l'électromagnétisme.
  - En particulier :
    - Définir les champs et potentiels électrostatiques et magnétostatiques.
    - Utiliser les principes de symétries et d'invariances.
    - Définir et calculer les champs électromagnétiques et les potentiels électromagnétiques pour toutes distributions de courant et de charges, ainsi que les conditions de passages aux interfaces.
    - Connaître la théorie générale de l'induction.
- ECUE Introduction aux matériaux :
  - Faire le lien entre le type de matériau et ses propriétés macroscopiques (mécanique, thermique). Il devra en particulier être capable de faire la distinction entre les alliages métalliques, les polymères, les céramiques en termes de description microstructurale.
- ECUE Thermodynamique :
  - Avec un minimum de variables de pouvoir déterminer l'état et les échanges énergétiques d'un système sous des contraintes prédéfinies et souvent idéales
  - Construire une relation fondamentale à partir de données (équations d'état en particulier)
  - Utiliser une relation fondamentale pour obtenir une propriété particulière d'un système thermodynamique
  - Identifier les variables pertinentes d'un système et écrire les principes de thermodynamique de manière adaptée



## Description de l'UE

- ECUE Électrocinétique :
  - Tension et courant, lois des réseaux électriques.
  - Relation tension/courant pour les dipôles linéaires fondamentaux.
  - Circuit du 1er et du 2nd ordre.
  - Régime sinusoïdal forcé, notation complexe.
  - Puissances en régime sinusoïdal, théorème de Boucherot.
  - Techniques de résolution de circuit (Thévenin, Norton, Millman, superposition).
  - Montages à amplificateur opérationnels.
  - Régime déformé, théorème de Fourier.
  - Analyse fréquentielle, filtrage et diagramme de Bode.
  
- ECUE Électromagnétisme :
  - Définition du champ électrostatique :
    - Charge électrique.
    - Distribution de charges.
    - Loi de Coulomb.
    - Symétries et invariances.
  - Circulation et flux du champ électrostatique :
    - Théorème de Gauss.
    - Potentiel électrostatique.
    - Aspect énergétique.
    - Équation de poisson.
  - Champ Magnétostatique :
    - Courant électrique et distribution de courant.
    - Définition et expression du champ magnétostatique.
  - Lois de l'induction électromagnétique.
  
- ECUE Introduction aux matériaux :
  - Principales familles de matériaux en fonction de leurs propriétés physiques et mécaniques.
  - Description de la microstructure d'un matériau à l'équilibre thermodynamique : structure atomique, état amorphe/cristallin, définition des phases et des constituants, défauts à l'état solide.
  - Phénomènes liés aux transformations de microstructures des alliages métalliques.
  
- ECUE Thermodynamique :
  - Ce cours vise à donner les bases théoriques de la thermodynamique classique, qui seront mises en applications sur des cas plus concrets dans d'autres modules de la formation. Il permet de voir ou revoir les deux grands principes de la thermodynamique et de déterminer les grandeurs nécessaires pour étudier les échanges énergétiques d'un système. Les étudiants apprennent également à identifier les variables clés d'un problème donné et à adapter l'écriture des principes de la thermodynamique à ce contexte.
  - Détail :
    - Mise à niveau: Définitions et vocabulaire & Notion de pression + Exercices [3h] ; Notion de température & Loi des gaz parfaits + Exercices [3h] ; Premier principe + Exercices [3h] ; Transformations élémentaires + Exercices [3h] & Révisions [1,5h].
    - Cours Partie 1 : Fondamentaux: Premier principe (Introduction - Transformations élémentaires - Énoncé du premier principe) [1,5h] ; TD #1: premier principe [1,5h] ; Second principe (Nécessité d'un second principe - Énoncé - Cycle de Carnot - Entropie) [1,5h] ; TD #2: second principe et entropie [1,5h] ; Gaz réels (Diagramme



Clapeyron, Amagat - Effets de gaz réels - Van der Waals) [1,5h] ; TD #3: gaz réels [1,5h] ; Machines thermiques (Diagramme entropique - Inégalité de Clausius - Rendement et cycle des machines) [1,5h] ; TD #4: machines thermiques [1,5h].

- Cours Partie 2 : Thermodynamique avancée: Fonctions thermodynamiques (Transformations de Legendre – Relations de Maxwell - Exemple d'un fil et d'une pile) [1,5h] ; TD #5: fonctions thermodynamiques [1,5h] ; Potentiels thermodynamiques (Énergie potentielle - Potentiels thermodynamiques) [1,5h] ; TD #6: potentiels thermodynamiques [1,5h] ; Changement de phases (Changement solide/liquide/gaz - Courbe d'équilibre, point triple) [1,5h] ; TD #7: changements phases [1,5h] ; Systèmes ouverts (Premier et deuxième principes généralisés aux systèmes ouverts) [1,5h] ; TD #8 : systèmes ouverts.

## Ressources bibliographiques

- ECUE Électrocinétique
  - Circuits électriques et électroniques Volume 1 – Beauvillain R. ; Gié H. ; Sarmant J-P.
  - Génie Électrique – Christophe François.
  - Initiation à l'amplificateur opérationnel – André Dumas.
- ECUE Électromagnétisme :
  - CARDINI, S. Physique tout en un PC/PC\*.Edition DUNOD, 2016
  - CARDINI, S. Physique tout en un PSI/PSI\*. Edition DUNOD, 2017
  - CAPPE, C. Électromagnétisme. Edition DUNOD, 2019
  - FAROUX, J.P, RENAULT, J. Électromagnétisme. Edition DUNOD, 1994
- ECUE Introduction aux matériaux :
  - Précis de métallurgie, G. Maeder & J. Barralis, AFNOR, Édition Nathan, 2005.
  - Matériaux 1. Propriétés, applications et conception, M. Ashby, D. Jones, édition Dunod 2013.
  - Des Matériaux, J.-M. Dorlot & J.-P. Bailon, Édition de l'École Polytechnique de Montréal, 2010.
- ECUE Thermodynamique :
  - J.-P. Pérez, "Thermodynamique – Fondements et applications", Masson, 2ème édition, 1997
  - J. Boutigny, "Thermodynamique", Vuibert, 1986

## Méthodes générales d'enseignement

- ECUE Électrocinétique :
  - 10 séances de cours magistraux (10 x 1H30).
  - 8 séances de travaux dirigés en effectif réduit (8 x 1H30).
  - Le cours, de type « magistral », est rédigé au tableau et favorise la prise de note et les interactions entre le professeur et les étudiants.
  - Les sujets de TD sont distribués aux étudiants 1 semaine à l'avance afin d'être plus efficace lors des séances.
  - Des applications techniques et des simulations informatiques sont présentées pour appuyer les raisonnements et calculs mis en avant.
- ECUE Électromagnétisme :
  - Cours théoriques insistant sur les exemples du quotidien.
  - Travaux dirigés reprenant la méthodologie du cours à appliquer en exercices, permettant aux étudiants de résoudre les problèmes dans de nombreuses situations.



- ECUE Introduction aux matériaux :
  - Cours magistraux et TD
  - Classes inversées
  - Travail autonome
  
- ECUE Thermodynamique :
  - Le module est constitué d'une première partie de mise à niveau pour ceux qui n'ont pratiquement pas fait de thermodynamique auparavant (prévu pour moins de la moitié des étudiants).
  - La deuxième partie pour l'ensemble de la promotion est constituée d'une alternance entre cours et travaux dirigés (TD) en groupes (<24).
  - Le cours présente des notions nouvelles en mettant l'accent sur l'aspect qualitatif des phénomènes ou des équations. Cela permet de développer le "sens physique", la vue d'ensemble et l'intuition qui caractérisent l'ingénieur.
  - Les séances de travaux dirigés sont le moment privilégié pour mettre en pratique les notions présentées en cours. Elles sont l'occasion d'échanges et de discussions avec les encadrants. Les séances de travaux dirigés représentent environ 50% du volume horaire total. Elles sont précédées d'un travail personnel de préparation du TD.

## Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Électrocinétique :
  - 1 à 2 tests d'une quinzaine de minutes sur le cours de type QCM (10% de la note finale de l'UE)
  - 1 évaluation sous la forme d'une composition écrite de 2 heures en milieu d'UE (40%)
  - 1 examen final sous la forme d'une composition écrite de 2 heures (50%)
  
- ECUE Électromagnétisme :
  - Les modalités d'évaluation seront précisées par le responsable de l'ECUE en début de la séquence.
  
- ECUE Introduction aux matériaux :
  - Devoir sur table individuel
  - Contrôle continu
  
- ECUE Thermodynamique :
  - L'évaluation se fera à l'aide :
    - de la moyenne des deux tests écrits intermédiaires de 1,5h : 40%
    - de l'examen final écrit de 2h : 60%



<b>Code UE :</b> <b>PIS_GE_S6_GEOT2</b>	<b>Titre UE : GÉNIE ÉNERGÉTIQUE ET OUTILS TECHNOLOGIQUES 2</b>		
Directeur du programme	<a href="mailto:florent.ravelet@ensam.eu">florent.ravelet@ensam.eu</a>		
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude
Niveau L3	PIS-GE1 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre
3	PARIS	61h30	S6
Mots-clés	<b>Électrotechnique, Production et Stockage d'Énergie, Programmation Python</b>		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	x
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	X
	4.5 Mise en œuvre	X
	4.6 Exploitation	X
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	



## Prérequis spécifiques

- ECUE Électrotechnique :
  - Fonctionnement des circuits électriques.
- ECUE Production et Stockage d'Énergie :
  - Les outils mathématiques et physiques de bases.
  - Connaissance du système SI.
  - L'électrotechnique et ses composants.
- ECUE Programmation Python :
  - Mathématiques : arithmétique, récurrence
  - Informatique de base

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE Électrotechnique :
  - Maîtriser le vocabulaire associé à l'électrotechnique.
  - Comprendre les phénomènes mis en jeu dans cette discipline.
  - Participer au dimensionnement des équipements d'une installation électrique.
- ECUE Production et Stockage d'Énergie :
  - Maîtriser le vocabulaire associé aux notions de stockage et de production de l'énergie,
  - Comprendre les différents procédés existants,
  - Comparer diverses solutions en s'appuyant sur des critères objectifs,
  - Être capable d'appréhender les conséquences environnementales que peuvent entraîner des choix technico-économiques.
- ECUE Programmation Python :
  - Utiliser le shell Python en mode interactif pour des calculs élémentaires,
  - Comprendre les principes de bases sous-tendant la programmation en Python (e.g. langage interprété vs langage compilé),
  - Scripter des algorithmes élémentaires à l'aide de Python,
  - Maîtriser les bases de Numpy et Matplotlib.

## Description de l'UE

- ECUE Électrotechnique :
  - Puissances en régime sinusoïdal forcé (monophasé et triphasé).
  - Machines tournantes, principe de fonctionnement.
  - Généralité sur l'électronique de puissance.
  - Nomenclature des différents convertisseurs.
  - Nature des sources et des charges électriques.
  - Point et quadrant de fonctionnement.
  - Les interrupteurs de l'électronique de puissance.
  - Étude de structures élémentaires (hacheur série, onduleur, redressement non commandé et commandé).
  - Puissance en régime déformé et introduction à la problématique de la pollution harmonique des réseaux.
- ECUE Production et Stockage d'Énergie :
  - Études des procédés de stockage et production décentralisée d'énergie.
- ECUE Programmation Python :
  - Langage interprété vs langage compilé : avantages et inconvénients.
  - Le shell Ipython, bien plus qu'une simple calculatrice.
  - Types de données et variables en Python.

- Structure conditionnelles if... else et if... elif... else en Python.
- Boucles for et while.
- Numpy et np.array – les bases du calcul scientifique et de l'analyse de données en Python.
- Matplotlib – Visualiser des données expérimentales.

## Ressources bibliographiques

- ECUE Électrotechnique :
  - Électrotechnique – Luc Lasne.
  - Électronique de puissance – Jacques Laroche.
  - Génie électrique – Christophe François.
- ECUE Production et Stockage d'Énergie :
  - Le stockage de l'énergie/ Pierre ODRU / Dunod,
  - Les énergies renouvelables pour la production d'électricité / Léon FRERIS, David INFELD / Dunod
  - Le stockage de l'électricité / ouvrage collectif coordonnés par EDF / Lavoisier
  - <https://www.smartgrids-cre.fr/>
  - <https://sitelec.org/>
- ECUE Programmation Python :
  - Essentiellement des ressources internet proposées pendant la formation.

## Méthodes générales d'enseignement

- ECUE Électrotechnique :
  - 7 séances de cours magistraux (7 x 1H30).
  - 7 séances de travaux dirigés en effectif réduit (7 x 1H30).
  - Le cours, de type « magistral », est rédigé au tableau et favorise la prise de note et les interactions entre le professeur et les étudiants.
  - Les sujets de TD sont distribués aux étudiants 1 semaine à l'avance afin d'être plus efficace lors des séances.
  - Des applications techniques et des simulations informatiques sont présentées pour appuyer les raisonnements et calculs mis en avant.
- ECUE Production et Stockage d'Énergie :
  - 12 séances de Cours , soit 18 h d'enseignement.
- ECUE Programmation Python :
  - Cours théoriques
  - Travaux pratiques sur ordinateur

## Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Électrotechnique :
  - 1 à 2 tests d'une quinzaine de minutes sur le cours de type QCM (10% de la note finale de l'ECUE)
  - 1 évaluation sous la forme d'une composition écrite de 2 heures en milieu d'ECUE (40%)
  - 1 examen final sous la forme d'une composition écrite de 2 heures (50%)
- ECUE Production et Stockage d'Énergie :
  - Les étudiants seront soumis à une évaluation orale de présentation d'un travail effectué en groupe sur un thème défini, la présentation se fera devant l'ensemble des étudiants, une composition écrite d'analyse de documents composera l'examen final de cette ECUE.
- ECUE Programmation Python :
  - L'ensemble de la formation s'organise autour de cinq sujets de travaux pratiques principaux. Ces TP se font à l'aide de l'interface Spyder ou Jupyter Notebook, selon les préférences de chaque étudiant, et font chacun l'objet d'une évaluation séparée.



<b>Code UE :</b> <b>PIS_GE_S6_MANCOM2</b>	<b>Titre UE : MANAGEMENT ET COMMUNICATION 2</b>		
Directeur du programme	<a href="mailto:florent.ravelet@ensam.eu">florent.ravelet@ensam.eu</a>		
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude
Niveau L3	PIS-GE1 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre
3	PARIS	62h30	S6
Mots-clés	Langues, Organisation des Entreprises, Santé Sécurité au Travail, Recherche		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	X
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	X
	3.3 Communications en langues étrangères	X
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	X
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	X
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	X
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	



## Prérequis spécifiques

- ECUE Anglais 2 :
  - Niveau Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues : A2 minimum, B1 souhaité
- ECUE Présentation Recherche sur le Campus :
  - Pas de prérequis.
- ECUE Organisation Générale des Entreprises :
  - Pas de prérequis.
- ECUE Santé et Sécurité au Travail :
  - Pas de prérequis.

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE Anglais 2 (consolidation des acquis du semestre S5):
  - Axe 1 - Communiquer et interagir en anglais de manière crédible dans un environnement professionnel multiculturel
  - Axe 2 - Construire son projet professionnel et comment à se préparer à intégrer le monde du travail en France ou à l'étranger
- ECUE Présentation Recherche sur le Campus :
  - Avoir conscience de la présence des 6 laboratoires du Campus
  - Connaître l'organisation d'un laboratoire, le statut d'Enseignant/Chercheur, et d'un doctorant
- ECUE Organisation Générale des Entreprises :
  - Reconnaître l'organisation d'une entreprise, la positionner par rapport aux modes d'organisation classique et savoir se situer dans l'entreprise.
  - Comprendre l'évolution des contraintes économiques actuelles sur l'organisation de l'entreprise. Connaître et savoir expliquer les enjeux actuels de transformation des entreprises.
  - Connaître les outils de stratégies et savoir les utiliser. Décrire les différents business models.
  - Connaître des méthodologies d'organisation par exemple l'agilité.
- ECUE Santé et Sécurité au Travail :
  - Décrire une situation de travail
  - Identifier les risques professionnels
  - Faire l'analyse des risques professionnels liés à la situation de travail
  - Proposer des solutions en fonction de plusieurs critères
  - Sensibiliser ses équipes, parties prenantes, partenaires, clients aux risques
  - Veiller au respect des règles et des lois

## Description de l'UE

- ECUE Anglais 2 :
  - Consolidation des acquis du semestre S5
- ECUE Présentation Recherche sur le Campus :
  - Conférence inaugurale du directeur de campus (1h30),
  - Visite de 2 à 3 laboratoires en petits groupes par un binôme Enseignant/Chercheur et Doctorant (3h).

- ECUE Organisation Générale des Entreprises :
  - Contexte de l'entreprise - Les missions, le fonctionnement et Notions économique de l'entreprise.
  - Les enjeux de la transformation des entreprises en particulier l'industrie et son évolution.
  - Les différentes structures de l'entreprise - L'anatomie de l'organisation : les 5 parties de base (Henry Mintzberg).
  - Les outils de l'organisation (Processus et cartographie, Fiche de poste, Procédure ).
  - Le Business Model - Les différents Business models, Les propositions de la valeur, les formes de valeur.
  - Les fonctions dans l'entreprise et Culture d'entreprise.
  - Stratégie et les outils de la stratégie.(Chaîne de valeur (Porter), SWOT).
  - Environnement de l'entreprise (Force de la concurrence (Porter), Stratégie Océan Bleu ).
  - Méthode d'organisation du travail - Introduction à l'agilité. Agilité et Industrie.
- ECUE Santé et Sécurité au Travail :
  - Maîtriser l'histoire de la prévention
  - Connaître les dispositifs de la protection sociale en France
  - Connaître la législation en vigueur en matière de risques professionnels

## Ressources bibliographiques

- ECUE Anglais 2 :
  - Ressources transmises par l'intervenant.
- ECUE Présentation Recherche sur le Campus :
  - Sans objet.
- ECUE Organisation Générale des Entreprises :
  - Business Model nouvelle génération : Un guide pour visionnaires, révolutionnaires et challengers de Alexander Osterwalder
  - La méthode Value Proposition Design de Alexander Osterwalder
  - La Longue Traîne : Quand vendre moins, c'est vendre plus de Chris Anderson
  - Stratégie Océan Bleu : Comment créer de nouveaux espaces stratégiques de Renée Mauborgne et Chan Kim
  - Le personal MBA de JOSH KAUFMAN
  - Lean Startup : Adoptez l'innovation continue d'Eric Ries
  - Le Model Tesla de Michaël Valentin
- ECUE Santé et Sécurité au Travail :
  - Olivier Gauthey, Gaëtan Gibeault, Santé et sécurité au travail, 2015, Édition AFNOR
  - Mourey Mickael, Révolutionner la santé et la sécurité au travail-La nouvelle approche pour une gestion collective des risques dans l'entreprise, 2019, Édition DIATEINO
  - CAPSUR, Manager santé et sécurité au Travail - Pour une approche humaine de la prévention des risques: Pour une approche humaine de la prévention des risques, 2013, Edition DUNOD

## Méthodes générales d'enseignement

- ECUE Anglais 2 :
  - Méthodes identiques à celles du semestre S5.
- ECUE Organisation Générale des Entreprises :
  - Cours théoriques, études dirigées tous contextualisés par des exemples issus des relations des enseignants et dans lesquels les outils numériques sont privilégiés.
- ECUE Santé et Sécurité au Travail :
  - Méthode interrogative (pour partir des prérequis des étudiant.e.s)
  - Méthode transmissive (support PauvrePoint +vidéo)
  - Méthode expérimentale ( exposé, compte rendu, travaux en sous groupe)



## Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Anglais 2 : voir Anglais 1, semestre S5
- ECUE Présentation Recherche sur le Campus :
  - Non évalué, prépare aux J2A (S8) et à la Research Week (S9).
- ECUE Organisation Générale des Entreprises :
  - Évaluation individuelle - Examen de 2h : 60% de la note finale
  - Note de contrôle continu : 40% de la note finale
- ECUE Santé et Sécurité au Travail :
  - Examen type QCM

<b>Code UE :</b> <b>PIS_GE_S6_MATHS2</b>	<b>Titre UE : MATHEMATIQUES 2</b>		
Directeur du programme	<a href="mailto:florent.ravelet@ensam.eu">florent.ravelet@ensam.eu</a>		
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude
Niveau L3	PIS-GE1 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre
3	PARIS	40h	S6
Mots-clés	Équations Différentielles, Géométrie Analytique		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	
	2.3 Pensée systémique	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	X
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	



## Prérequis spécifiques

- ECUE Equations Différentielles :
  - Algèbre linéaire niveau L1/L2
  - Analyse niveau L1
  
- ECUE Géométrie Analytique :
  - Mathématiques niveau lycée
  - UE MATHS-1 GE1

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE Équations Différentielles :
  - Résoudre des équations différentielles du premier ordre linéaires et non-linéaires, homogènes/inhomogènes, autonomes/non autonomes
  - Résoudre des équations différentielles du second ordre linéaires, autonomes, homogènes/non homogènes
  - Résoudre des systèmes différentiels linéaires, autonomes et homogènes/non homogènes
  
- ECUE Géométrie Analytique :
  - Décrire les formes géométriques par leur équation cartésienne
  - Décrire les formes géométriques par leur équation paramétrique
  - Calculer et interpréter des produits scalaires et produits vectoriels

## Description de l'UE

- ECUE Équations Différentielles :
  - Fondements des équations différentielles à une variable réelle,
  - Initiation à la résolution numérique de ces équations différentielles ordinaires
  
- ECUE Géométrie Analytique :
  - Produit scalaire
  - Rappels de géométrie plane (triangles, cercles, similitudes, barycentre)
  - Géométrie analytique du plan
    - orthogonalité, distance et parallélisme
    - équations cartésiennes et équations polaires des droites et cercles
    - géométrie du plan complexe
  - Produit vectoriel et produit mixte
  - Géométrie analytique de l'espace
    - équations cartésienne des sphères et plans
    - distance d'un point à un plan
    - intersection de deux plans
  - Courbes paramétrées pour la conception (Splines, courbes de Bézier)

## Ressources bibliographiques

- ECUE Équations Différentielles :
  - BRONSON R. Équations Différentielles : Méthodes et applications, Mac Graw Hill Série Schaum, 1994
  - ARNOLD V. Équations Différentielles Ordinaires, Ellipse, 2012
  - BENZONI-GAVAGE S. Calcul différentiel et équations différentielles, 2nd Edition, Dunod
  
- ECUE Géométrie Analytique :
  - Daniel Duverney et al., Toutes les mathématiques. Ellipses. 2021
  - Frédéric Holweck et Jean-Noël Martin, Géométries pour l'ingénieur. Ellipses. 2013



## Méthodes générales d'enseignement

- ECUE Équations Différentielles :
  - cours théoriques, études dirigées, illustrations par des cas appliqués (mécaniques des solides / fluides, électricité, vibrations, élasticité)
- ECUE Géométrie Analytique :
  - Cours magistraux et travaux dirigés.

## Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Équations Différentielles :
  - Les modalités d'évaluation seront précisées par le responsable de l'Unité d'Enseignement en début de la séquence.
- ECUE Géométrie Analytique :
  - Les modalités d'évaluation seront précisées par le responsable du cours en début de la séquence.



Code UE : PIS_GE_S6_PHYS2	Titre UE : PHYSIQUE 2		
Directeur du programme	<a href="mailto:florent.ravelet@ensam.eu">florent.ravelet@ensam.eu</a>		
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude
Niveau L3	PIS-GE1 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre
6	PARIS	128h	S6
Mots-clés	Aérodynamique, Mécanique des matériaux, Mécanique des Fluides, Mécanique des Milieux Indéformables, Moteur thermique		

### Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneurat en ingénierie	



## Prérequis spécifiques

- ECUE Aérodynamique :
  - Bases de la mécanique du solide et de la mécanique des fluides
  - Calcul vectoriel
  - Calcul différentiel et intégral
- ECUE Mécanique des matériaux :
  - Mathématiques de base
  - Bon sens, logique, concentration, goût de l'effort
- ECUE Mécanique des Fluides :
  - Mécanique du point
  - Algèbre linéaire
  - Équations différentielles
  - Équations aux dérivées partielles
- ECUE Mécanique des Milieux Indéformables :
  - Connaissance de base en calculs vectoriels (vecteurs, projection, produit vectoriel)
  - Bases de mécanique du point
- ECUE Moteur thermique :
  - Thermodynamique, UE PHYS1 du semestre S5

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE Aérodynamique :
  - Évaluer les efforts aérodynamiques sur un objet
  - Déterminer les phénomènes fondamentaux à l'origine de ces effets (viscosité, pression, tourbillons marginaux)
  - Utiliser les nombres sans dimension pertinents en aérodynamique
  - Évaluer des épaisseurs de couche limite et calculer numériquement un profil de couche limite laminaire
- ECUE Mécanique des matériaux :
  - Faire le lien entre le type de matériau et ses propriétés macroscopiques (mécanique)
- ECUE Mécanique des Fluides :
  - Distinguer les notions de forces, énergie et puissance.
  - Démontrer les principaux théorèmes (hydrostatique et Bernoulli)
  - Appliquer les résultats théoriques à des problèmes concrets: vidange, vélocimétrie, propulsion, dimensionnement de pompes, production et transport d'énergie.
- ECUE Mécanique des Milieux Indéformables :
  - Modéliser et analyser les efforts maintenant à l'équilibre un système mécanique rigide
  - Analyser l'effet de l'adhérence sur l'équilibre statique
  - Modéliser et analyser les mouvements d'un système mécanique rigide indépendamment de leur cause
  - Analyser et identifier un mécanisme
- ECUE Moteur thermique :
  - Appliquer les notions de thermodynamique aux moteurs thermiques.
  - Dimensionner un moteur
  - Estimer la consommation d'un moteur thermique
  - Distinguer les notions d'énergie et puissance.



## Description de l'UE

- ECUE Aérodynamique :
  - Le programme de l'UE comprendra les éléments suivants :
    - Introduction : qu'est-ce que l'aérodynamique ?
    - Rappel des équations de la mécanique des fluides
    - La similitude en aérodynamique : nombre de Mach, nombre de Reynolds, coefficients aérodynamiques
    - Coefficients aérodynamiques d'un profil isolé
    - Aile d'allongement fini : traînée induite
    - Traînée de frottement et couche limite
    - Équations de Blasius – Couche limite de Prandtl
- ECUE Mécanique des matériaux :
  - Notions de base sur les propriétés mécaniques des matériaux (élasticité , plasticité)
  - Mécanismes physiques qui gouvernent le comportement mécanique des matériaux
  - Méthodes de caractérisation mécanique
- ECUE Mécanique des Fluides :
  - Hydrostatique
  - Théorème de Bernoulli
  - Analyse dimensionnelle
  - Bilan global de quantité de mouvement
  - Force de viscosité et équations de Navier-Stokes
- ECUE Mécanique des Milieux Indéformables :
  - Torseurs
  - Statique : description des efforts et des liaisons mécaniques entre des pièces
  - Cinématique : description des champs de vitesses et d'accélération d'un objet
  - Cinétique : description des inerties d'un objet
  - Dynamique : expression du principe fondamental de la mécanique aux solides de dimensions finies. Lien entre les efforts, les inerties, et le mouvement.
- ECUE Moteur thermique :
  - Au delà de l'intérêt industriel des cas abordés, l'objectif ici est de renforcer les connaissances de l'étudiant.e sur la thermodynamique, discipline difficile mais fondamentale dans le cursus GE.
  - Après une première partie dédiée au moteur idéal (avec des rappels sur les gaz parfaits), les exemples concrets seront abordés:
    - moteurs à pistons, essence et diesel, avec une introduction à la combustion
    - moteurs turbines à gaz, avec une application au moteur à réaction
    - moteurs turbines à vapeur, avec une introduction aux changements de phase.

## Ressources bibliographiques

- ECUE Aérodynamique :
  - J.D. Anderson, "Fundamentals of Aerodynamics", McGraw-Hill
  - John J. Bertin & Michael L. Smith, « Aerodynamics for engineers », Prentice Hall
  - P. Chassaing, « Mécanique des fluides, éléments d'un premier parcours », Cépaduès-Éditions
  - I.H. Abbott, A.E. von Doenhoff, "Theory of wing sections", Dover publications
  - [http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/free\\_downloads.htm](http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/free_downloads.htm)
- ECUE Mécanique des matériaux :
  - Précis de métallurgie, G. Maeder & J. Barralis, AFNOR, Édition Nathan, 2005.
  - Matériaux 1. Propriétés, applications et conception, M. Ashby, D. Jones, édition Dunod 2013.
  - Des Matériaux, J.-M. Dorlot & J.-P. Bailon, Édition de l'École Polytechnique de Montréal, 2010.
- ECUE Mécanique des Fluides :
  - Étienne Guyon, Jean-Pierre Hulin, Luc Petit Hydrodynamique physique Collection: Savoirs Actuels

- ECUE Mécanique des Milieux Indéformables :
  - Guide de mécanique, J.-L. Fanchon, Nathan, 2008
  - Mécanique pour l'ingénieur : statique (vol1) et dynamique (vol 2), F.-P. Beer et al., De Boeck, 2009
  - Engineering Mechanics: Statics (vol1) and Dynamics (vol2), R.C. Hibbeler, Prentice Hall, 2012
- ECUE Moteur thermique :
  - Thermodynamics: An Engineering Approach de Yunus Cengel et Michael Boles publié par McGraw-Hill Education

## Méthodes générales d'enseignement

- ECUE Aérodynamique :
  - Séances de cours magistraux avec mise en application pendant des séances d'exercices dirigés
  - En CM, illustration des notions importantes par des applications concrètes et avec applications numériques
  - Recours à des outils numériques (python) notamment pour les calculs de couche limite
  - Utilisation de la plateforme d'apprentissage en ligne SAVOIR ([savoir.ensam.eu](http://savoir.ensam.eu))
- ECUE , Mécanique des matériaux :
  - Cours magistraux et TD
  - Classes inversées
  - Travail autonome
- ECUE Mécanique des Fluides :
  - CM, TD, TP
- ECUE Mécanique des Milieux Indéformables :
  - Cours magistraux et TD
- ECUE Moteur thermique :
  - Cours théoriques, études dirigées.

## Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Aérodynamique :
  - Un test intermédiaire en temps limité pour évaluer essentiellement l'acquisition les éléments présentés en CM à mi-parcours
  - Un test final en temps limité pour évaluer l'acquisition des notions présentée sur toute l'UE - CM + ED
- ECUE Mécanique des matériaux :
  - Devoir sur table individuel
  - Contrôle continu
- ECUE Mécanique des Fluides :
  - Les modalités sont précisées en début de semestre par l'enseignant responsable de l'ECUE
- ECUE Mécanique des Milieux Indéformables :
  - Les modalités sont précisées en début de semestre par l'enseignant responsable de l'ECUE
- ECUE Moteur thermique :
  - Deux épreuves écrites. Un test à mi-parcours suivi d'un examen final qui porte sur l'ensemble du cours.



<b>Code UE :</b> <b>PIS_GE_S7_MANCOM3</b>	<b>Titre UE : MANAGEMENT ET COMMUNICATION 3</b>		
Directeur du programme	<b><u>florent.ravelet@ensam.eu</u></b>		
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude
Niveau M1	PIS-GE2 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre
4	PARIS	92h30	S7
Mots-clés	<b>Anglais, Entrepreneuriat, Innovation Technologique, Travail en Equipe</b>		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	
	2.3 Pensée systémique	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	X
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	X
	3.3 Communications en langues étrangères	X
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	X
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	X



## Prérequis spécifiques

- ECUE Anglais 3 :
  - Niveau Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues : B1
- ECUE Communication : travail en équipe :
  - Avoir compris comment entrer en relation avec l'autre, oser poser des questions, (assertivité),
  - Connaître ses motivations, ses valeurs au travail
- ECUE Projet Entreprenariat 1 :
  - Pas de prérequis particuliers pour ce module.
- ECUE Entreprenariat et Innovation Technologique (focus écologie) :
- ECUE Propriété Intellectuelle :
  - Des connaissances technologiques de base sont recommandées pour faciliter la compréhension des études de cas et des projets. Aucun prérequis juridique spécifique.

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE Anglais 3 :
  - Axe 1 - Communiquer et interagir en anglais de manière crédible dans un environnement professionnel multiculturel
    - Développer des stratégies de compensation linguistique pour répondre à une situation inconnue.
    - Produire et gérer une présentation technique et /ou professionnelle devant un auditoire (client / équipe technique / direction...) :
      - S'adapter à des publics de cultures différentes, de statuts hiérarchiques différents.
      - Gérer la communication non-verbale.
      - Convaincre ses interlocuteurs.
    - Animer et participer à une réunion de travail :
      - Argumenter son point de vue.
      - Prendre part à des négociations.
      - Proposer des solutions à un problème technique.
      - Adopter une attitude propice aux débats et à la résolution de conflits.
    - Utiliser les outils de communication à distance
      - Adopter un registre de langage approprié dans la correspondance professionnelle (lettre formelle, e-mail, ...).
  - Axe 2 - Construire son projet professionnel et comment à se préparer à intégrer le monde du travail en France ou à l'étranger
    - Construire un dossier professionnel en anglais :
      - Rédiger un CV en anglais.
      - Analyser une offre d'emploi afin de discerner les besoins de l'entreprise.
      - Rédiger une lettre de motivation en anglais en adéquation avec l'offre.
    - Se mettre en situation d'entretien
      - Entretien d'embauche en mettant en évidence ses atouts (académiques, personnels et professionnels).
      - Répondre clairement et de manière structurée en anglais aux recruteurs.
    - Exploiter les acquis des périodes en entreprise
      - Analyser l'expérience en milieu de travail.
      - Valoriser les compétences acquises.
  - Axe 3 - Fonctionner dans un environnement professionnel international, en tenant compte des différences culturelles afin de savoir résoudre les problèmes interculturels
    - Identifier / reconnaître les différences culturelles afin d'éviter les malentendus, et de commettre des impairs.

- Adapter son comportement et son langage à un interlocuteur anglophone (clients, etc).
  - Comprendre le fonctionnement de l'entreprise et savoir s'y adapter.
- ECUE Communication : travail en équipe :
    - Connaître les mécanismes de la cohésion d'équipe
    - Développer sa communication dans l'équipe
    - Connaître les méthodes de prise de décision
    - Savoir organiser une réunion
    - Acquérir des techniques de créativité
    - Acquérir des outils pour gérer son stress et les conflits
    - Savoir prendre la parole en public
    - Savoir argumenter
    - Se familiariser avec les principes fondamentaux de la dynamique de groupe pour s'intégrer et se positionner dans une équipe de travail
  - ECUE Projet Entreprenariat 1 :
    - Appliquer une méthodologie de conception
    - Savoir concevoir un concept de produit et/ou service
    - Effectuer un business plan
    - Gérer un projet
    - Réaliser une analyse concurrentielle
  - ECUE Entreprenariat et Innovation Technologique (focus écologie) :
  - ECUE Propriété Intellectuelle :
    - Comprendre les enjeux et les mécanismes de base de la propriété intellectuelle, en particulier des brevets d'invention.
    - Comprendre les effets des droits de propriété intellectuelle sur un marché.
    - Comprendre les étapes essentielles de la procédure de dépôt de brevet et les critères de brevetabilité.
    - Analyser les risques de contrefaçon et les mécanismes de protection.

## Description de l'UE

- ECUE Anglais 3 :
  - Axe 1
    - Développer des stratégies de compensation linguistique.
    - Présenter une entreprise multinationale et utiliser les compétences de techniques de présentation étudiées et pratiquées en année 1.
    - Présentation d'une entreprise multinationale (produits, organisation du groupe, concurrence, chiffres, stratégies, etc).
  - Axe 2
    - Construire un dossier professionnel / Se mettre en situation d'entretien.
    - Suite du travail initié en année 1, en lien avec l'évolution du profil professionnel de l'apprenti.
  - Axe 3
    - Identifier/reconnaître les différences culturelles afin d'éviter les malentendus.
    - Différences interculturelles dans le monde du travail.
    - Comprendre le fonctionnement d'une entreprise du monde anglo-saxon / Adapter son comportement et son langage à un interlocuteur anglophone.
  - Études de cas, jeu de rôle dans le cadre du domaine de l'entreprise (services RH, qualité, marketing, R&D) pour réfléchir à comment s'adapter aux différentes cultures d'entreprise.
  - Améliorer sa maîtrise des outils de communication à distance.
  - Lexique : anglais des affaires et de l'entreprise
  - Passage du test TOEIC en fin d'année 2, avec score de 785/990 minimum requis pour valider le niveau B2 en anglais. Les apprenti(e)s n'ayant pas atteint ce niveau en cours d'année 2 seront inscrits en année 3 à un cours de préparation intensif afin que le niveau B2 soit atteint et validé à la fin du semestre S9.



- ECUE Communication : travail en équipe :
  - CM1 : LE TRAVAIL EN ÉQUIPE
    - Les principes fondamentaux de l'équipe
    - Les caractéristiques de l'équipe
    - La communication dans l'équipe
  - CM2 : LE TRAVAIL EN ÉQUIPE
    - La contribution individuelle et collective
    - Les profils de contribution et le rôle de chacun
  - CM3 : LE TRAVAIL EN ÉQUIPE
    - La prise de décision et ses étapes
    - L'esprit d'équipe et la cohésion
    - L'écoute au sein de l'équipe
  - CM4 : PRÉPARATION ET CONDUITE DE RÉUNION : Les méthodes et outils pour préparer une réunion
    - Les différents types de réunions
    - Les facteurs de réussite d'une réunion
    - L'animation d'une réunion
    - Le compte rendu
  - CM5 : LE BRAINSTORMING
    - Description de la Méthode
    - Objectifs du brainstorming
    - Animation de séances de Brainstorming
  - CM6 : LA GESTION DU STRESS
    - Savoir identifier les situations de stress
    - Comprendre les principaux mécanismes et effets du stress
    - Identifier sa réaction face au stress
    - Découvrir les outils de gestion du stress
  - CM7 : LA GESTION DE CONFLITS
    - Cerner la notion de conflit
    - Comprendre les ingrédients d'un conflit
    - Le triangle de Karpman
    - Découvrir les outils d'évitement et de gestion de conflits
  - CM8 : LA PRISE DE PAROLE EN PUBLIC
    - Communication verbale et non verbale
    - Regarder, se laisser regarder
    - Structurer son discours pour mettre en avant les informations que l'on désire communiquer en priorité
    - Adapter sa prise de parole à son public
  - CM9 : LA PRISE DE PAROLE EN PUBLIC
    - Savoir garder la maîtrise de ses propos sans se laisser déstabiliser par les imprévus
    - Gérer son stress et son trac / Gérer le temps lors d'une intervention
    - Gérer ses supports
    - S'entraîner à la prise de parole en public par des mises en situation
  - CM 10 : L'ARGUMENTATION DE PROJET
    - Savoir présenter un projet d'équipe de manière argumentée
    - Découvrir des stratégies d'argumentation
    - Persuader, convaincre et défendre un projet
- ECUE Projet Entreprenariat 1 :
  - Management de projet
  - Innovation / créativité
  - Analyse systémique
  - Analyse de risques
  - Design d'expérience
  - Conception
  - Développement d'activité
  - Produit, service ou produit/service



- ECUE Entrepreneuriat et Innovation Technologique (focus écologie) :
- ECUE Propriété Intellectuelle :
  - Introduction à la propriété intellectuelle
    - Les droits de Propriété Intellectuelle
    - Les interlocuteurs
    - Introduction au système des brevets d'invention
  - La propriété intellectuelle dans un contexte économique
    - Introduction à la stratégie
    - Analyse externe et influence des droits de Propriété Intellectuelle
    - Analyse interne et influence des droits de Propriété Intellectuelle
  - L'obtention d'un brevet
    - Les principales étapes de la procédure de délivrance
    - La recherche préliminaire
    - Les conditions de brevetabilité
    - Les inventeurs salariés
  - La contrefaçon des brevets
    - La portée de la protection
    - Les remèdes pour éviter les sanctions
  - La gestion de la confidentialité dans un projet

## Ressources bibliographiques

- ECUE Anglais 3 :
  - Ressources transmises par l'intervenant
- ECUE Communication : travail en équipe :
  - Le travail en équipe de Roger Mucchielli
  - Une logique de la communication de Paul Watzlawick
  - Savoir argumenter de Renée et Jean Simonet
  - Rhétorique et Topiques, Aristote
- ECUE Projet Entrepreneuriat 1 :
  - Chaque enseignant propose une liste spécifique de bibliographie en fonctions des thématiques traitées et des outils utilisés.
  - Entrepreneuriat, Catherine Léger-Jarniou, Gilles Certhoux, Jean-Michel Degeorge, Nathalie Lameta, Hervé Le Goff, Dunod, 2016
  - Business plan, de l'idée à la création, Catherine Léger-Jarniou, Georges Kalousis, Dunod, septembre 2021
- ECUE Entrepreneuriat et Innovation Technologique (focus écologie) :
- ECUE Propriété Intellectuelle :
  - P. Mathély (1992). Le nouveau droit français des brevets d'invention. Broché.
  - N. Binctin (2015). Stratégie d'entreprise et propriété intellectuelle. Lextenso.
  - C. de Grosset-Fournier, A. Dacheux (2012). Le brevet d'invention guide pratique en 101 questions. Tec & Doc Lavoisier.
  - C. de Le Bas Christian, P. Corbel (2000). Les nouvelles fonctions du brevet. Economica.
  - A. Jack (2016). Innovation: Inventions Impressionnants: Idées Innovateurs et Entreprises qui ont Changé le Monde. Albert Jack Publishing.

## Méthodes générales d'enseignement

- ECUE Anglais 3 :
  - Travail des 5 activités langagières, avec une priorité donnée aux compétences d'expression orale.
  - NB - Les 5 compétences, ou activités langagières, dans l'enseignement des langues sont : l'expression orale en interaction (dialoguer), l'expression orale en continu (s'exprimer à l'oral au sujet de ...), la compréhension de l'oral, l'expression écrite, la compréhension de l'écrit.

- L'approche pédagogique se fait au travers de mises en situation qui permettent aux élèves de développer les activités langagières mentionnées ci-dessus autour de thématiques ciblées, selon les semestres.
- ECUE Communication : travail en équipe :
  - Expérimentation en sous-groupes
  - Études de cas
  - Tests
  - Analyse feed-back
- ECUE Projet Entreprenariat 1 :
  - Travail autonome en groupe supervisé par plusieurs enseignants
  - Usage de la plateforme pédagogique SAVOIR
- ECUE Entreprenariat et Innovation Technologique (focus écologie) :
- ECUE Propriété Intellectuelle :
  - 9 heures de cours magistraux (CM)
  - 3 heures de travaux dirigés (TD) par groupe
  - Projet pratique par groupe de 5 étudiants
  - 2 heures et 30 minutes de soutenance

## Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Anglais 3 :
  - Suite du travail initié en année 1, en lien avec l'évolution du profil professionnel de l'apprenti(e).
  - Évaluation : Présentation orale d'une entreprise multinationale (produits, organisation du groupe, concurrence, chiffres, stratégies, etc).
  - Évaluation écrite / orale : Rédaction d'un CV / lettre de motivation / simulation d'entretien d'embauche
  - Évaluation Mises en situation (réunion, présentation, rapport, etc)
  - Évaluation écrite/orale : Mises en situation et application des notions interculturelles et du lexique adapté
- ECUE Communication : travail en équipe :
  - Examen
- ECUE Projet Entreprenariat 1 :
  - Livrable 1, semestre S7 : cahier des charges du produit ou service à développer.
  - 5 grandes thématiques sont à explorer par les étudiants : utilité pour les usagers, viabilité économique, caractère innovant.
- ECUE Entreprenariat et Innovation Technologique (focus écologie) :
- ECUE Propriété Intellectuelle :
  - Soutenance orale du projet par groupe (20 minutes par groupe : 10 minutes de présentation + 10 minutes de questions)
  - Critères d'évaluation :
    - Pertinence des choix stratégiques
    - Explications claires et argumentées des choix
    - Identification de l'environnement économique et des leviers de propriété intellectuelle
    - Analyse des risques et opportunités associés



Code UE : <i>PIS_GE_S7_MATHPHYS</i>	Titre UE : MATHÉMATIQUES & PHYSIQUE		
Directeur du programme	<a href="mailto:florent.ravelet@ensam.eu">florent.ravelet@ensam.eu</a>		
Année d'étude	Cycle	Type	Langue d'étude
Niveau M1	PIS-GE2 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre
5	PARIS	108h	S7
Mots-clés	Acoustique, Mathématiques numériques, Mécanique des Milieux Continus, Statistiques et Probabilités		

**Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)**

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	x
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	x
	2.3 Pensée systémique	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	x
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	x
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	x
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	x
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneurat en ingénierie	



## Prérequis spécifiques

- ECUE Acoustique :
  - Transformée de Fourier
  - Math niveau bac +3
- ECUE Mathématiques numériques :
  - Mathématique, algèbre linéaire et équations différentielles
  - Introduction à Python (1ere année)
- ECUE Mécanique des Milieux Continus :
  - Mathématique niveaux L2 (diagonalisation d'une matrice, opérateurs différentiels)
  - Mécanique du point et résistance des matériaux
- ECUE Statistiques et Probabilités :
  - Niveau de Mathématiques de Terminale
  - Équiprobabilité, arbres de décision, outils de dénombrement

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE Acoustique :
  - Intégrer les contraintes sonores dans les phases de conception et de réalisation de produits, de salles ou d'environnements. Ces contraintes peuvent être d'ordre perceptif (gêne ressentie), environnemental (pollution sonore) ou législatif (respect des normes, des labels acoustiques, ...).
  - Déterminer les sources de bruit, de les mesurer en vue de valider les normes et le cahier des charges relatif aux aspects acoustiques et environnementaux, et, également d'apporter des solutions aux problèmes de bruit.
- ECUE Mathématiques numériques :
  - Traduire un problème physique en algorithme puis en programme python
  - Exploiter des résultats pour argumenter une réponse
  - Reproduire les simulations numériques marquantes dans l'histoire des sciences
  - Résoudre des problèmes non-analytiques rencontrés dans sa formation
  - Evaluer la pertinence d'un résultat de simulation numérique.
- ECUE Mécanique des Milieux Continus :
  - Comprendre et résoudre un problème simplifié de mécanique des milieux continus en élasticité linéaire
  - En particulier :
    - Poser les équations d'un problème de mécanique des milieux continus en élasticité linéaire infinitésimale ;
    - Résoudre le système d'équations correspondant pour donner dans les cas de sollicitation simple (traction/compression, flexion, torsion, etc.) les champs solutions (déplacement, déformation et contrainte) ;
    - Mobiliser des notions de base pour le dimensionnement en plasticité.
- ECUE Statistiques et Probabilités :
  - Calculer la probabilité d'un événement à partir d'une loi de distribution donnée sous la forme d'un tableau de fréquences ou d'une fonction densité de probabilité.
  - Estimer, par un intervalle de confiance, une moyenne, une variance ou une proportion.
  - Faire un test statistique de conformité d'une moyenne, d'une variance ou d'une proportion par rapport à une valeur donnée.
  - Faire un test statistique de comparaison de la moyenne, de la variance ou d'une proportion entre deux populations.
  - Estimer l'adéquation statistique entre le comportement d'une population et une loi donnée.



## Description de l'UE

- ECUE Acoustique :
  - Cours 1 : Introduction - Définition concepts et vocabulaire
  - Cours 2 et 3 : Acoustique physique
  - Cours 4 : Acoustique perceptive
  - TD1
  - Test : QCM sans document
  - Cours 5 : Mesures
  - Cours 6 : Bruit des machines
  - TD2 : préparation TP
  - TP + rendu CR
  - TD3
  - Évaluation
  
- ECUE Mathématiques numériques :
  - Méthode itératives
  - Introduction à l'architecture des ordinateurs, précision et vitesse de calculs
  - Équations différentielles
  - Équations aux dérivées partielles
  - Introduction à l'analyse numérique
  - Étude de systèmes couplés
  - Étude d'un système thermodynamique avec coefficients non constants
  
- ECUE Mécanique des Milieux Continus :
  - Mécanique des milieux continus
  
- ECUE Statistiques et Probabilités :
  - Introduction aux Statistiques descriptives :
    - Notion de population, d'échantillon, de modalité, d'effectif
    - Description d'une population par des outils statistiques (moyenne, écart-type, tableau de fréquences, centiles)
    - Couple de modalités (tableau à double entrée, covariance, indépendance, corrélation)
  - Probabilités, connaissances de base :
    - Arbres de décision,
    - cas équiprobables,
    - éventualité, événement, approche ensembliste,
    - formule de Bayes, formule des probabilités totales,
    - outils de dénombrement
  - Notions étendues de Probabilités :
    - Tribu, tribu borélienne, espace probabilisable, mesure de probabilité, espace probabilisé, application réciproque, variable aléatoire discrète/continue
    - Fonction de répartition, fonction densité de probabilité
    - Couple de variables aléatoires, densité jointe, densité marginale, covariance, indépendance
    - Convergence en loi, en probabilité, théorème central limite, loi faible des grands nombres
  - Statistiques inférentielles :
    - Notion d'estimateur statistique, biais, estimateur efficace
    - Estimation par intervalle de confiance d'une moyenne, d'une variance, d'une proportion
    - Test de conformité d'une moyenne, d'une variance, d'une proportion
    - Test de comparaison d'une moyenne, d'une variance, d'une proportion
    - Test d'adéquation à une loi



## Ressources bibliographiques

- ECUE Acoustique :
  - CETIM informations n° spécial, octobre 1978,
  - Acoustique et bâtiment, B. Grehant, Lavoisier, 1994
  - Acoustique industrielle et environnement, P. Liénard, P. François, Eyrolles, 1983
  - Acoustique des salles, Jouhaneau
  - Acoustique industrielle et aéroacoustique, S. Levy, Hermès, 2001
  - Introduction aux théories de l'acoustique, Bruneau, Université du Maine, 1983
  - Manuel d'acoustique fondamentale, Bruneau, ed. Hermès, 1988
- ECUE Mathématiques numériques :
  - Essentiellement des ressources internet proposées pendant la formation
- ECUE Mécanique des Milieux Continus :
  - "Introduction à la mécanique des matériaux et des structures", Michel DUPEUX, Dunod Edt., Paris, 292 pages (2009).
  - « Mécanique des solides déformables » Christophe Bacon, Hermes Science Publications
- ECUE Statistiques et Probabilités :
  - Polycopié de cours

## Méthodes générales d'enseignement

- ECUE Acoustique :
  - Cours Magistraux
  - TD études de cas sur l'absorption et l'isolation acoustique
  - TP : analyse vibratoire d'une machine tournante et propagation aérienne sur l'efficacité d'un haut-parleur et sur l'absorption de matériau.
- ECUE Mathématiques numériques :
  - Cours théoriques, travaux pratiques sur ordinateur.
  - Travail de groupe et étude d'articles en anglais.
- ECUE Mécanique des Milieux Continus :
  - Cours théoriques, études dirigées et enseignements projets, tous contextualisés par des exemples issus des relations industrielles des enseignants et dans lesquels les outils numériques sont privilégiés.
- ECUE Statistiques et Probabilités :
  - 7 séance de Cours Magistraux
  - 12 séances de Travaux Dirigés

## Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Acoustique :
  - Test : QCM sans document sur les généralités en acoustique
  - Évaluation : questions de cours et applications directement liées au cours – avec documents .
  - CR de TP : travail par groupe de 3 : rédaction de CR de TP en utilisant une démarche d'ingénieur.
- ECUE Mathématiques numériques :
  - Une évaluation de projet en groupe et une épreuve théorique individuelle.
- ECUE Mécanique des Milieux Continus :
  - Les modalités d'évaluation seront précisées par le responsable de l'ECUE au début de la séquence.
- ECUE Statistiques et Probabilités :
  - 1 test de mi-parcours
  - 1 examen de fin de parcours



Code UE : PIS_GE_S7_SI1		Titre UE : SCIENCES APPLIQUÉES POUR L'INGÉNIEUR 1		
Directeur du programme	<b>florent.ravelet@ensam.eu</b>			
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude	
Niveau M1	PIS-GE2 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français	
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre	
6	PARIS	110h30	S7	
Mots-clés	Automatique, Transfert thermique, Turbomachines incompressibles et cavitation, Turbomachines compressibles, Simulation numérique d'écoulement fluide (CFD)			

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	x
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	x
	2.3 Pensée systémique	x
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	x
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	x
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	x
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneurat en ingénierie	



## Prérequis spécifiques

- ECUE Automatique :
  - Mathématique 1A
  - Mécanique 1A
- ECUE Transfert thermique :
  - Thermodynamique (S5)
  - Mécanique des fluides (S6)
  - Équations différentielles (S6)
- ECUE Turbomachines Incompressibles et Cavitation :
  - Changements de référentiel, coordonnées cylindriques
  - Trigonométrie, addition de vecteurs
  - Mécanique des fluides de 1ère année: propriétés physique de l'eau et de l'air, relation de Bernoulli généralisée
  - Thermodynamique des systèmes ouverts, 1er principe
  - Lecture attentive de documents soigneusement rédigés en français, maîtrise de la ponctuation et des modes grammaticaux
  - Grandeurs, unités, analyse dimensionnelle et similitude
- ECUE Turbomachines compressibles :
  - Thermodynamique (S5)
  - ECUE Turbomachines Incompressibles et Cavitation
- ECUE Simulation numérique d'écoulement fluide (CFD) :
  - ECUE Turbomachines Incompressibles et Cavitation

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE Automatique :
  - Comprendre le vocabulaire spécifique à l'automatique et discuter avec des automaticiens
  - Utiliser les outils spécifiques à l'automatique
  - Comprendre un système de régulation en boucle fermée
  - Dimensionner le correcteur d'un système régulé
  - Lire et tracer le comportement fréquentiel d'un système
- ECUE Transfert thermique :
  - Distinguer les principes physiques, les hypothèses et définitions.
  - Distinguer les différents modes de transferts et leur pertinence dans des situations concrètes
  - Utiliser l'analyse dimensionnel pour interpréter des lois d'échelle
  - Dimensionner un échangeur de chaleur, une cheminée d'évacuation des fumées, une ailette de refroidissement, une installation d'eau chaude sanitaire...
- ECUE Turbomachines incompressibles et cavitation :
  - A l'issue de l'ECUE, l'étudiant sera capable de comprendre, modéliser et analyser le fonctionnement d'une turbomachine en régime incompressible échangeant de l'énergie mécanique avec l'extérieur, en particulier :
    - Calculer des bilans d'énergie mécanique sur la turbomachine;
    - Classer les différents types de turbomachines selon le sens du transfert d'énergie (machine réceptrice ou génératrice d'énergie mécanique), selon leur géométrie (machine radiale, mixte ou axiale) et selon le régime d'écoulement (compressible ou incompressible)
    - Utiliser la théorie des similitudes dans le cadre des turbomachines

- Proposer le dimensionnement à partir de l'analyse du cahier des charges d'un étage de turbomachine, en mettant en place une démarche de résolution adéquate
  - Prendre en compte une problématique de cavitation dans un circuit hydraulique
- ECUE Turbomachines compressibles :
    - Comprendre, modéliser et analyser les spécificités de fonctionnement liée au régime compressible dans un étage de turbomachine fonctionnant en gaz parfait, en particulier :
      - Variations de pression et de température
      - Nombre de Mach,
      - Ondes de choc, et phénomène de blocage sonique
      - Cycles thermodynamiques associés, calculs d'énergie échangée et rendement
  - ECUE Simulation numérique d'écoulement fluide (CFD) :
    - Caractériser le fonctionnement d'une turbine hydraulique axiale au moyen d'outils de simulation numérique en mécanique des fluides (CFD).

## Description de l'UE

- ECUE Automatique :
  - Après avoir introduit l'intérêt de l'étude de systèmes automatisés, il s'attache à l'apprentissage de modélisations de différents systèmes physiques en schémas-blocs pour l'étude leurs comportements transitoires et de leurs performances. Le comportement fréquentiel est approché par la construction et l'analyse de diagramme de Bode. Enfin, le choix d'un correcteur optimal est étudié en fonction du comportement souhaité du système étudié.
- ECUE Transfert thermique :
  - Rappels sur la relation chaleur, température et énergie
  - La conduction (introduction à la diffusion)
  - La convection
  - L'analogie électrique, application à la thermique de l'habitat
  - Le refroidissement passif par ailettes
  - La cheminée
  - Les échangeurs de chaleur
  - Analyse dimensionnelle
  - Le rayonnement.
- ECUE Turbomachines incompressibles et cavitation :
  - Rappels généraux sur les bilans d'énergie en systèmes fluides (bilans d'énergie totale, d'énergie mécanique, d'énergie interne)
  - Fonctions des éléments constitutifs des machines (rotor, stator), types de machines (radiales, mixtes, centrifuges)
  - Analyse de l'écoulement et des échanges d'énergie en référentiel tournant: triangle des vitesses et théorème d'Euler des turbomachines
  - Similitude des turbomachines en régime incompressible
  - Phénomène de cavitation : origine et conséquences, calcul du Net Positive Suction Head requis et disponible
- ECUE Turbomachines compressibles :
  - Ce cours fait suite à L'ECUE « Turbomachines incompressibles et cavitation ».
  - Deux grandes parties :
    - Machines elles-mêmes (turbines à gaz et à vapeur)
    - Relations utilisées dans le cas des écoulements compressibles monodimensionnels (les tuyères par exemple).



- ECUÉ Simulation numérique d'écoulement fluide (CFD) :
  - 1 séance de CM sur les généralités de la CFD
  - Activité pédagogique sous forme de TP, 4 séances de 4h :
    - Tutoriel de prise en main de l'outil de simulation; un document présentant la démarche d'une simulation CFD est fourni et sert de base à un travail individuel d'approfondissement à faire en autonomie. Deux tutoriels sont proposés, dont l'objectif est de montrer l'importance de la qualité du maillage et des choix de modèles de turbulence sur un résultat de simulation, en comparant les résultats obtenus à une solution analytique ou à une base de données issue d'expérience: un premier sur le développement d'une couche limite laminaire sur plaque plane avec transfert thermique, et le second sur l'écoulement turbulent autour d'un profil aérodynamique portant.
    - Séances suivantes : étude d'une turbine hydraulique. Une méthode de conception basée sur l'analyse des triangles de vitesses vous est fournie et sera à s'approprier. Cette méthode aboutit au dessin d'une aube qui vous est fournie. Le projet consiste alors à étudier l'effet de quelques paramètres comme le nombre d'aubages de la turbine ou la forme du moyeu sur la courbe caractéristique de la turbine, et à analyser les écoulements obtenus en comparant leur cinématique à celle ayant présidé à la conception de l'aubage.

## Ressources bibliographiques

- ECUÉ Automatique :
  - Barre, Carron, Hautier, Legrand, "Systèmes automatiques Tome 1"
  - Hautier, Caron, "Systèmes automatiques Tome 2"
  - Borne, Dauphin-Tanguy, Richard, Rotella, Zambettakis, "Analyse et régulation des processus industriels"
  - Cordon, Le Ballois, "Automatique des systèmes linéaires continus"
  - Ferrier, Rivoire, "Cours d'automatique tomes 1, 2 et 3"
  - Sueur, Vanheege, Borne, "Automatique des systèmes continus"
- ECUÉ Transfert thermique :
- ECUÉ Turbomachines incompressibles et cavitation :
  - FRANC Jean-Pierre. La cavitation : mécanismes physiques et aspects industriels. PUG, 1995
  - LALLEMAND André. Thermomécanique des milieux fluides : application aux machines hydrauliques et thermiques. Ellipses, 2018
  - « Turbomachines - Mécanisme de la conversion d'énergie ». Technique de l'Ingénieur, bulletin BM4281
- ECUÉ Turbomachines compressibles :
  - « Turbomachines - Bilan énergétique et applications ». Techniques de l'Ingénieur, bulletin BM4282
  - « Similitude des turbomachines à fluide compressible ». Techniques de l'Ingénieur, bulletin BM4680
  - SARAVANAMUTTOO H.I.H. Gas turbine theory. 7th ed. Pearson, 2008
  - BERNARD Jacques. Turbomachines à fluides compressibles : compresseurs, turbines à gaz et à vapeur, turbomoteurs d'aéronefs. Ellipses, 2020
- ECUÉ Simulation numérique d'écoulement fluide (CFD) :
  - Polycopié sur la CFD avec tutoriels
  - Vidéos tutoriels sur SAVOIR
  - Sujet et fichiers CAO sur SAVOIR

## Méthodes générales d'enseignement

- ECUÉ Automatique :
  - Pédagogie active en amphithéâtre avec l'appui d'outils pédagogiques d'interactions (wooclap...)
  - Pédagogie active en groupes de TD avec résolutions de problèmes (possiblement par sous-groupes)
  - Séance de TP numérique
  - Séance de mise en pratique avec exemple issu de recherches scientifiques
  - Mise à disposition des supports en asynchrone sur une plateforme Moodle



- ECUE Transfert thermique :
  - Cours théoriques, études dirigées.
- ECUE Turbomachines incompressibles et cavitation :
  - CM, TD, autotest de révision sur Moodle.
- ECUE Turbomachines compressibles :
  - CM, TD
  - TP sur turbine à gaz
- ECUE Simulation numérique d'écoulement fluide (CFD) :
  - CM
  - TP tutoriel informatique
  - Projet en groupes de TP

### Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Automatique :
  - Un test intermédiaire
  - Un examen final
  - Peuvent-être complétés de QCM courts
- ECUE Transfert thermique :
  - Deux épreuves écrites. Un test à mi-parcours suivi d'un examen final qui porte sur l'ensemble du cours.
- ECUE Turbomachines incompressibles et cavitation :
  - Modalités précisées par l'enseignant responsable en début de séquence.
- ECUE Turbomachines compressibles :
  - Modalités précisées par l'enseignant responsable en début de séquence.
- ECUE Simulation numérique d'écoulement fluide (CFD) :
  - Compte-rendu de projet



Code UE : PIS_GE_S8_EN1	Titre UE : ENERGIE NUCLEAIRE 1		
Directeur du programme	<a href="mailto:florent.ravelet@ensam.eu">florent.ravelet@ensam.eu</a>		
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude
Niveau M1	PIS-GE2 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre
5	PARIS	99h30	S8
Mots-clés	Physique Nucléaire, Radioactivité, Neutronique, Matériaux, Technologie des Réacteurs Nucléaires		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	x
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	x
	2.3 Pensée systémique	x
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	x
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneurat en ingénierie	



## Prérequis spécifiques

- ECUE Physique Nucléaire et Radioactivité :
  - Opérations arithmétiques de base (addition, soustraction, multiplication) et fonctions logarithme et exponentielle
  - Proportionnalité et produit en croix
  - Équations différentielles linéaires d'ordre 1
  - Lecture attentive de documents rédigés en français, maîtrise de la ponctuation et des modes grammaticaux
  - Quantité de mouvement, énergie cinétique, lien entre temps, énergie et puissance, grandeurs fondamentales et dérivées
- ECUE Neutronique :
  - Savoir résoudre une équation différentielle linéaire du second ordre à coefficients constants
  - Être familier avec les valeurs propres et les vecteurs propres d'une matrice
  - Savoir calculer l'espérance d'une variable aléatoire réelle
- ECUE Technologie des Réacteurs Nucléaires :
  - Aucun
- ECUE Matériaux pour le Nucléaire :
  - Notions de base en Mécanique et en sciences des matériaux.

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE Physique Nucléaire et Radioactivité :
  - Décrire la structure des atomes et des noyaux ;
  - Maîtriser les ordres de grandeurs mis en jeu et passer du calcul individuel sur une réaction nucléaire à ses conséquences à l'échelle macroscopique ;
  - Calculer l'énergie de liaison d'un noyau ;
  - Équilibrer les principales réactions de désintégration (alpha, bêta) ;
  - Calculer les énergies mises en jeu lors de réactions nucléaires à partir de tables de masse ;
  - Établir un lien quantitatif entre période d'un radioélément, activité d'un échantillon et puissance dégagée ;
- ECUE Neutronique :
  - Comprendre comment fonctionne le cœur d'un réacteur nucléaire
  - Comprendre pourquoi il est intéressant de ralentir les neutrons et comment on y arrive
  - Comprendre pourquoi un réacteur refroidi à l'eau légère ne peut pas fonctionner avec de l'Uranium naturel
  - Comprendre pourquoi, sans les neutrons retardés, le réacteur ne serait pas pilotable
  - Comprendre l'effet des principaux poisons neutroniques (xénon, samarium)
  - Apprendre à maîtriser le risque de criticité.
- ECUE Technologie des Réacteurs Nucléaires :
  - Décrire entièrement un réacteur à eau pressurisée ;
  - Connaître le combustible nucléaire et sa gestion ;
  - Connaître les différents circuits d'un réacteur à eau pressurisée (circuits de base, circuits de fonctionnement normal et circuits de fonctionnements incidentel ou accidentel) ;
  - Expliquer le fonctionnement et le domaine de fonctionnement d'un réacteur à eau pressurisée en fonctionnement normal et en fonctionnements incidentel ou accidentel ;
  - Connaître l'EPR, ses différences par rapport aux réacteurs actuels, sa construction et les difficultés de celle-ci ;
  - Connaître toutes les filières des réacteurs nucléaires (passées, présentes et futures) ;



- ECUE Matériaux pour le Nucléaire :
  - Analyser des cas de défaillance de matériaux de structures utilisés dans une centrale électro-nucléaire.
  - Prendre en compte en conception ou en maintenance l'influence de l'environnement, de la température et du temps sur le comportement d'un matériau.

## Description de l'UE

- ECUE Physique Nucléaire et Radioactivité :
  - Structure des atomes et des noyaux, unités de physique nucléaire.
  - Énergie de liaison, modèle de la goutte.
  - Radioactivité, réactions alpha, bêta, rayonnements gamma : répartition de l'énergie d'une réaction entre produits.
  - Période de demi-vie, activité.
  - Exercices : puissance massique du Pu238, équilibre séculaire de la chaîne de l'U238.
  - Modélisation et résolution numérique (avec python ou openmodelica) d'équations d'évolution dans un échantillon radioactif.
- ECUE Neutronique :
  - Principe de la réaction en chaîne
  - Pourquoi a-t-on intérêt à ralentir les neutrons ?
  - La formule des 4 facteurs d'Enrico Fermi
  - L'équation du ralentissement.
  - L'équation du transport des neutrons et son approximation diffusion
  - Modèles à 1 ou 2 groupes pour calculer le coefficient de multiplication effectif
  - Importance des neutrons retardés et éléments de cinétique du réacteur
  - Empoisonnement par les produits de fission et évolution du combustible.
  - Les différents modes de gestion du combustible.
  - Maîtrise du risque de criticité intempestive
- ECUE Technologie des Réacteurs Nucléaires :
  - La filière des réacteurs à eau pressurisée français (Conception générale d'une centrale REP, Chaudière nucléaire, Circuit secondaire, Les piscines, Circuits annexes, Organisation des centrales)
  - L'EPR : Evolutionary Power Reactor
  - Les filières des réacteurs nucléaires (Filière Graphite-Gaz, Filière Eau Lourde Pressurisée, Filière Graphite-Eau, Filière Eau Ordinaire Bouillante, Filière Eau Ordinaire Pressurisée, Filière Neutrons rapides, D'autres réacteurs de génération III, Les réacteurs de génération IV, Autres réacteurs)
- ECUE Matériaux pour le Nucléaire :
  - Exemples d'études de cas :
    - Les risques de dégradation des gaines de combustibles et effets de l'irradiation
    - Corrosion sous contraintes des tubes de générateur de vapeur
    - Tenue en service des broches de guides de grappes de contrôle
    - Effets de l'état de surface et de l'écaillage superficiel en fissuration pas corrosion sous contraintes
    - Étude du comportement en fluage des alliages de nickel
    - Vieillesse des aciers inoxydables austéno-ferritiques
    - Relation fluage-relaxation et application dans la prévision de la relaxation des contraintes résiduelles.
    - Choix de l'acier de cuve – la ségrégation de carbone

## Ressources bibliographiques

- ECUE Physique Nucléaire et Radioactivité :
  - Histoire de la radioactivité - L'évolution d'un concept et de ses applications (René Bimbot, 2006, ISBN 978-2711771943)



- Physique nucléaire et radioprotection à l'usage de l'environnement nucléaire (Arnaud Boquet, 2019, ISBN 978-2759823130)
- Précis de neutronique (Paul Reuss, 2003, ISBN 2-86883-637-2)
- <https://laradioactivite.com/>
- ECUE Neutronique
  - Précis de neutronique (Paul Reuss, 2003, ISBN 2-86883-637-2)
- ECUE Technologie des Réacteurs Nucléaires :
  - Supports distribués par l'enseignant
- ECUE Matériaux pour le Nucléaire :
  - Techniques de l'Ingénieur.
  - Articles spécifiques sur les thèmes abordés (Corrosion, fluage,..)
  - Documents de données de propriétés de fournisseurs de matériaux du nucléaires

### Méthodes générales d'enseignement

- ECUE Physique Nucléaire et Radioactivité :
  - CM, ED
- ECUE Neutronique :
  - CM et ED
- ECUE Technologie des Réacteurs Nucléaires :
  - CM
- ECUE Matériaux pour le Nucléaire :
  - CM, Etudes de Cas

### Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Physique Nucléaire et Radioactivité
  - Examen individuel
- ECUE Neutronique
  - Contrôle continu
  - Examen
- ECUE Technologie des Réacteurs Nucléaires
  - Examen
- ECUE Matériaux pour le Nucléaire :
  - Examen



Code UE : PIS_GE_S8_ER1	Titre UE : ÉNERGIES RENOUVELABLES 1		
Directeur du programme	<a href="mailto:florent.ravelet@ensam.eu">florent.ravelet@ensam.eu</a>		
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude
Niveau M1	PIS-GE2 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre
5	PARIS	99h30	S8
Mots-clés	Énergie Nucléaire, Solaire photovoltaïque, Traitement d'air, Hydrogène Pile à Combustible, Chaleur bas carbone		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	x
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	x
	2.3 Pensée systémique	x
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	x
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneurat en ingénierie	



## Prérequis spécifiques

- ECUE Introduction à l'énergie nucléaire :
  - Fondamentaux en énergétique : thermodynamique (équations bilans, changements d'état, principaux modes d'échanges thermiques) et génie industriel (connaissances élémentaires en procédés tels que les turbomachines, pompes etc ...).
- ECUE Énergie Solaire Photovoltaïque :
  - Thermodynamique (S5),
  - Électrocinétique (S5),
  - Électrotechnique (S6)
- ECUE Centrale de Traitement d'Air :
  - Les enseignements de thermodynamique et de transfert thermique de première année doivent être maîtrisés, en particulier les bilans sur les systèmes ouverts et fermés.
- ECUE Hydrogène – Pile à Combustible :
  - Thermodynamique (S5),
  - Électrocinétique (S5)
- ECUE Conversion et Valorisation de Chaleur Bas Carbone :
  - Les enseignements de thermodynamique et de transfert thermique de première année doivent être maîtrisés, en particulier les bilans sur les systèmes ouverts et fermés.

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE Introduction à l'énergie nucléaire :
  - Expliquer les principes généraux de la physique des réacteurs nucléaires
  - Identifier les principaux échanges d'énergie au sein d'un réacteur nucléaire
  - Définir les principaux circuits et systèmes associés à la conception d'un réacteur nucléaire REP
  - Reconnaître les capacités de production d'un réacteur nucléaire REP français au service du réseau au regard des contraintes techniques
- ECUE Énergie Solaire Photovoltaïque :
  - Connaître les principes, modèles et outils basiques pour le dimensionnement d'un système photovoltaïque, en particulier :
    - Décrire le fonctionnement d'un générateur PV
    - Évaluer les avantages et les limitations des différentes technologies PV
    - Analyser les performances des systèmes PV existants pour proposer des améliorations
    - Effectuer un prédimensionnement d'un générateur photovoltaïque, avec choix de panneau et onduleur
- ECUE Centrale de Traitement d'Air :
  - Dimensionner une installation de traitement d'air
- ECUE Hydrogène – Pile à Combustible :
  - Effectuer des bilans thermodynamiques et électrochimiques des systèmes à hydrogène
  - Choisir et dimensionner une pile à combustible pour différentes applications
  - Décrire les spécificités de la mobilité hydrogène
  - Évaluer l'intégration d'une pile à combustible avec un cycle de puissance
- ECUE Conversion et Valorisation de Chaleur Bas Carbone :
  - Identifier les composants d'une pompe à chaleur ou d'un système de cogénération



- Calculer les performances et les consommations d'un système de production de chaleur
- Dimensionner une installation de production de chaleur
- Concevoir un cycle thermodynamique pour la production séparées ou combinées de chaleur/froid/électricité

## Description de l'UE

- ECUE Introduction à l'énergie nucléaire :
  - Introduction et contexte de l'énergie nucléaire,
  - Physique des cœurs de réacteurs nucléaires,
  - Thermohydraulique,
  - Architecture d'un réacteur nucléaire REP,
  - Physique et ingénierie des circuits industriels,
  - Production électrique et adaptation au réseau.
- ECUE Énergie Solaire Photovoltaïque :
  - Propriétés du rayonnement solaire
  - Fondements de physique des semi-conducteurs
  - Structure et fonctionnement des cellules photovoltaïques
  - Technologies de fabrication et systèmes d'exploitation
  - Dimensionnement d'installations isolées et installations connectées au réseau
  - Développements technologiques et évolution du marché PV
- ECUE Centrale de Traitement d'Air :
  - Technologies et classification des climatisations
  - Propriétés de l'air humide, diagramme psychométrique
  - Bilans de charge latente et sensible d'un local
  - Conditionnement d'air
- ECUE Hydrogène – Pile à Combustible :
  - Principe de fonctionnement et technologies des piles à combustible
  - Analyse thermodynamique des piles et couplage électrochimique
  - Spécificité de la mobilité hydrogène
  - Cycles hybrides avec piles à combustible
- ECUE Conversion et Valorisation de Chaleur Bas Carbone :
  - Rappels de thermodynamique : diagrammes d'état du corps pur, 1er principe appliqué à un système ouvert
  - Cycle thermodynamique à compression mécanique de valeur
  - Technologies et classification des PAC
  - Fluides frigorigènes
  - Indicateurs de performance : COP, rendement exergétique, consommation spécifique équivalente
  - Origine, classification et utilisation de l'énergie géothermique
  - Cycles Organiques de Rankine pour la géothermie

## Ressources bibliographiques

- ECUE Introduction à l'énergie nucléaire :
  - Documents sur Savoir
  - Vidéo d'un simulateur
  - P. COPPOLANI et al, « La chaudière des réacteurs à eau sous pression », collection Génie Atomique, 2004
  - C.HERER, « Eléments de thermohydraulique et applications aux réacteurs nucléaires », 2017 (cours disponible gratuitement en ligne)
  - P.REUSS, « Eléments de physique nucléaire à l'usage du neutronicien », Collection Enseignement - INSTN CEA, 1988



- ECUE Énergie Solaire Photovoltaïque :
  - MERTENS, Konrad. Photovoltaics : Fundamentals, Technology, and Practice, 2nd Ed., Wiley (2018)
  - KALOGIROU, Soteris. Solar Energy Engineering : Processes and Systems, 2nd Ed., Elsevier (2013)
- ECUE Centrale de Traitement d'Air :
  - Articles des techniques de l'ingénieur :
    - [BE 9 270] Traitement de l'air et climatisation. Généralités
    - [BE 9 271] Traitement de l'air et climatisation. Les composants et leurs fonctions
    - [BE 9 272] Traitement de l'air et climatisation. Aspects thermiques et mécaniques
    - [BE 9 273] Traitement de l'air et climatisation. Aspects acoustiques et physico-chimiques
    - [BE 9 274] Traitement de l'air et climatisation. Pour en savoir plus
- ECUE Hydrogène – Pile à Combustible :
  - O'Hayre, Cha, Colella and Prinz, « Fuel Cell Fundamentals », 3rd Ed., Wiley (2016)
- ECUE Conversion et Valorisation de Chaleur Bas Carbone :
  - <http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/construction-th3/le-chauffage-la-climatisation-et-l-eau-chaude-sanitaire-42582210/>
  - DI PIPPO, Roland. Geothermal power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact, 4th Ed., Elsevier (2015)

## Méthodes générales d'enseignement

- ECUE Introduction à l'énergie nucléaire :
  - CM et exercices d'applications
  - Quizz corrigé d'auto-évaluation
- ECUE Énergie Solaire Photovoltaïque :
  - Cours théoriques, études dirigées, activités sur SAVOIR
  - TP
- ECUE Centrale de Traitement d'Air :
  - Cours magistraux (4,5h)
  - Travaux dirigés (4,5h)
  - Deux TP (8h)
- ECUE Hydrogène – Pile à Combustible :
  - CM, ED, TP
- ECUE Conversion et Valorisation de Chaleur Bas Carbone :
  - Cours magistraux (12h)
  - Travaux dirigés (4,5h)
  - Un TP (4h)

## Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Introduction à l'énergie nucléaire :
  - Examen écrit final d'une durée de 1H30 à 2h (QCM + questions d'analyse et d'argumentation + exercices calculatoires).
- ECUE Énergie Solaire Photovoltaïque :
  - Compte-rendu de TP (40%)
  - Examen individuel (60%)
- ECUE Centrale de Traitement d'Air :
  - Compte-rendu de TP (40%)
  - Examen individuel (60%)



- ECUE Hydrogène – Pile à Combustible :
  - Compte-rendu de TP (40%)
  - Examen individuel (60%)
- ECUE Conversion et Valorisation de Chaleur Bas Carbone :
  - Compte-rendu de TP (40%)
  - Examen individuel (60%)



<b>Code UE :</b> <b>PIS_GE_S8_MANCOM4</b>	<b>Titre UE : MANAGEMENT ET COMMUNICATION 4</b>		
Directeur du programme	<b><u>florent.ravelet@ensam.eu</u></b>		
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude
Niveau M1	PIS-GE2 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre
4	PARIS	73h30	S8
Mots-clés	<b>Anglais, Entrepreneuriat, Qualité, Recherche et Innovation</b>		

**Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)**

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	
	2.3 Pensée systémique	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	X
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	X
	3.3 Communications en langues étrangères	X
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	X
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	X
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	X
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	X



## Prérequis spécifiques

- ECUE Anglais 4 :
  - Niveau Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues : B1
- ECUE Qualité :
  - Culture industrielle
- ECUE Projet Entreprenariat 2 :
  - ECUE Projet Entreprenariat 1.
- ECUE Journée des doctorants 2A :
  - Pas de prérequis.

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE Anglais 4 (consolidation des acquis du semestre S7) :
  - Axe 1 - Communiquer et interagir en anglais de manière crédible dans un environnement professionnel multiculturel
  - Axe 2 - Construire son projet professionnel et comment à se préparer à intégrer le monde du travail en France ou à l'étranger
  - Axe 3 - Fonctionner dans un environnement professionnel international, en tenant compte des différences culturelles afin de savoir résoudre les problèmes interculturels
- ECUE Qualité :
  - Comprendre l'importance du management de la qualité et son caractère stratégique pour la performance industrielle et pour la pérennité de l'entreprise.
  - Manager la résolution d'un problème par l'application des outils et méthodes qualité
  - Appréhender les bases du management des projets de la conception au SAV en passant par la production en série.
  - Connaître les acteurs du management de la qualité en interne et en externe.
  - Entrevoir les perspectives d'évolutions du management de la qualité au regard des enjeux à venir et des évolutions technologiques.
- ECUE Projet Entreprenariat 2 (suite du projet du semestre S7) :
  - Appliquer une méthodologie de conception
  - Savoir concevoir un concept de produit et/ou service
  - Effectuer un business plan
  - Gérer un projet
  - Réaliser une analyse concurrentielle
- ECUE Journée des doctorants 2A :
  - Appréhender le travail d'un doctorant dans le domaine énergétique
  - Comprendre une présentation scientifique en anglais

## Description de l'UE

- ECUE Anglais 4 :
  - Consolidation des acquis du semestre S8
- ECUE Qualité :
  - Les origines de la Qualité. Les pères fondateurs du management de la Qualité. Les principes et outils.
  - Le TQM : Un système de plus en plus élaboré. Un référentiel. Le management des projets. Le lean management.
  - La qualité en conception, en phase d'industrialisation, en production série, dans le réseau commercial.
  - Le rôle du top management. Implication de tous les acteurs de l'entreprise, à tous les niveaux. Implication des fournisseurs et prestataires. Le rôle du Responsable Qualité. Les acteurs externes.
  - Management des évolutions produit-processus, des imprévus et des crises.
  - Le management du QCDRHE, le coût de la qualité. L'excellence industrielle. L'industrie 4.0
- ECUE Projet Entrepreneuriat 2 :
  - Poursuite du projet initié au S7
- ECUE Journée des doctorants 2A :
  - Les étudiants assistent à une des sessions « Mécanique des Fluides et Énergétique » des présentations des doctorants de 2A de l'école doctorale SMI

## Ressources bibliographiques

- ECUE Anglais 4 :
  - Ressources transmises par l'intervenant
- ECUE Qualité :
  - Gestion de la Qualité, Dc J.M.JURAN (Afnor)
  - Le guide Deming pour la Qualité et la Compétitivité, Gitlow
  - Gemba Kaizen, L'art de manager avec bon sens, M.Imai
  - Le modèle Toyota, 14 principes de management, J.Liker
  - La gestion de projet, M.Brandt
  - La boîte à outils de la Qualité, F.Gillet
  - Prix de l'excellence, Passion de l'excellence, Chaos management, Peters
- ECUE Projet Entrepreneuriat 2 :
  - Voir Projet Entrepreneuriat 1
- ECUE Journée des doctorants 2A :
  - Aucune

## Méthodes générales d'enseignement

- ECUE Anglais 4 :
  - Travail des 5 activités langagières, avec une priorité donnée aux compétences d'expression orale.
  - NB - Les 5 compétences, ou activités langagières, dans l'enseignement des langues sont : l'expression orale en interaction (dialoguer), l'expression orale en continu (s'exprimer à l'oral au sujet de ...), la compréhension de l'oral, l'expression écrite, la compréhension de l'écrit.
  - L'approche pédagogique se fait au travers de mises en situation qui permettent aux élèves de développer les activités langagières mentionnées ci-dessus autour de thématiques ciblées, selon les semestres.
- ECUE Qualité :
  - 6 CM, 4 ED :
    - Analyse d'un Problème et proposition de plan d'action ;
    - Analyse de risque et plan de prévention ;

- Jalonnement d'un projet et critères d'acceptation des attendus ;
  - Monitoring de la qualité en production et de la satisfaction des clients et plan de réactivité.
- ECUE Projet Entreprenariat 2 :
    - Travail autonome en groupe supervisé par plusieurs enseignants
    - Usage de la plateforme pédagogique SAVOIR
  - ECUE Journée des doctorants 2A :
    - Présence obligatoire à la session
    - Échanges et questions en anglais bienvenues !

## Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Anglais 4 :
  - Suite du travail initié en année 1, en lien avec l'évolution du profil professionnel de l'apprenti(e).
  - Évaluation : Présentation orale d'une entreprise multinationale (produits, organisation du groupe, concurrence, chiffres, stratégies, etc).
  - Évaluation écrite / orale : Rédaction d'un CV / lettre de motivation / simulation d'entretien d'embauche
  - Évaluation Mises en situation (réunion, présentation, rapport, etc)
  - Évaluation écrite/orale : Mises en situation et application des notions interculturelles et du lexique adapté
- ECUE Qualité :
  - Construction d'un schéma d'assurance qualité industriel, Examen (1h)
  - Construction d'une enquête de satisfaction des clients, Examen (1h)
- ECUE Projet Entreprenariat 2 :
  - Livrable 2, semestre S8 : Les travaux sont présentés par groupe d'élèves devant un jury. Un rapport de synthèse leur est demandé.
  - 5 grandes thématiques sont à explorer par les étudiants : utilité pour les usagers, viabilité économique, pertinence du mode de commercialisation, caractère innovant et vision entrepreneuriale.
- ECUE Journée des doctorants 2A :
  - Non évalué



Code UE : PIS_GE_S8_SI2	Titre UE : SCIENCES APPLIQUÉES POUR L'INGÉNIEUR 2		
Directeur du programme	<a href="mailto:florent.ravelet@ensam.eu">florent.ravelet@ensam.eu</a>		
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude
Niveau M1	PIS-GE2 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre
6	PARIS	115h30	S8
Mots-clés	<b>Choix des matériaux et environnement (écoconception)</b> <b>Résistance des matériaux</b> <b>Théorie de la Combustion</b> <b>Modélisation Thermohydraulique des Systèmes Énergétiques</b> <b>Mécatronique</b>		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	X
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	x
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	x
	2.3 Pensée systémique	x
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	x
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	x
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	x
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	
	4.8 Entrepreneuriat en ingénierie	



## Prérequis spécifiques

- ECUE Choix des matériaux et environnement (écoconception) :
  - Cours d'introduction aux matériaux du S5 et de mécanique des matériaux du S6
  - Notions de RDM
- ECUE Résistance des matériaux :
  - Mécanique des milieux continus
  - Mécanique du point
  - Propriétés des matériaux étudiées en GE1
- ECUE Théorie de la Combustion :
  - Niveau de Mathématiques de Licence : dérivées partielles, intégrales en plusieurs dimensions, EDO et EDP
  - Thermodynamique de base : premier et second principe (énergie interne, enthalpie, entropie)
  - Aérodynamique : équations de Navier-Stokes
- ECUE Modélisation Thermohydraulique des Systèmes Énergétiques :
  - Bilans entrée/sortie sur un composant d'un circuit fluide avec apport de chaleur et/ou de travail (bilans de masse, quantité de mouvement, et d'énergie totale, relations de Bernoulli généralisées)
  - Turbomachines à fluide incompressible (courbes caractéristiques, adaptation pompe/circuit)
  - Notions de Python
  - Thermodynamique appliquée aux systèmes ouverts et fermés
- ECUE Mécatronique :
  - Notions de bases en sciences physiques et technologiques (mécanique, électricité, informatique, ....)
  - Notions de bases en mathématiques appliquées (calcul intégral, analyse fonctionnelle, ...)

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE Choix des matériaux et environnement (écoconception) :
  - Choisir un matériau en fonction d'un cahier des charges en intégrant la dimension environnementale (minimiser l'énergie intrinsèque, l'empreinte carbone, la consommation d'eau,...)
- ECUE Résistance des matériaux :
  - Maîtriser le vocabulaire de la résistance des matériaux, savoir discuter avec des spécialistes
  - Modéliser une structure sous forme de poutres
  - Calculer un torseur de cohésion dans une poutre
  - Déterminer si une structure (forme, matériaux) est bien dimensionnée
  - Déterminer si une structure (forme, matériaux) peut être optimisée
- ECUE Théorie de la Combustion :
  - Comprendre les différents mécanismes de Combustion, au moins dans des cas laminaires : flamme de diffusion et flamme de pré-mélange
  - Calculer la température adiabatique de combustion d'un mélange stœchiométrique
  - Mettre en place les équations permettant de calculer l'état et la température d'équilibre d'une réaction de Combustion
  - Comprendre les mécanismes en jeu dans le cas particulier des brouillards de gouttelettes
- ECUE Modélisation Thermohydraulique des Systèmes Énergétiques :
  - Décomposer un système énergétique fluide en composants élémentaires à modéliser
  - Identifier les grandeurs physiques pertinentes en entrées et sorties de ces composants vis-à-vis des transferts de masse et énergie entre composants

- Établir un lien quantitatif entre la variation de ces grandeurs et les échanges d'énergie au sein du composant en utilisant et justifiant des hypothèses simplificatrices
  - Simuler un système énergétique fluide et analyser son fonctionnement, en utilisant une approche de modélisation de chaque composant
- ECUE Mécatronique :
    - Comprendre la documentation technique associée à un capteur industriel
    - Mettre en œuvre de façon maîtrisée une procédure d'acquisition de données pour un capteur industriel
    - Réaliser les opérations de base de traitement du signal (filtrage, débruitage, moyennage, ...)
    - Exposer le principe de fonctionnement et d'acquisition de données associé à ce capteur

## Description de l'UE

- ECUE Choix des matériaux et environnement (écoconception) :
  - Relation « Produit-Matériau-Procédé ». Compromis entre propriétés du matériau et contraintes qu'il doit satisfaire.
  - Introduction au développement et au rôle des matériaux dans le cadre du développement durable
  - Illustration sur une étude de cas
- ECUE Résistance des matériaux :
  - Hypothèses de la RDM, modélisation d'un problème poutre, torseur de cohésion
  - Sollicitations élémentaires et superposition
  - Méthodes énergétique et hyperstatisme
  - Dimensionnement des structures par la résistance des matériaux
- ECUE Théorie de la Combustion :
  - Rappels et définitions en Cinétique Chimique :
    - Avancement d'une réaction : dans un sens ou dans un autre, constante de réaction, mécanisme réactionnel
    - Équilibre d'une réaction : enthalpie libre, énergie libre, grandeurs de réaction, température adiabatique de Combustion, équilibre à pression et température fixées
  - Équations du mouvement en mélange réactif :
    - Diffusion moléculaire de masse : loi de Fick
    - Lois de conservation : quantités de matière, de mouvement et d'énergie
    - Nombres adimensionnels : nombre de Lewis
  - Flamme de diffusion laminaire :
    - Approximation de SCHVAB-ZELDOVITCH
    - Modèle de BURKE-SCHUMANN : hypothèse de chimie infiniment rapide
    - Cas modèle : la flamme plane
  - Flamme de pré-mélange laminaire :
    - Méthode des développements asymptotiques raccordés
    - Méthode de SPALDING
  - Brouillard de gouttelettes
    - Équations du mouvement en repère sphérique
    - Théorie quasi stationnaire de la vaporisation d'une goutte sphérique
    - Théorie quasi stationnaire de la Combustion d'une goutte isolée
    - Approches sur les brouillards
- ECUE Modélisation Thermohydraulique des Systèmes Énergétiques :
  - CM1 introduction à la modélisation système
  - CM2/CM3 rappels sur les bilans en systèmes ouverts, compléments sur les écoulements avec apports de chaleur et changements de phase liquide/vapeur
  - ED d'application : modélisation de la caractéristique d'un tube vertical chauffé et d'un thermosiphon diphasique (4 séances)
  - CM4/CM5 Introduction au langage Modelica et à OpenModelica, exemples.
  - Projet de modélisation d'un circuit hydraulique sous OpenModelica (16h de projet)



- ECUE Mécatronique :
  - L'objectif de l'ECUE est de placer les étudiants en situation pratique face à un système de mesure de données issues d'un capteur. Par petits groupes, les étudiants disposeront d'un capteur, de sa documentation technique, et d'une plateforme ARDUINO. L'objectif sera pour chaque groupe d'être en mesure d'exposer à l'écrit et à l'oral et à destination de leur collègues :
    - le principe de fonctionnement du capteur utilisé,
    - la procédure de calibration du capteur,
    - la procédure d'acquisition de données,
    - les premières étapes de traitement du signal pour rendre les données exploitables.
  - L'ECUE sera organisé principalement autour de séances de TD réalisées en salle informatique où les étudiants pourront travailler avec leur capteur. Des séquences de cours magistraux viendront ponctuer ces séances de façon à rappeler certaines bases. Des documents pédagogiques seront mis à disposition pour que les étudiants puissent accéder en autonomie à certains sujets.

## Ressources bibliographiques

- ECUE Choix des matériaux et environnement (écoconception) :
  - Logiciel GrantaEduPack
  - Materials and Environment (Elsevier)
  - Choix des Matériaux : Ashby
- ECUE Résistance des matériaux :
  - Pierre-Alain BOUCARD, François HILD, Jean LEMAITRE : Résistance mécanique des matériaux et des structures. Dunod, 2020.
  - Pierre STEPHAN, Johanna SANATOORE, Vincent BLANCHOT : Moodle, Résistance Des Matériaux, Polycopié de cours. INSA Toulouse, Alternance 2017.
  - Ben Hassine HOUDA, Amdouni HATEM, Hajbrahim FAWZI, Kalleli SAFIEDINE : Resistance des matériaux. Suport de cours et travaux dirigés, ISET Nabeul, 2012/2013.
  - Pierre-Alain BOUCARD, Pierre-Alain GUIDAULT, François LOUF : Mooc FUN, Pratiques du Dimensionnement en Mécanique (Parties 1 et 2). Université Paris-Saclay, 2018.
- ECUE Théorie de la Combustion :
  - Polycopié de cours
  - R. Borghi et M. Champion : Modélisation et théorie des flammes. Éditions Technip, 2000
- ECUE Modélisation Thermohydraulique des Systèmes Énergétiques :
  - Claudel, B. (1996). Propriétés thermodynamiques des fluides. Techniques de l'Ingénieur, B8020.
  - Delhay, J.-M. (2008). Thermohydraulique des réacteurs. EDP Sciences.
  - Lallemant, A. (2015). Écoulement des fluides — Equations de bilans. Techniques de l'Ingénieur, BE8153.
  - Lallemant, M. (2006). Transferts en changement de phase - Ebullition convective. Techniques de l'Ingénieur, BE8236.
  - Le Tallec, P. (2009). Modélisation et calcul des milieux continus. Editions de l'École Polytechnique. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00542>
  - Principles of Object Object—Oriented Modeling and Simulation with Modelica 3.3: A Cyber-Physical Approach, Peter Fritzson, Wiley Online Publishing, (2014).
- ECUE Mécatronique :
  - Étienne Tisserand, Jean-François Pautex, and Patrick Schweitzer. Analyse et traitement des signaux. 2ème édition: Méthodes et applications au son et à l'image. Dunod, 2009.
  - Francis Cottet. Traitement des signaux et acquisition de données: cours et exercices. Dunod, 2020.
  - Georges Asch. Les capteurs en instrumentation industrielle. 8ème édition. Dunod 2017.



## Méthodes générales d'enseignement

- ECUE Choix des matériaux et environnement (écoconception) :
  - Cours magistraux pour introduire le sujet et les concepts de base
  - Exercices d'application : séances de travaux dirigés
  - Travail en autonomie pour apprentissage du logiciel
  - Etudes de cas : projet en groupe, utilisation du logiciel GrantaEduPack
- ECUE Résistance des matériaux :
  - Cours théoriques, études dirigées et enseignements projets, tous contextualisés par des exemples issus des relations industrielles des enseignants et dans lesquels les outils numériques sont privilégiés.
- ECUE Théorie de la Combustion :
  - 5 séances de Cours Magistraux
  - 6 séances de Travaux Dirigés
- ECUE Modélisation Thermohydraulique des Systèmes Énergétiques :
  - CM, ED et projet informatique
- ECUE Mécatronique :
  - L'enseignement proposé est axé autour d'un projet réalisé en petit groupe en relative autonomie par les étudiants.

## Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Choix des matériaux et environnement (écoconception) :
  - Contrôle continu sur principes de base
  - Évaluation finale sous forme d'étude de cas et de projet à rendre
- ECUE Résistance des matériaux :
  - Les modalités d'évaluation seront précisées par le responsable de l'ECUE en début de la séquence.
- ECUE Théorie de la Combustion :
  - 1 test de mi-parcours
  - 1 examen de fin de parcours
- ECUE Modélisation Thermohydraulique des Systèmes Énergétiques :
  - Examen (60%)
  - Rapport de projet (40%)
- ECUE Mécatronique :
  - Présentations d'avancement du projet
  - Rapport écrit du projet

Code UE : PIS_GE_S9_EN2	Titre UE : ÉNERGIE NUCLÉAIRE 2		
Directeur du programme	<a href="mailto:florent.ravelet@ensam.eu">florent.ravelet@ensam.eu</a>		
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude
Niveau M2	PIS-GE3 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre
10	PARIS	175h	S9
Mots-clés	<b>Atomes et Rayonnement, Cycle du Combustible, Développement Durable, Radioprotection, Réseau et Transport d'Énergie électrique, Sûreté des REP</b>		

### Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	X
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	X
	4.4 Conception	X
	4.5 Mise en œuvre	X
	4.6 Exploitation	X
	4.7 Innovation	X
	4.8 Entrepreneurat en ingénierie	

## Prérequis spécifiques

- ECUE Atomes et Rayonnement :
  - Science de la matière: structure atomique et nucléaire (subatomique)
  - Électromagnétique : équations de Maxwell, modèle ondulatoire de la lumière,
  - force de Lorentz...
  - Mathématiques: intégration, dérivation, équations différentielles ordinaires
  - linéaires, géométrie différentielle, opérateurs vectoriels...
- ECUE Cycle du Combustible :
  - Connaissances en physique nucléaire (UE « Énergie Nucléaire 1 » du semestre S8)
  - Connaissances de base en chimie
- ECUE Développement Durable :
  - Cours « Énergie et société » dispensé en GE1 (UE « Génie Énergétique et Outils Technologiques 1 » du semestre S5)
- ECUE Radioprotection :
  - Connaissance de bases en physique nucléaire : radioactivité, rayonnements ionisants, interactions rayonnements ionisants-matière
- ECUE Réseaux et Transport d'Énergie Électrique :
  - Les outils mathématiques et physiques de bases.
  - Connaissance du système SI
  - L'électrotechnique et ses composants.
- ECUE Sûreté des REP :
  - Cours Technologie et Fonctionnement des réacteurs (UE « Énergie Nucléaire 1 » du semestre S8)
  - Cours de Neutronique (UE « Énergie Nucléaire 1 » du semestre S8)
  - Connaissances de base en thermique et en mécanique des fluides

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE Atomes et Rayonnement :
  - Identifier, définir et évaluer (masse, échelle, etc.) les différents éléments d'un atome.
  - Expliquer les différentes interactions fondamentales de la matière.
  - Définir les 4 nombres quantiques et maîtriser les 3 règles de remplissage (Pauli, Klechkowski et Hund)
  - Établir la structure électronique et le diagramme énergétique de n'importe quel élément du tableau périodique.
  - Analyser et commenter le comportement de la matière (ionisation, polarité, affinité électronique, etc.)
  - Expliquer les différents effets physiques résultants de l'interaction d'une onde électromagnétique ou d'une particule sur la matière.
  - Analyser et commenter le pouvoir de ralentissement ou d'arrêt du rayonnement par un matériau (rayonnement de freinage, courbe de Bragg, etc.).
  - Dans le cas précis de l'ingénierie nucléaire: identifier et évaluer l'impact de la production de rayonnement  $\alpha$ ,  $\beta$ , ou X sur la matière.
- ECUE Cycle du Combustible :
  - Maîtriser les problèmes de sûreté nucléaire
  - Bien appréhender les problèmes liés à la radioprotection
  - Exploiter un atelier spécifique dans une entreprise liée au cycle du combustible
- ECUE Développement Durable :
  - Avoir une vision holistique des enjeux autour de la transition écologique
  - Être en capacité de discriminer entre de la durabilité faible et de la durabilité forte





- Missions du conseiller en radioprotection et surveillance des installations
- ECUE Réseaux et Transport d'Énergie Électrique :
  - Etude des réseaux de transport de l'énergie électrique.
- ECUE Sûreté des REP :
  - Principes et objectifs généraux de sûreté
    - Ordres de grandeur des enjeux en termes d'activité radioactives
    - Les 5 niveaux de la défense en profondeur.
    - Les 3 fonctions de sûreté
    - Les 3 barrières de confinement.
    - Les moyens disponibles. Le RIS, l'EAS et le RRI.
    - Les défaillances de modes commun. Les RGE et les STE.
  - Fonctions de sûreté
    - Le système de protection.
    - Les seuils de déclenchement de l'arrêt automatique réacteur.
  - Accidents de réactivité
  - Accidents de Perte de réfrigérant primaire (APRP)
  - Rupture de tube GV.
  - Les accidents de Three Miles Island et de Tchernobyl.
  - L'accident de Fukushima et ses enseignements.

## Ressources bibliographiques

- ECUE Atomes et Rayonnement :
  - Physique Atomique tome 1 « Atome et rayonnement » - Bernard Cagnac
  - Techno Sup « onde et matière » - Dominique Barchiesi
  - Cours de physique de Feynman « Electromagnétisme » tome 1 et 2
  - « Matière et rayonnement » - Guy Laval
  - « Électrodynamique classique » - Jackson
  - « Photon et Atome » - Claude Cohen-Tannoudji et. al.
  - Technique de l'ingénieur « Interaction du rayonnement avec la matière » Pierre Chevallier Réf : A214V1
- ECUE Cycle du Combustible :
  - Fournies par l'enseignant
- ECUE Développement Durable :
  - Meadows, Donella H; Meadows, Dennis L; Randers, Jørgen; Behrens III, William W (1972). The Limits to Growth; A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind
  - W. Steffen & al., The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration, 2015, <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>
  - W. Steffen & al., Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet, 2015
  - IAE, World energy outlook 2019
  - VIDAL, Olivier, ROSTOM, Fatma Zahra, FRANÇOIS, Cyril, et al. Prey-predator long-term modeling of copper reserves, production, recycling, price, and cost of production. Environmental science & technology, 2019, vol. 53, no 19, p. 11323-11336.
  - SMIL, Vaclav. Energy in the twentieth century: resources, conversions, costs, uses, and consequences. Annual Review of Energy and the Environment, 2000, vol. 25, no 1, p. 21-51.
  - IPCC, A. IPCC Sixth Assessment Report. 2022.
- ECUE Radioprotection :
  - Henri Métivier (coordinateur) – Radioprotection et ingénierie nucléaire – Collection Génie Atomique - EDP Sciences, Janvier 2006
  - Daniel Delacroix, Jean-Paul Guerre, Paul Leblanc - GUIDE PRATIQUE RADIONUCLÉIDES & RADIOPROTECTION - 3ÈME ÉDITION, EDP Sciences, Juin 2022
  - Christine Jimonet, Henri Métivier (coordinateurs) – Principes de radioprotection-réglementation – Collection PCR - EDP Sciences, Janvier 2010
  - Marc Ammerich, Serge Perez, Alain Pin, Jérôme Videcoq – Radioprotection pratique pour les INB et ICPE – Collection PCR - EDP Sciences, Janvier 2009
  - Hugues Bruchet (coordinateur) – Radioprotection pratique pour l'industrie et la recherche – Sources non scellées – Collection PCR - EDP Sciences, Septembre 2009



- ECUE Réseaux et Transport d'Énergie Électrique :
  - Le réseau électrique dans son intégralité/ Pieter SCHAVEMAKER, Lou VAN DER SLUIS / Edp sciences,
  - Lignes et réseaux électriques 1 : Ligne d'énergie électrique / Jean-Claude SABONNADIÈRE, Nouredine HADJSAID / Lavoisier
  - Lignes et réseaux électriques 2 : Méthodes d'analyse/ Jean-Claude SABONNADIÈRE, Nouredine HADJSAID / Lavoisier
  - Lignes et réseaux électriques 4 : Exercices et problèmes / Jean-Claude SABONNADIÈRE, Nouredine HADJSAID / Lavoisier
  - <https://www.rte-france.com/>
  - <https://www.lite.eco/>
  - <https://sitelec.org/>
- ECUE Sûreté des REP :
  - Bruno Tarride, Physique Fonctionnement et sûreté des REP. Maîtrise des situations accidentelles du système réacteur edp Sciences (2013)

## Méthodes générales d'enseignement

- ECUE Atomes et Rayonnement :
  - CM et TD
- ECUE Cycle du Combustible :
  - CM et TD
- ECUE Développement Durable :
  - Cours théoriques, études dirigées et enseignements projets
  - Outils d'animation issue de l'éducation populaire afin d'impliquer un maximum les étudiants
- ECUE Radioprotection :
  - Cours théoriques contextualisés par des exemples concrets.
  - Une visite d'installation nucléaire du CEA Paris-Saclay avait été effectuée dans la période pré-Covid. Nous sommes disposés à renouveler l'expérience si vous l'estimez utile.
- ECUE Réseaux et Transport d'Énergie Électrique :
  - 9 séances de Cours et 9 séances de TD
- ECUE Sûreté des REP :
  - Cours sur diapos
  - Exercices en classe avec passage au tableau

## Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Atomes et Rayonnement :
  - EXAMEN : Écrit 2h sur table
- ECUE Cycle du Combustible :
  - Examen individuel
- ECUE Développement Durable :
  - Soutenance de projets en lien avec le cours
  - Évaluation de la qualité de l'argumentaire scientifique, de la simulation du système à l'étude et de l'esprit critique par rapport au sujet traité
- ECUE Radioprotection :
  - Evaluation des acquis sous forme de questions à réponses ouvertes et courtes, QCM et études de cas.
- ECUE Réseaux et Transport d'Énergie Électrique :
  - Un examen écrit de 2 h
- ECUE Sûreté des REP :
  - Un devoir surveillé de 1h30 avec questions de cours et exercice(s)
  - Appréciation sur les passages au tableau

Code UE : PIS_GE_S9_ER2	Titre UE : ÉNERGIES RENOUVELABLES 2		
Directeur du programme	<a href="mailto:florent.ravelet@ensam.eu">florent.ravelet@ensam.eu</a>		
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude
Niveau M2	PIS-GE3 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre
10	PARIS	175h	S9
Mots-clés	Bilan Carbone, Biomasse, Développement Durable, Éoliennes, Énergie Hydraulique, Législation, Recyclage, Réseau et Transport d'Énergie électrique		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	
	3.3 Communications en langues étrangères	
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	X
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	X
	4.4 Conception	X
	4.5 Mise en œuvre	X
	4.6 Exploitation	X
	4.7 Innovation	X
	4.8 Entrepreneurat en ingénierie	



## Prérequis spécifiques

- ECUE Biomasse :
  - Connaissances de bases en sciences (chimie, biologie, physique)
  - Bases en économie circulaire et son impact dans l'atténuation des effets du changement climatique.
  - Notions en procédés énergétiques
- ECUE Bilan Carbone :
  - Aucun
- ECUE Cas Étude Turbine :
  - Module Turbomachines de 2<sup>e</sup> année
  - Programmation en python
  - Notions de CAO
  - Notions de simulations numérique CFD (programme de 2<sup>e</sup> année)
- ECUE Développement Durable :
  - Cours « Energie et société » dispensé en GE1 (UE « Génie Énergétique et Outils Technologiques 1 » du semestre S5)
- ECUE Énergie Hydraulique :
  - Connaissance de base mécanique des fluides
  - Connaissance de base des turbomachines
  - Connaissance de base en électrotechnique
- ECUE Éoliennes :
  - Connaissances de bases en structure et aérodynamique
- ECUE Législation :
  - Connaissances générales en sciences de l'ingénieur (thermodynamique, énergie, environnement).
  - Bases en systèmes énergétiques et en technologies renouvelables (solaire, éolien, biomasse, hydraulique, hydrogène).
  - Notions initiales en droit ou économie de l'énergie (non indispensables mais utiles).
- ECUE Réseaux et Transport d'Énergie Électrique :
  - Les outils mathématiques et physiques de bases.
  - Connaissance du système SI
  - L'électrotechnique et ses composants.
- ECUE Traitement et Recyclage des Déchets Synthétiques :
  - Formation initiale en physique, physico-chimie, mécaniques
  - Connaissance de base en matériaux synthétiques
  - Connaissance générale des procédés
  - Connaissance générale en ingénierie

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE Biomasse :
  - Participer activement au développement et à la gestion de projets biomasse privé et public, quelque soit le débouché énergétique (chaleur, électricité, biogaz...)

- ECUE Bilan Carbone :
  - Comprendre la méthode « Bilan Carbone » à travers un exemple
- ECUE Cas Étude Turbine :
  - Mobiliser un ensemble de notions et d'outils vus au cours de sa formation en énergétique, mécanique des fluides, informatique, CAO, procédés afin de concevoir, réaliser et tester un prototype de machine à fluide répondant à un cahier des charges donné.
- ECUE Développement Durable :
  - Avoir une vision holistique des enjeux autour de la transition écologique
  - Être en capacité de discriminer entre de la durabilité faible et de la durabilité forte
- ECUE Énergie Hydraulique :
  - Choisir une méthode de récupération d'énergie hydraulique en fonction de la ressource
  - Piloter la ressource
- ECUE Éoliennes :
  - Comprendre les technologies et principes de fonctionnement d'une éolienne
  - Comprendre les avantages / inconvénients d'une configuration de machine
  - Analyser les données constructeurs d'une turbine
  - Calculer le productible d'une éolienne
- ECUE Législation :
  - Identifier et comprendre les principaux textes juridiques européens et français relatifs aux énergies renouvelables.
  - Expliquer les obligations réglementaires applicables aux entreprises (audit énergétique, intégration d'ENR, reporting climat).
  - Analyser l'impact des directives, règlements et lois (RED III, EED, EPBD, EU ETS, CBAM, Code de l'énergie, lois APER, Industrie verte, Climat & Résilience, RE2020).
  - Étudier un cas concret industriel et évaluer sa conformité réglementaire (ex. usine, data center, plateforme logistique, bâtiment tertiaire).
  - Intégrer les notions de RSE et de normes (ISO 26000, ISO 50001, ISO 14001) dans la stratégie énergétique des entreprises.
- ECUE Réseaux et Transport d'Énergie Électrique :
  - Maîtriser le vocabulaire associé aux notions de transport de l'énergie électrique,
  - Comprendre les différents procédés existants et les éléments constitutifs de tels réseaux,
  - Comparer diverses solutions en s'appuyant sur des critères objectifs,
  - Être capable de comprendre sur quelles bases s'effectuent la gestion de tels réseaux.
- ECUE Traitement et Recyclage des Déchets Synthétiques :
  - Participer à la gestion d'un projet dans le domaine de matériaux synthétiques et leurs recyclage

## Description de l'UE

- ECUE Biomasse :
  - L'ECUE a pour objectif de mettre en évidence le rôle central de la biomasse dans le mix énergétique mondial et d'en expliquer les enjeux, les opportunités ainsi que les défis. À travers ce cours, les étudiants acquerront une compréhension approfondie des aspects techniques, économiques et réglementaires liés à l'exploitation de la biomasse comme source d'énergie renouvelable. Plus précisément, le programme du cours s'articule autour des axes suivants :
    - Identification et classification des ressources en biomasse : Présentation des différentes sources de biomasse, accompagnée d'une analyse de leur répartition géographique.
    - Voies de conversion et usages énergétiques : explication détaillée des différentes technologies permettant la transformation de la biomasse en énergie (combustion, gazéification, pyrolyse,





- ECUE Législation :
  - Module 1: Contexte – changement climatique, durabilité, enjeux économiques, rôle des ENR et introduction à la RSE (ISO 26000).
  - Module 2 : Législation européenne – RED II/RED III, EED, EPBD, Internal Market, TEN-E.
  - Module 3 : Instruments européens – EU ETS, CBAM, Energy Taxation Directive, actes RFNBO, Net Zero Industry Act.
  - Module 4 : Cadre français – Code de l'énergie, Code de l'environnement (ICPE, autorisations environnementales).
  - Module 5 : Réformes françaises – Loi Climat & Résilience, Loi APER/EnR, Loi Industrie verte, RE2020.
  - Module 6 : Outils incitatifs – CEE, appels d'offres CRE, tarifs d'achat, subventions et financements (C3IV, ADEME).
  - Module 7 : Mise en œuvre et obligations – raccordement (S3REnR), obligations de solarisation des toitures/parkings, obligations de reporting RSE/CSRD, intégration du décarboné dans l'industrie.
  - Chaque module inclut une étude de cas sectorielle (ex. usine agroalimentaire, data center, parc logistique, bâtiment industriel).
  
- ECUE Réseaux et Transport d'Énergie Électrique :
  - Etude des réseaux de transport de l'énergie électrique.
  
- ECUE Traitement et Recyclage des Déchets Synthétiques :
  - Les matériaux polymères sont utilisés dans tous les domaines industriels pour la réalisation de produits divers et variés. Ils sont partout dans nos vies. Cette utilisation massive nécessite un programme rigoureux de recyclage de ces matériaux en fin de vie. En l'absence de ce programme de fin de vie des objets plastiques, l'utilisation massive de ces matériaux est aujourd'hui devenue une menace pour notre environnement et notre santé. Sans méthodes efficaces de recyclage de ces matériaux synthétiques, ils finissent souvent par s'accumuler dans l'environnement et constituent une menace écologique croissante pour la nature et la vie humaine. La dispersion de ces matériaux dans la nature a un impact important sur la biodiversité, notamment la biodiversité marine. Cependant, la gestion des déchets de polymères et l'utilisation de techniques de recyclage efficaces rendent ces matériaux plus circulaires et permettent de consommer moins de ressources primaires.

## Ressources bibliographiques

- ECUE Biomasse :
  - La biomasse, énergie d'avenir ? Hervé Bichat, Paul Mathis, 2013-Quae éditions
  - The Biogas Handbook, Science, Production and Applications, Editors: Arthur Wellinger, Jerry D Murphy, David Baxter, 2013- IEA éditions
  - Potentiel de production de biogaz à partir de la biomasse et des déchets organiques, Ziad Tareq Abdo, Issam A. Alkhatib (Auteur), 2023-Broché
  - Modélisation d'un système de pyrogazéification de la biomasse, Riccardo Maione - Université de Lorraine, 2017. HAL open sciences
  - Introduction to Biomass Energy Conversions. Sergio Capareda – 2023
  - Thèse : Production d'un syngaz par pyrogazéification de biomasse en vue d'une biométhanation. Séverin Tchini Tanoh Université de Sherbrooke – 2021
  - Gasification: diversification of biomass processing and waste utilisation- 2024. European Biogas Association
  
- ECUE Bilan Carbone :
  - <https://www.bilancarbonate-methode.com/>
  - <https://www.if-carbone.com/>
  
- ECUE Cas Étude Turbine :
  - Articles scientifiques variables, liste déposée sur la plateforme Moodle SAVOIR



- ECUE Développement Durable :
  - Meadows, Donella H; Meadows, Dennis L; Randers, Jørgen; Behrens III, William W (1972). The Limits to Growth; A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind
  - W. Steffen & al., The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration, 2015, <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>
  - W. Steffen & al., Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet, 2015
  - IAE, World energy outlook 2019
  - VIDAL, Olivier, ROSTOM, Fatma Zahra, FRANÇOIS, Cyril, et al. Prey-predator long-term modeling of copper reserves, production, recycling, price, and cost of production. Environmental science & technology, 2019, vol. 53, no 19, p. 11323-11336.
  - SMIL, Vaclav. Energy in the twentieth century: resources, conversions, costs, uses, and consequences. Annual Review of Energy and the Environment, 2000, vol. 25, no 1, p. 21-51.
  - IPCC, A. IPCC Sixth Assessment Report. 2022.
  
- ECUE Énergie Hydraulique :
  - Zhou, Z., Renewable and Sustainable Energy Reviews (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.113>
  - MEGNINT, Lucien, VERDURAND, Georges, et REY, Robert. Turbines hydrauliques: Description et fonctionnement. Techniques de l'ingénieur. Génie mécanique, 2008, no BM4405.
  
- ECUE Éoliennes :
  - M. Rapin, J-M Noël. Energie éolienne, 3ème édition, 2019, Dunod
  
- ECUE Législation :
  - Textes officiels : EUR-Lex (directives et règlements UE), Légifrance (lois et codes français).
  - IPCC (2023) – Rapport de synthèse AR6.
  - Commission européenne (DG ENER) – pages thématiques sur RED, EED, EPBD, ETS, CBAM.
  - Ministère de la Transition Écologique / ADEME – documentation réglementaire et technique (CEE, RE2020, PPE).
  - Ouvrages et articles scientifiques sur la régulation énergétique et la transition bas-carbone. Constitution Française
  - Directive Promotions des EnR de l'UE
  - [LegiFrance](#)
  
- ECUE Réseaux et Transport d'Énergie Électrique :
  - Le réseau électrique dans son intégralité/ Pieter SCHAVEMAKER, Lou VAN DER SLUIS / Edp sciences,
  - Lignes et réseaux électriques 1 : Ligne d'énergie électrique / Jean-Claude SABONNADIÈRE, Nouredine HADJSAID / Lavoisier
  - Lignes et réseaux électriques 2 : Méthodes d'analyse/ Jean-Claude SABONNADIÈRE, Nouredine HADJSAID / Lavoisier
  - Lignes et réseaux électriques 4 : Exercices et problèmes / Jean-Claude SABONNADIÈRE, Nouredine HADJSAID / Lavoisier
  - <https://www.rte-france.com/>
  - <https://www.lite.eco/>
  - <https://sitelec.org/>
  
- ECUE Traitement et Recyclage des Déchets Synthétiques :
  - S.S. Kim, et al. Pyrolysis characteristics of polystyrene and polypropylene in a stirred batch reactor, Chem. Eng. J. 98 (2004) 53–60. [doi:10.1016/S1385-8947\(03\)00184-0](https://doi.org/10.1016/S1385-8947(03)00184-0)
  - F. Xu, et al, Thermal degradation of typical plastics under high heating rate conditions by TG-FTIR: Pyrolysis behaviors and kinetic analysis, Energy Convers. Manag. 171 (2018) 1106–1115. [doi :10.1016/j.enconman.2018.06.047](https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.06.047)
  - Thèse de doctorat : Pyrolyse thermique et catalytique des polymères utilisés dans les emballage, Sophie Klaimy, Université de Lille, 2019
  - Gérard Antonini, Traitements thermiques des déchets – Processus thermo-chimiques, Technique de l'Ingénieur, Réf : G2050V1, 10 octobre 2003

- Hubert-Alexandre Turc, Antoine Leybros, Oxydation hydrothermale de déchets organiques liquides, Technique de l'Ingénieur, Réf. : CHV6010 V1, 10 février 2017

## Méthodes générales d'enseignement

- ECUE Biomasse :
  - Cours magistraux interactifs : présentation des notions fondamentales avec diaporamas et schémas. Encourager la participation par des questions ouvertes.
  - Étude de cas réels : exemples concrets d'installations biomasse en fonctionnement.
  - Approche par résolution de problèmes (ARP) : proposition de problématiques industrielles et recherche collective de solutions.
- ECUE Bilan Carbone :
  - Projet tutoré
- ECUE Cas Étude Turbine :
  - ED, et TP en mode « Projet »
  - Un document « Fil Rouge » décrit le cahier des charges, les jalons et livrables.
- ECUE Développement Durable :
  - Cours théoriques, études dirigées et enseignements projets
  - Outils d'animation issue de l'éducation populaire afin d'impliquer un maximum les étudiants dans le cours
- ECUE Énergie Hydraulique :
  - Cours magistraux, Exercices Dirigés
- ECUE Éoliennes :
  - Cours magistraux, illustrés de nombreux exemples sur les développements
  - Travaux dirigés sur le potentiel site, éolienne et fonctionnement pale
- ECUE Législation :
  - Cours magistraux avec supports de présentation (slides) pour les concepts et cadres juridiques.
  - Études de cas industrielles (analyse d'un site soumis à la réglementation).
  - Travaux de groupe : lecture de textes juridiques et analyse de conformité.
  - Discussions et débats sur l'impact des lois et directives sur les entreprises.
- ECUE Réseaux et Transport d'Énergie Électrique :
  - 9 séances de Cours et 9 séances de TD
- ECUE Traitement et Recyclage des Déchets Synthétiques :
  - Présentation des cours
  - Présentation vidéo
  - Discussion et débat ; questions et réponses
  - Travaux dirigés

## Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Biomasse :
  - Questions ouvertes à chaque fin de cours
  - Évaluations lors des études de cas
- ECUE Bilan Carbone :
  - Compte-rendu de TP
- ECUE Cas Étude Turbine :
  - 2 Livrables associés aux jalons intermédiaires
  - Soutenance finale en groupe de 3 à 4



- ECUE Développement Durable :
  - Soutenance de projets en lien avec le cours
  - Évaluation de la qualité de l'argumentaire scientifique, de la simulation du système à l'étude et de l'esprit critique par rapport au sujet traité
- ECUE Énergie Hydraulique :
  - Examen final
- ECUE Éoliennes :
  - Examen final
- ECUE Législation :
  - Projet final (60 %) : analyse d'un cas industriel concret et propositions de mise en conformité réglementaire (Rapport et Présentation).
  - Examen écrit individuel (40 %) : questions de synthèse et d'application sur les législations étudiées.
- ECUE Réseaux et Transport d'Énergie Électrique :
  - Un examen écrit de 2 h
- ECUE Traitement et Recyclage des Déchets Synthétiques :
  - Questions directes
  - QCM
  - Mots croisés
  - Analyse des articles

Code UE : PIS_GE_S9_IPSC	Titre UE : INDUSTRIALISATION & PRODUCTION (SUPPLY CHAIN)		
Directeur du programme	<a href="mailto:florent.ravelet@ensam.eu">florent.ravelet@ensam.eu</a>		
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude
Niveau M2	PIS-GE3 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre
9	PARIS	150h	S9
Mots-clés	Intelligence Artificielle, Industrie 4.0, Logistique, Maintenance, Projet Métier, Système de Production Automatisé		

### Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	X
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	X
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	
	2.3 Pensée systémique	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	X
	3.3 Communications en langues étrangères	X
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	X
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	X
	4.4 Conception	X
	4.5 Mise en œuvre	X
	4.6 Exploitation	X
	4.7 Innovation	X
	4.8 Entrepreneurat en ingénierie	



## Prérequis spécifiques

- ECUE Intelligence Artificielle appliquée à l'Industrie 4.0 :
  - Programmation Python
  - Compétence en mathématiques : algèbre linéaire, calcul matriciel, probabilité et statistiques
  - Analyse exploratoire des données
- ECUE Logistique et Achats :
  - Mathématiques : résolution d'équations du premier degré à une inconnue, dérivés partielles
  - Maîtrise du français : cours dispensé en français
- ECUE Maintenance et Conception Industrielle :
  - Analyse de documents techniques
  - Modélisation analytique via Excel
  - Probabilités et statistiques
  - Logique industrielle ou d'industrialisation
- ECUE Projet Métier :
  - Gestion de projets
  - Intelligence collective
  - Management
- ECUE Système de Production Automatisé :
  - Automatique de S7

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE Intelligence Artificielle appliquée à l'Industrie 4.0 :
  - Manipuler les outils mathématiques de l'apprentissage automatique pour résoudre les problèmes de classification et de régression
  - Réaliser une analyse exploratoire de données multidimensionnelles en utilisant des outils avancés de visualisation et de calculs statistiques
  - Élaborer/Évaluer des modèles d'intelligence artificielle qui apprennent à partir de bases de données labellisés.
  - Identifier et appliquer les méthodes adaptées aux problèmes étudiés en respectant les contraintes méthodologiques
- ECUE Logistique et Achats :
  - Sélectionner des fournisseurs
  - Coordonner les actions au sein d'une chaîne logistique
  - Décrire le rôle de l'acheteur afin de pouvoir coopérer avec des acheteurs
- ECUE Maintenance et Conception Industrielle :
  - Définir le cahier des charges fonctionnel
  - Caractériser les fonctions (principales et de contraintes)
  - Définir les niveaux de criticité des principaux composants
  - Proposer des actions correctives afin d'augmenter la disponibilité
  - Modéliser un processus décisionnel basé sur les coûts complets



- ECUE Projet Métier :
  - Organiser, piloter et réaliser un projet industriel
  - En particulier :
    - Définir une démarche d'ingénierie système pour intégrer l'ensemble des parties prenantes
    - Poser un contexte de situation et définir une problématique
    - Définir un cahier des charges (objectifs, livrable)
    - Élaborer une démarche de résolution du problème, basée sur des méthodes et des outils
    - Analyser et Interpréter des résultats qualitatifs et quantitatifs.
    - Synthétiser le travail
    - Travailler en équipe
- ECUE Système de Production Automatisé :
  - Modéliser des systèmes multi-physiques afin de les contrôler en boucle fermée

## Description de l'UE

- ECUE Intelligence Artificielle appliquée à l'Industrie 4.0
  - Introduction à l'apprentissage machine
  - Analyse exploratoire de données (EDA)
  - Apprentissage supervisé : Régression linéaire, KNN, Forêt aléatoire, SVM, réseaux de neurones
  - Évaluation d'un modèle de machine learning : Validation croisée
  - Apprentissage non supervisé : ACP, K-means
  - Séries temporelles (chronologiques) : Tendence, saisonnalité, variation résiduelle.
  - Modèle de prédiction pour les séries temporelles : AR, AM, ARMA, ARIMA
- ECUE Logistique et Achats :
  - Découverte par une mise en situation d'une chaîne logistique.
  - Le rôle de l'acheteur
    - le rôle de l'acheteur
    - Sélection des fournisseurs
    - Suivi des commandes
  - Achats et Stocks
    - Quantité économique d'achat.
    - Valorisation des stocks
    - Analyse des stocks : Pareto, Taux de rotation et taux de service
  - Préviation
    - Plan d'approvisionnement
    - Incertitude et stock de sécurité
  - Coordination de la chaîne logistique
    - Chaîne d'approvisionnement, chaîne de valeur
    - Effet Forrester ; gestion partagée des approvisionnements
  - Amélioration du fonctionnement d'une chaîne logistique
    - Nouvelle mise en situation analogue à la première. Chaque chaîne logistique (équipe) précise ses modes de fonctionnement par écrit avant l'expérimentation. Conduite de la simulation en appliquant les règles définies par l'équipe.
- ECUE Maintenance et Conception Industrielle :
  - Phase préparatoire à la conception industrielle
  - Analyse des modes de défaillances de leurs effets et de leurs criticités
  - Calcul et analyse des coûts de possession globaux
  - Politique de maintenance
  - Introduction à la fiabilité et à la disponibilité
  - Arbre de défaillances

- ECUE Projet Métier :
  - 1,5h enseignement projet – Cours d’introduction pour poser le contexte et donner les objectifs du projet :
    - Résoudre une problématique industrielle confiée par un partenaire externe, en lien avec le référentiel de compétences de la formation
  - 14 séances de travaux autonomes en groupe, adossées à l’ECUE « Management de Projet Appliqué » de l’UE « Management et Communication 5 » (Environ 60h planifiées).
  - Soutenance finale.
- ECUE Système de Production Automatisé :
  - Transformées en « z »
  - Convertisseur Analogique/Numérique et Échantillonnage
  - Stabilité des systèmes échantillonnés
  - Synthèse d’un correcteur échantillonné

## Ressources bibliographiques

- ECUE Intelligence Artificielle appliquée à l’Industrie 4.0 :
  - S. GUIDO, A. Mueller. Introduction to Machine Learning with Python
  - V. Barra, A. Cornuéjols. Apprentissage artificiel: Concepts et algorithmes - De Bayes et Hume au Deep Learning
  - D. Mckinney. Analyse de données avec Python
- ECUE Logistique et Achats :
  - « Management industriel et logistique » - BAGLIN G., BRUEL O., GARREAU A., GREIF M., VAN DELFT C. - 5ème édition, Economica, 2007.
  - Supply Chain Management: Strategy, planning and operations - CHOPRA S., MEINDL P. - Prentice Hall – 2003.
  - Understanding Supply Chains: Concepts, critiques & futures - NEW S., WESTBROOK R. - Oxford University – 2004
  - Supply Chains : A manager’s guide - TAYLOR, David A. - Addison Wesley – 2004
  - Manufacturing Planning & Control systems for Supply Chain Management: the definitive guide for professionals. - VOLLMANN T., BERRY W., WHYBARK D., JACOBS F. - McGraw Hill – 2004
  - Operations management: A supply Chain Approach - WALLER D - Thomson – 2003
  - Supply Chain Management en PMI, le Chaînon manquant - MONDON C. – AFNOR -2005
- ECUE Maintenance et Conception Industrielle :
  - Pratique de l’AMDEC – DUNOD
  - AMDEC : Guide pratique – AFNOR
  - Life Cycle Costing for Engineers - CRC Press
  - Engineering Economics of Life Cycle Cost Analysis – CRC Press
  - Analyse fonctionnelle - Théorie et applications – DUNOD
  - Aide À L’élaboration Du Cahier Des Charges Fonctionnel - AFNOR
  - Fiabilité des systèmes – Eroylles
- ECUE Projet Métier :
  - J. GEORGES, Pratique de la gestion industrielle (organisation, méthodes et outils). Dunod Éditions.
  - J.L. FANCHON, Guide des sciences et technologies industrielles . Nathan Éditions.
  - B. LE ROUX, Management avancé, Génie Industriel. Collection TechnoSup. Ellipses Éditions.
- ECUE Système de Production Automatisé :
  - Polycopié sur SAVOIR



## Méthodes générales d'enseignement

- ECUE Intelligence Artificielle appliquée à l'Industrie 4.0 :
  - Cours théoriques, travaux dirigés et pratiques sur ordinateur en utilisant le langage Python. Les exemples traités utilisent des bases de données publiques en lien avec le domaine de l'énergie.
- ECUE Logistique et Achats :
  - Découverte active par expérimentation, puis amélioration
  - Cours magistraux agrémentés d'exercices d'applications ou de tests
- ECUE Maintenance et Conception Industrielle :
  - Cours magistral : Introduction à la conception
  - Travail en groupe sur un cas d'usage
  - Cours magistral : introduction à l'AMDEC
  - Travail en groupe sur un cas d'usage identique à celui de la conception
  - Étude de cas LCC : étude réalisée par Alstom Transport
  - Travail en groupe pour la modélisation d'un processus décisionnel basé sur les coûts
  - Cours magistral sur la fiabilité et une mise en situation
- ECUE Projet Métier :
  - Travail supervisé et autonome
- ECUE Système de Production Automatisé :
  - CM et TD

## Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Intelligence Artificielle appliquée à l'Industrie 4.0 :
  - Le module sera évalué avec le rendu d'un TP (30%) et une évaluation écrite terminale (70%)
- ECUE Logistique et Achats :
  - Test en cours = 20%
  - Amélioration du fonctionnement de la chaîne logistique = 40%
  - Examen final = 40%
- ECUE Maintenance et Conception Industrielle :
  - Évaluation classique pour le calcul des la fiabilité et la disponibilité
  - Évaluation de qualité des livrables des travaux en groupes
  - Évaluation via des présentations des stratégies décisionnelles
- ECUE Projet Métier :
  - Les modalités d'évaluation seront précisées par le responsable de l'ECUE en début de séquence.
    - Groupe constitué de 4 à 6 apprenants
    - Évaluation de l'investissement du groupe dans leur projet, tout au long du semestre.
    - A la fin du projet, 1h de soutenance par groupe est prévue devant un jury composé d'enseignants dont un maîtrisant la langue anglaise, et en présence du client.
    - La soutenance comprend 25 min de présentation en anglais et 35 min de discussion (questions/remarques).
    - Un rapport de synthèse du projet semestriel est attendu par le jury (en amont de la soutenance).
    - Le rapport doit être rédigé en anglais, en respectant une limite de 40 pages maximum.
- ECUE Système de Production Automatisé :
  - Un test intermédiaire 40 %
  - Un examen final 60 %



Code UE : <i>PIS_GE_S9_MANCOM5</i>	Titre UE : MANAGEMENT ET COMMUNICATION 3		
Directeur du programme	<a href="mailto:florent.ravelet@ensam.eu">florent.ravelet@ensam.eu</a>		
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude
Niveau M2	PIS-GE3 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre
8	PARIS	145h	S9
Mots-clés	Anglais, Éthique et déontologie, Employabilité, Économie de l'Énergie, Intelligence Collective, Contrats, Marketing, Management de Projets		

Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	X
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	X
	2.3 Pensée systémique	X
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	X
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	X
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	X
	3.2 Communications	X
	3.3 Communications en langues étrangères	X
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	X
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	X
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	X
	4.4 Conception	X
	4.5 Mise en œuvre	X
	4.6 Exploitation	X
	4.7 Innovation	X
	4.8 Entrepreneurat en ingénierie	X



## Prérequis spécifiques

- ECUE Anglais 5 :
  - Niveau Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues : B2 souhaité
  - Passage du test TOEIC en fin d'année 2, avec score de 785/990 minimum requis pour valider le niveau B2 en anglais. Les apprenti(e)s n'ayant pas atteint ce niveau en cours d'année 2 sont inscrits en année 3 à un cours de préparation intensif afin que le niveau B2 soit atteint et validé à la fin du semestre S9.
- ECUE Éthique et Déontologie :
  - Maîtrise du Français (orthographe, grammaire, conjugaison, syntaxe, etc.)
  - Cours de Philosophie niveau secondaire (collège/lycée)
  - Savoir analyser et synthétiser en produisant une dissertation
  - Structurer sa pensée, développer une réflexion cohérente, argumenter et démontrer.
- ECUE Économie de l'Énergie :
  - Culture scientifique de niveau de début de L3.
- ECUE Management et Intelligence Collective :
  - Savoir travailler en équipe
- ECUE Gestion des Contrats :
  - Aucun
- ECUE Marketing Industriel :
  - Aucun
- ECUE Secteur de l'Énergie, marché de l'emploi :
  - Pas de prérequis
- ECUE Management de Projet Appliqué :
  - Cours de gestion de projet S5

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- ECUE Anglais 5 :
  - S'insérer dans un environnement international de travail. En particulier :
    - Fonctionner dans un environnement professionnel international, en tenant compte des différences culturelles afin de savoir résoudre les problèmes.
    - Utiliser le langage de sa spécialité/filière.
    - Consolider son projet professionnel afin d'intégrer un monde du travail multiculturel en France ou à l'étranger.
    - Pouvoir rendre compte de ses opinions et les défendre au cours d'une discussion.
    - Pouvoir développer un point de vue sur un sujet en considérant avantages et inconvénients.
    - Être capable de faire mieux que de se « débrouiller » dans l'interaction (parler avec naturel ; comprendre dans le détail ; corriger les fautes qui ont débouché sur un malentendu).
    - Avoir pris conscience des fautes « préférées » et ainsi être en mesure de se corriger.



- ECUE Éthique et Déontologie :
  - Former l'ingénieur citoyen, responsable, assurant le lien entre les sciences, les technologies et la communauté humaine,
  - Répondre à l'ingénieur qui s'interroge continuellement sur le sens de ses actions et les place dans une perspective éthique,
  - Définir l'ingénieur dont les valeurs auront pour référent non pas une simple logique de profit et de rentabilité mais l'homme lui-même ...
  - Attirer l'attention du futur ingénieur sur la dimension éthique de son métier,
  - Etre capable d'identifier les situations comprenant des questions morales.
  - Analyser ces situations, Appliquer une méthode de prise de décision éthique,
  - Présenter cette décision en l'argumentant
  
- ECUE Économie de l'Énergie :
  - Appréhender les problématiques Énergie-Climat dans le monde et les enjeux du secteur électrique dans un contexte d'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050 en France,
  - Optimiser un parc de production d'électricité face aux marchés de l'électricité.
  
- ECUE Management et Intelligence Collective :
  - Favoriser l'échange de pratiques ou de savoir-faire au sein des équipes.
  - Promouvoir l'intelligence collective au sein des équipes.
  - Comprendre à quels niveaux et avec quels impacts se joue la dimension systémique multiculturelle sur un projet
  
- ECUE Gestion des Contrats :
  - Affirmer une présence chez le client, en amont des affaires
  - Adapter leur action aux différents types de clients
  - Identifier qualités et compétences à développer pour conduire des affaires avec efficacité
  - Intégrer la dimension commerciale dans la conduite d'affaires
  - Sélectionner les affaires auxquelles l'entreprise décide de répondre
  - Analyser l'environnement de leur entreprise
  - Élaborer une réponse à un appel d'offres
  
- ECUE Marketing Industriel :
  - Mettre en œuvre des stratégies commerciales et des politiques de prix et de distribution
  - Concevoir et mettre en œuvre une stratégie et une politique de communication
  - Prendre du recul sur des stratégies de marketing mix mises en œuvre
  
- ECUE Secteur de l'Énergie, marché de l'emploi :
  - Identifier ses compétences-clés, besoins fondamentaux, et environnements propices à l'épanouissement professionnel
  - Comprendre les dynamiques du marché de l'ingénieur
  - Relier ses compétences à des trajectoires à impact technologique et sociétal
  - Structurer sa présentation professionnelle de façon stratégique et authentique
  - Structurer une réflexion post-diplôme et se préparer à un environnement en mutation
  
- ECUE Management de Projet Appliqué :
  - Appliquer les méthodes de gestion et management de projet à un cas concret, en lien avec l'ECUE « Projet Métiers » de l'UE « Industrialisation et Production (Supply Chain) »

## Description de l'UE

- ECUE Anglais 5 :
  - Communication professionnelle en anglais et préparation au travail en équipe multiculturelle



- ECUE Éthique et Déontologie :
  - Séquence 1 : « L'éthique de la responsabilité »
    - L'éthique au cœur de la décision
      - Concepts généraux et définition des notions
      - Les différentes échelles de décision
      - Histoire de la « déontologie pour ingé » en France
      - S'adapter vs. Changer / Scepticisme vs. Dogmatisme
    - Méthode de raisonnement éthique (MRE)
      - Analyse des faits
      - Le raisonnement éthique
      - La prise de décision
    - Mise en application
  - Séquence 2 : « Valeurs et identité de l'ingénieur »
    - Les valeurs fondant l'identité de l'ingénieur (Charte d'éthique)
      - L'ingénieur dans la société
      - L'ingénieur et ses compétences
      - L'ingénieur et son métier
      - L'ingénieur et ses missions
    - Déontologie de l'ingénieur
      - Devoirs et Responsabilité
      - Leader vs. Boss
    - Cadre d'action déontologique
      - Pourquoi un cadre ?
      - Les contours du cadre
      - Le contrôle de l'action
    - La responsabilité sociale des entreprises (RSE)
      - Le concept
      - La Norme ISO 26000
  - Séquence 3 : « Acteur des transitions: l'ingénieur du futur »
    - Éthique au travail : cas du rapport Femme/Homme
      - Inégalités : salaire, nombre, typologie de poste
      - Sources de problèmes éthiques dans le métier d'ingénieur
    - Éthique en Science : cas de l'I.A.
      - Exemple de problèmes éthiques en IA
      - Singularité technologique : vers le transhumanisme
      - Organisme et institution pour la réglementation
    - Notions de droit
      - Responsabilité civile
      - Responsabilité pénale
      - Procédure pénale et sanctions
- ECUE Économie de l'Énergie :
  - Problématiques Énergie-Climat dans le monde,
  - Structuration de l'économie à la suite de l'essor des machines énergétiques,
  - Économie des marchés de ressources énergétiques primaires (pétrole, gaz, charbon) et secondaires (électricité, hydrogène),
  - Optimisation d'un parc de production d'électricité face aux marchés de l'électricité,
  - Enjeux du secteur électrique dans un contexte d'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050 en France.



- ECU Management et Intelligence Collective :
  - L'intelligence collective ou de groupe se manifeste par le fait qu'une équipe d'agents coopérants peut résoudre des problèmes plus efficacement que lorsque ces agents travaillent isolément.
    - Définir son projet de travail collaboratif :
      - Définir son objectif pour son équipe.
      - Anticiper les changements liés à l'approche : intelligence collective.
    - Mettre en place les bases de la coopération dans l'équipe :
      - Développer un mode de fonctionnement réseau dans son équipe.
      - Identifier les animateurs et des membres du réseau.
      - Trouver les méthodes efficaces pour travailler en équipes collaboratives.
      - Clarifier les modalités favorisant le travail en intelligence collective.
    - Trouver des solutions grâce au travail collaboratif :
      - Orienter l'équipe vers une dynamique de recherche de solutions en commun.
      - Instaurer une relation de confiance entre chacun des membres de l'équipe.
      - Expérimenter la méthode du codéveloppement.
  
- ECU Gestion des Contrats :
  - Introduction à l'ingénierie d'affaires
    - Projet et affaire
    - Organisation de la réalisation des affaires
  - Typologie de clients
    - Les parties en présence
    - Typologie des clients et actions de l'Ingénieur d'Affaires (IA)
  - Qualités et compétences de l'ingénieur d'affaires
    - Cursus classique de l'IA
    - Qualités/compétences personnelles requises
  - Dimension commerciale de la gestion d'affaires
    - Prospection commerciale
    - Étapes de l'action commerciale
  - Maîtriser les étapes d'une affaire
    - Identification du besoin, Préparation de l'AO
    - Négociation et contrat
  - Marchés et contrats
    - Contrats d'entreprise
    - Marchés publics
  - L'environnement de l'ingénieur d'affaires
    - Les acteurs du client
    - Les acteurs du vendeur
  - Répondre à un appel d'offres
    - Mener la réponse à l'AO en mode projet
    - Rédiger l'offre, Soutenir l'offre oralement
  
- ECU Marketing Industriel :
  - APPROCHE DU MARKETING
    - Définition et évolutions du marketing : POEM, SEO, SEA, Pestel, Porter
    - La place du marketing dans la stratégie de l'entreprise et dans la stratégie de communication
    - Les différents types de marketings : stratégique ou opérationnel, B2C et B2B, E-marketing...
    - La notion de marché : acteurs, taille, demande et offre
  - LE DIAGNOSTIC MARKETING
    - Les études marketing – leur rôle, les différents types, les règles
    - Diagnostic interne et diagnostic externe
    - Synthèse diagnostic – utilisation de matrices
  - NOTION DE STRATÉGIE MARKETING
    - Les objectifs
    - Les éléments et les étapes de la démarche en marketing



- Le plan marketing : sa place, son élaboration, la planification des actions, le suivi et le contrôle (tableaux de bord)
- LE MIX MARKETING
  - Le produit : cycle de vie, gamme, marque, packaging, design
  - Le prix : notion de rentabilité, influence de la demande, les différentes stratégies prix
  - La distribution : notion de circuit de distribution, les différents types de commerce, le point de vente et le marchandisage
- ECUE Secteur de l'Énergie, marché de l'emploi :
  - 1. Mieux se connaître pour mieux s'orienter
    - Introduction aux modèles MBTI et DISC appliqués à l'ingénierie et au management
    - Mise en perspective avec des personnalités d'ingénieurs en entreprise
    - Identification de ses moteurs : autonomie, reconnaissance, impact, stabilité, challenge
    - Atelier d'auto-positionnement (grille issue des bilans de compétences adaptés au public étudiant)
    - Cartographie de soi : valeurs, mode de fonctionnement, types de structure recherchée
    - Livrable : Grille de connaissance de soi et environnement idéal
  - Comprendre les dynamiques du marché de l'ingénieur
    - Données actualisées (Volta Executive, APEC, INSEE, France Stratégie) sur les tendances du marché 2024-2025
    - Métiers en tension : maintenance, automatismes, transition énergétique, traitement des données, production
    - Évolution des compétences recherchées : systèmes, logiciels, communication, anglais technique
    - Écart entre formation et attentes réelles du terrain : analyse de cas concrets
    - Posture stratégique : évaluer une offre, identifier un secteur dynamique, anticiper les besoins
    - Livrable : Fiche d'analyse de poste et lecture marché
  - Explorer les métiers de l'énergie et de la transition
    - Cartographie des secteurs : ENR, hydrogène, méthanisation, réseaux de chaleur, efficacité énergétique, industrie bas carbone
    - Acteurs : grands groupes, bureaux d'études, PME industrielles, startups à impact
    - Panorama des métiers : ingénierie process, gestion de projets, maintenance, qualité, QHSE, supply
    - Études de cas concrets issus des missions de Volta Executive
    - Interactions : témoignages, réflexion en sous-groupes sur les liens compétences-métiers
    - Livrable : Carte personnelle "Compétences → Secteurs → Métiers"
  - Se positionner professionnellement (outils fondamentaux)
    - CV ingénieur : mise en valeur des résultats, compétences transverses, expériences projets
    - LinkedIn : structuration d'un profil lisible et visible, choix des mots-clés, mise en réseau
    - Préparation aux entretiens : méthode STAR, storytelling, ancrage dans des cas réels
    - Premiers pas en personal branding : se démarquer sans surjouer
    - Livrable : CV, profil LinkedIn optimisé et fiche récapitulative « pitch » professionnel
  - Adopter une posture proactive dans la recherche d'opportunités
    - Recrutement visible vs. marché caché : décodage des circuits
    - Stratégies d'approche directe : ciblage, message, relance professionnelle
    - Utilisation de LinkedIn, des alumni et de l'écosystème ENSAM
    - Posture d'explorateur : test, veille, curiosité active, rencontres terrain
    - Livrable : Plan d'action personnalisé « Mon accès aux opportunités »
  - Se projeter : quelles options après le diplôme ?
    - Dispositifs post-ENSAM : VIE, VIA, masters spécialisés, double compétence, entreprendre
    - Critères pour évaluer la pertinence d'une opportunité (enjeux, équipe, apprentissage, alignement)
    - Compétences transversales et adaptabilité dans un monde en mutation
    - Atelier de projection à 3 ans : où suis-je utile, où suis-je heureux, où j'apprends ?
    - Livrable : Synthèse « Cap 3 ans »



- ECUE Management de Projet Appliqué :
  - Accompagnement personnalisé sur le volet « gestion de projet » du projet métier.
  - 5 jalons programmés en lien avec le projet métier :
    - Préparation d'un « pitch-projet » : Synthèse (dans le corps d'un mail = équivalente à une page max) reprenant les éléments essentiels de votre projet, vos ambitions, les principales parties prenantes, les premiers objectifs/indicateurs/macro-étapes et organisation que vous visez.
    - Préparation d'un OTT : Un OTT a pour but d'identifier les tâches à effectuer et à en évaluer la charge (en heures ou jours suivant votre préférence). C'est une étape préalable à l'établissement du planning. Les objectifs et indicateurs doivent être chiffrés.
    - Matrice des risques majeurs du projet : L'évaluation des risques devrait intervenir plus tôt dans votre projet ; la date de rendu est décalée pour vous permettre de lisser votre charge de travail.
    - RDV gestion de projet : Opportunité de revenir sur votre performance (réelle ou ressentie) en gestion de projet, et répondre à vos questions (opérationnelles = sur le projet, ou académiques = préparation de la soutenance,...)
    - Soutenances : Vous n'oublierez pas de mettre en évidence l'évaluation de votre performance projet ; nous n'attendons pas un récit, ou un rappel de cours de gestion de projet mais une prise de recul quant à ce qui s'est bien ou moins bien passé et pourquoi, et ceci de manière factuelle et objective.

## Ressources bibliographiques

- ECUE Anglais 5 :
  - Ressources transmises par l'intervenant
- ECUE Éthique et Déontologie :
  - « Penser l'éthique des ingénieurs » - Christelle Didier Presse Universitaire de France - 2008
  - Didier C., 2009, « Les ingénieurs et l'éthique professionnelle : pour une approche comparative de la déontologie », in Demazière D. Gadéa C., Sociologie des groupes professionnels. Acquis récent et nouveaux défis, La découverte, Recherche
  - « Éthique et Déontologie de l'ingénieur » Master M1 / Pr. Nabil ABOU-BEKR / Avril 2020
  - « La place de l'éthique dans la formation de l'ingénieur » Philippe Massé - Ancien président de la CTI Conférence AFM 2016
  - Technique de l'ingénieur – AG102 « Ethique de l'ingénierie - Un champ émergent pour le développement professionnel »
  - 10/01/2015 - C. DIDIER Charte d'Éthique de l'Ingénieur - IESF
  - Les ingénieurs et l'éthique. Pour un regard sociologique. C. DIDIER - Fev. 2021
  - Enseigner l'éthique professionnelle <https://lewebpedagogique.com/ethique/category/banque-de-cas-pratiques/>
- ECUE Économie de l'Énergie :
  - Ressources transmises par l'intervenant
- ECUE Management et Intelligence Collective :
  - Intelligence collective : Agir et innover en équipe de Julia Kalfon , Delphine Batton (Dunod, 2020).
  - Arendt, H. (1961). Condition de l'homme moderne. Paris : Calmann Lévy. (Édition originale, 1958).
  - Pierre Lévy, L' intelligence collective : pour une anthropologie du cyberspace. La découverte poche , 1997.
- ECUE Gestion des Contrats :
  - Aucune
- ECUE Marketing Industriel :
  - Aucune



- ECUE Secteur de l'Énergie, marché de l'emploi :
  - Aucune
- ECUE Management de Projet Appliqué :
  - A visionner pour vous aider :
    - <https://www.youtube.com/watch?v=7c8xP1gRIWs>
    - <https://www.youtube.com/watch?v=HWeUb1VMgJg>
    - <https://www.youtube.com/watch?v=7coWrGWI2SU>
    - <https://www.youtube.com/watch?v=lv18JGOk06o>

## Méthodes générales d'enseignement

- ECUE Anglais 5 :
  - Apporter des outils, créer un cadre et fixer des objectifs permettant aux apprenti(e)s de devenir autonomes pour la communication professionnelle en anglais et de se préparer au travail en équipe multiculturelle.
  - Travail des 5 activités langagières, avec une priorité donnée aux compétences d'expression orale, au travers de mises en situation professionnelles dont la thématique principale est en lien avec la filière choisie par l'apprenti.
  - Approfondissement des techniques de présentation étudiées et pratiquées auparavant en années 1 et 2 (communication non-verbale, convaincre / interagir avec son auditoire, etc.).
  - Travail et approfondissement des techniques de compensation linguistique vues en années 1 & 2.
  - Consolidation des acquis liés à la préparation de l'insertion dans un monde professionnel multiculturel (CV, lettre de motivation, entretien de recrutement, développement de réseaux professionnels...).
- ECUE Éthique et Déontologie :
  - CM
- ECUE Économie de l'Énergie :
  - Enseignement en cours magistral, avec des cas d'études.
- ECUE Management et Intelligence Collective :
  - Desing Thinking/Desing Sprint/Innovation Sociale/ Codéveloppement
- ECUE Gestion des Contrats :
  - CM et TD
- ECUE Marketing Industriel :
  - CM et TD
- ECUE Secteur de l'Énergie, marché de l'emploi :
  - Approche interactive : mises en situation, échanges en binôme, analyse de cas, réflexion guidée
  - Documents de travail fournis à chaque séance (PDF ou SharePoint)
  - Aucun devoir noté – présence obligatoire – rendus personnels valorisés dans le suivi
- ECUE Management de Projet Appliqué :
  - Le suivi de projet est réalisé exclusivement en distanciel (via Teams).
  - Des séquences Teams sont planifiées au début des créneaux de Projet Métier. Elles ont pour objectif d'effectuer les rappels essentiels pour préparer les 5 rendus demandés.
  - Sur l'ensemble de vos créneaux, il est possible de prendre rendez-vous en Teams (mini 48h à l'avance).

## Méthodes et critères généraux d'évaluation

- ECUE Anglais 5 :
  - Travaux en groupe classe, en petits groupes (4 à 6), en individuel, selon les objectifs pédagogiques.
  - Jeux de rôle, simulation de situations professionnelles (réunions, recrutement...)
  - Valuation : présentations orales sur des points techniques précis ; comptes rendus écrits ; simulations d'entretien ; rédaction de documents professionnels et de documents liés aux candidatures pour insertion professionnelle.
  
- ECUE Éthique et Déontologie :
  - Dissertation sur un sujet de philosophie éthique, Travail autonome : 4h
  - Un examen surveillé portant sur des questions de cours et une étude de cas concrète Durée : 1h
  
- ECUE Économie de l'Énergie :
  - Rédaction d'une note de 2 pages type « note ministérielle » par groupe de 2-3 sur un sujet du monde de l'Énergie-Climat.
  - Examen de fin d'UE, validant l'ensemble des cours (15 questions à choix multiples, quelques questions avec réponse libre, dissertation d'une trentaine de lignes sur une grande thématique du monde de l'Énergie).
  
- ECUE Management et Intelligence Collective :
  - Modalités d'évaluation communiquée par l'enseignant en début de séquence
  
- ECUE Gestion des Contrats :
  - Examen
  
- ECUE Marketing Industriel :
  - Examen
  
- ECUE Secteur de l'Énergie, marché de l'emploi :
  - Aucun devoir noté – présence obligatoire – rendus personnels valorisés dans le suivi
  
- ECUE Management de Projet Appliqué :
  - Livrables associés aux 5 jalons définis par l'enseignante
  - Votre évaluation sur la partie gestion de projet tiendra compte de la bonne exécution des consignes, de la qualité des rendus, de la communication avec votre enseignant en gestion de projet. Un rendez-vous obligatoire est prévu mais il vous appartient de la solliciter suivant votre besoin, utilement. La relation avec vos enseignants se manage aussi...

Code UE : <i>PIS_GE_S9_RESEARCH</i>	Titre UE : RESEARCH WEEK		
Directeur du programme	<a href="mailto:florent.ravelet@ensam.eu">florent.ravelet@ensam.eu</a>		
Année d'Étude	Cycle	Type	Langue d'étude
Niveau M2	PIS-GE3 : Programme Ingénieur de spécialité Génie Énergétique	Obligatoire	Français
ECTS	Campus	Durée étudiant planifiée	Semestre
3	PARIS	35h	S9
Mots-clés	Recherche scientifique, bibliographie		

### Objectifs de formation visés (cf. référentiel CDIO : <http://www.cdio.org/>)

Groupe d'objectifs	Objectifs de formation	Objectifs principalement visés par l'UE
Connaissances disciplinaires et raisonnement	1.1 Connaissance des sciences de base	
	1.2 Connaissance des principes fondamentaux d'ingénierie	
	1.3 Connaissances, méthodes et outils avancés en ingénierie	
Capacités et compétences personnelles et professionnelles	2.1 Raisonnement analytique et résolution de problèmes	
	2.2 Méthodes scientifiques : expérimentation, questionnement et initiation	x
	2.3 Pensée systémique	
	2.4 Savoir être et savoir apprendre	x
	2.5 Éthique, déontologie et responsabilités professionnelles	
Compétences interpersonnelles : Travail d'équipe et communication	3.1 Travail d'équipe	x
	3.2 Communications	x
	3.3 Communications en langues étrangères	x
Créer, concevoir, mettre en œuvre, exploiter, innover et entreprendre dans un contexte de Responsabilité Sociétale des Entreprises	4.1 Contexte externe, sociétal et environnemental	
	4.2 Contexte de l'entreprise et des affaires	
	4.3 Créer : de l'idée au plan d'affaires	
	4.4 Conception	
	4.5 Mise en œuvre	
	4.6 Exploitation	
	4.7 Innovation	x
	4.8 Entrepreneurat en ingénierie	



## Prérequis spécifiques

- ECUE « Présentation Recherche sur le Campus » de l'UE « Management et Communication 2 » du semestre S6.
- ECUE « Journée des doctorants 2A » de l'UE « Management et Communication 4 » du semestre S8.
- Lire et comprendre des textes scientifiques en Anglais.
- Notions basiques utilisées en Énergétique, Mécanique et Automatique.

## Acquis d'apprentissage visés

A l'issue de l'UE, l'étudiant sera capable de :

- Réaliser une bibliographie sur un sujet de recherche
- Lire et comprendre un article de recherche
- Réaliser un poster sur un sujet de recherche scientifique

## Description de l'UE

- Le but de cette Unité d'Enseignement est de faire découvrir la recherche scientifique aux apprenti.e.s afin de comprendre les mécanismes et les différentes phases lors d'un travail de recherche scientifique. Pour cela chaque groupe d'apprenti.e.s se voit attribuer un sujet de recherche lié à un chercheur de l'école avec un premier jeu d'articles scientifiques, et prépare en une semaine un poster de synthèse autour du sujet. Ce travail suppose une recherche bibliographique supplémentaire, et est accompagné par un chercheur et/ou un doctorant d'un laboratoire de l'école.

## Ressources bibliographiques

- <https://www.sciencedirect.com/>

## Méthodes générales d'enseignement

- Présentation du travail demandé et de la base de données Science Direct en amphithéâtre pendant 1h30. Projet personnel de compréhension du thème donné, échange avec un chercheur référent du thème proposé.
- Soutenance publique devant l'ensemble des groupes, en Anglais.

## Méthodes et critères généraux d'évaluation

- Évaluation du poster présenté à l'oral sur des critères :
  - de fond (présentation de la problématique de recherche, bibliographie, résultats de la littérature)
  - de forme (pédagogie des explications, anglais, design du poster)
  - de réponses aux questions.