

Partager



Email destinataire :

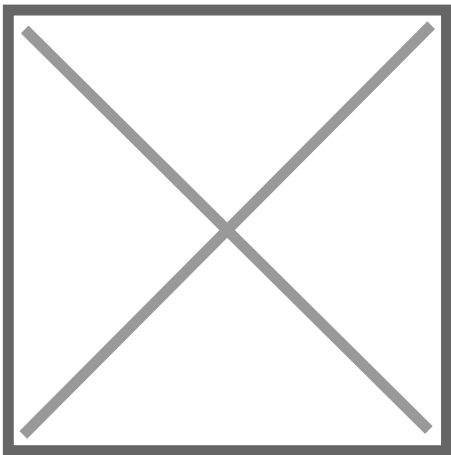
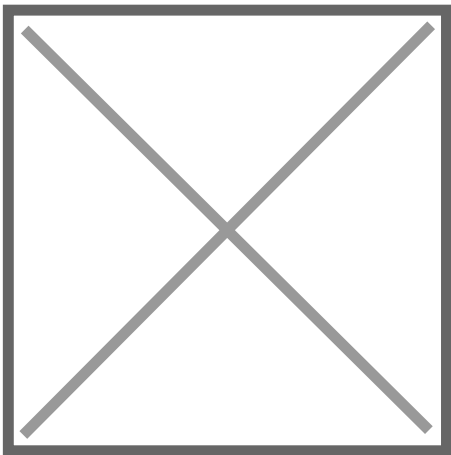
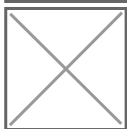
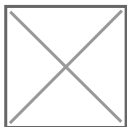
Vous devez renseigner un email valide

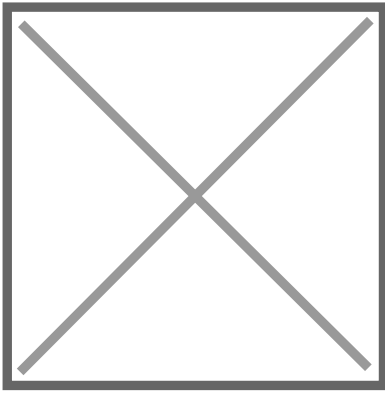
Envoyer

Une erreur est survenue. Merci de réessayer ultérieurement
Le mail de partage a bien été envoyé.

Ajouter au comparateur

M2 Advanced Manufacturing and Smart Systems





Master
Mentions Mécanique | Ingénierie des Systèmes Complexes
Régime(s) d'inscription
Formation initiale
Langue(s) d'enseignement
Anglais Français

Le parcours AMSS (Advanced Manufacturing and Smart Systems) forme à la maîtrise des systèmes intelligents de production, au jumeau numérique et aux approches de simulation avancée appliquées à l'usine du futur.

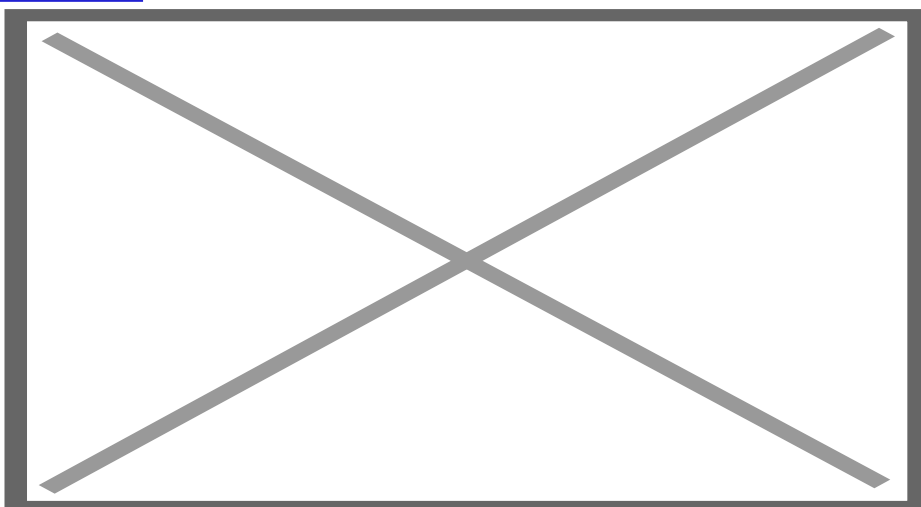
Le parcours AMSS combine un tronc commun centrée sur des cours et des projets scientifiques appliqués avec deux sous-parcours de spécialisation (1 parcours au choix) :

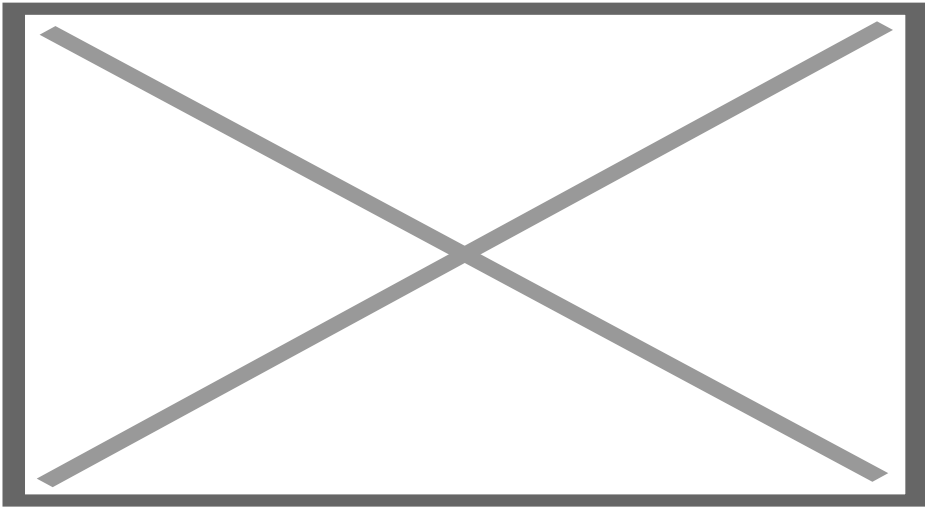
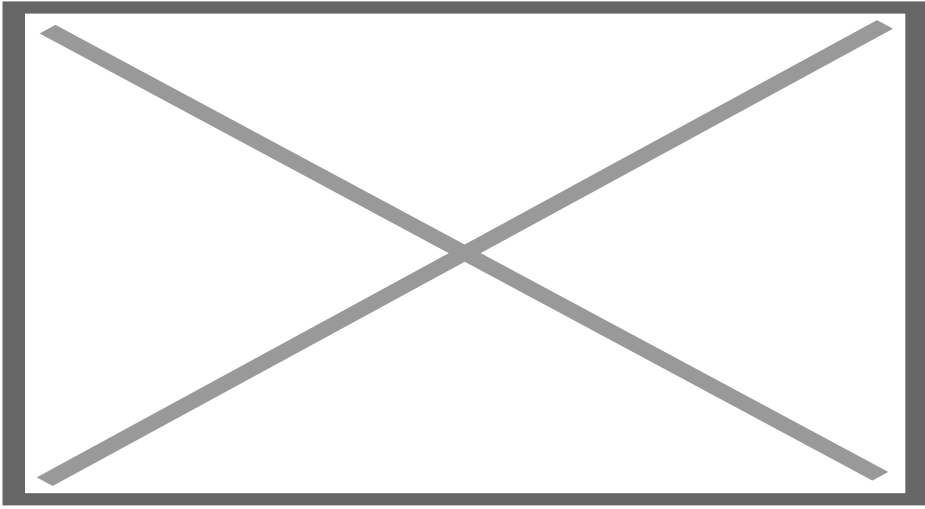
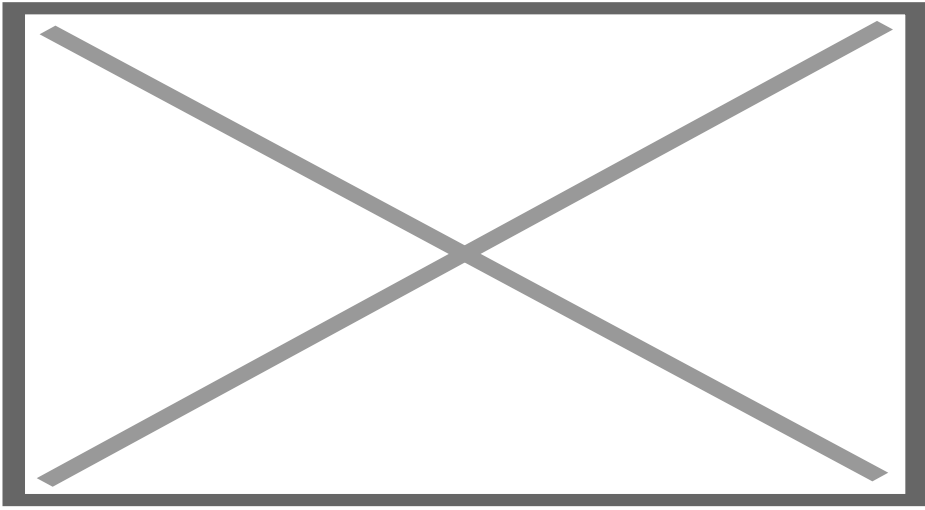
- **IN2P** (*Ingénierie Numérique Produit Process*), orienté vers la simulation multiphysique, la fabrication additive et le convergent manufacturing.
- **CSC** (*Conception de Systèmes Complexes*), centré sur la modélisation des systèmes cyber-physiques, l'ingénierie système et la simulation à événements discrets.

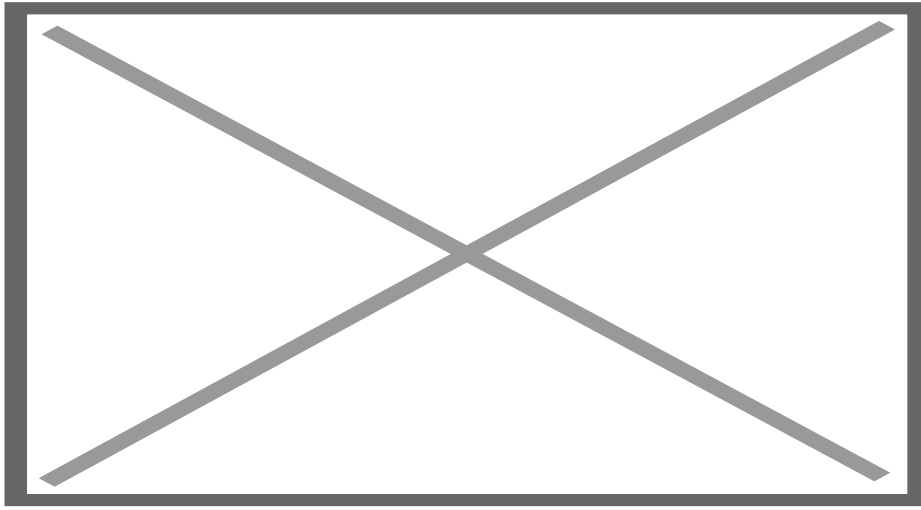
L'organisation alterne cours, TD, TP et projets au premier semestre, suivis d'un stage de recherche ou d'un projet R&D au second semestre.

[Plus d'informations ici.](#)

[Télécharger la fiche détaillée](#)
[Je candidate](#)







■ ■

Informations

- [Présentation](#)
- [Admission](#)
- [Programme](#)

Présentation

Compétences

- Conception et déploiement de jumeaux numériques pour produits et procédés.
- Simulation multiphysique et à événements discrets pour l'analyse des systèmes complexes.
- Optimisation et contrôle de procédés avancés (dont fabrication additive et procédés hybrides).
- Maîtrise des outils d'ingénierie numérique pour l'innovation et le transfert industriel.

Objectifs pédagogiques de la formation

Le programme de master « Advanced Manufacturing and Smart Systems » répond à un besoin industriel réel en matière d'ingénierie et de recherche, en combinant les thèmes majeurs de l'industrie du futur, notamment l'optimisation des processus de fabrication et le contrôle automatique des systèmes critiques. Les objectifs de ce programme de master sont multiples :

- Acquérir les connaissances scientifiques disciplinaires, théoriques et pratiques, nécessaires pour le futur Ingénieur-Chercheur, en génie mécanique et/ou en automatique.
- Acquérir et savoir mettre en œuvre les compétences transversales permettant de participer à un projet de recherche et développement (analyse d'articles et de brevets, développement de prototypes informatiques, communication orale, rédaction de rapports, etc.).
- Développer une expertise dans la modélisation multiphysique et la simulation numérique pour les procédés avancés.

- Former à l'utilisation de jumeaux numériques pour la conception, le pilotage et l'optimisation des systèmes de production.
- Préparer aux défis industriels de l'usine du futur, intégrant cyber-physical systems, intelligence artificielle et optimisation multi-échelle.

Débouchés

Professionnels

Après un Master ou Master + Doctorat : ingénieur (R&D, contrôle, production...)

Après Master + Doctorat : chercheur ou enseignant-chercheur

Après un Master ou Master + Doctorat : ingénieur (recherche et développement, contrôle, production...)

Ingenieur R&D

ingénieur étude conception

Responsable de projets R&D

Ingénieur d'études industrie / recherche publique

Agenda

Début de la formation (date indicative)

07/09/2026

Admission

Capacité d'accueil

Places

24

Public visé et prérequis

- Étudiants titulaires d'un M1 ou équivalent en génie mécanique, génie industriel, automatique, informatique, ou disciplines connexes.
- Diplômés d'écoles d'ingénieurs souhaitant se spécialiser dans l'ingénierie numérique, les procédés avancés et les systèmes intelligents.
- La formation exige des compétences solides dans des domaines transversaux tels que les mathématiques appliquées, et, selon les parcours : la modélisation multiphysique des systèmes

mécaniques et des procédés de fabrication, ou la modélisation et le pilotage des systèmes linéaires et à événements discrets.

- Intérêt pour la recherche et l'innovation en systèmes intelligents, manufacturing avancé et ingénierie numérique.
- Bon niveau en anglais.

Période(s) de candidature

Plateforme Inception

Du 01/02/2026 au 30/06/2026

Pièces justificatives

Obligatoires

Classement Année Précédente et taille promotion.

Lettre de motivation.

Lettre de recommandation ou évaluation de stage.

Tous les relevés de notes des années/semestres validés depuis le BAC à la date de la candidature.

Curriculum Vitae.

Facultatives

Attestation de niveau d'anglais.

Attestation de niveau d'anglais (obligatoire pour les non anglophones).

Niveau B2 requis au minimum

Attestation de français (obligatoire pour les non francophones).

Tout document ou toute réalisation qui pourrait appuyer la candidature (étude de cas, création d'événement, etc.).

Dossier VAPP (obligatoire pour toutes les personnes demandant une validation des acquis pour accéder à la formation) <https://www.universite-paris-saclay.fr/formation/formation-continue/validation-des-acquis-de-lexperience>.

- Carte de séjour mention réfugié du pays du premier asile
- OU récépissé mention réfugié du pays du premier asile
- OU document du Haut Commissariat des Nations unies pour les réfugiés reconnaissant le statut de réfugié
- OU récépissé mention réfugié délivré en France
- OU carte de séjour avec mention réfugié délivré en France
- OU document faisant état du statut de bénéficiaire de la protection subsidiaire en France ou à l'étranger.

Ingénierie Numérique Produit Process

[illegible]

Méthodologie de la recherche

ECTS : 2

Semestre calendaire : Semestre 1

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Programme / plan / contenus

Connaissance du monde de la recherche (CM : 2h)

Identifier et décrire la structuration du monde de la recherche, ses acteurs, ses institutions et ses indicateurs.

Appliquer les bonnes pratiques de la recherche scientifique, notamment en matière d'intégrité et d'éthique.

Recherche et analyse documentaire (CM : 5h, TP : 4h)

Conduire une recherche bibliographique efficace en utilisant les bases de données scientifiques et les outils de veille documentaire appropriés.

Analyser de manière critique des articles scientifiques en identifiant leur problématique, leur méthodologie, leurs résultats et leurs contributions.

Évaluer la qualité et la pertinence d'une publication scientifique en appliquant des critères méthodologiques rigoureux.

Réaliser une synthèse bibliographique cohérente et structurée sur un sujet de recherche nouveau ou émergent.

Rédaction scientifique (CM : 3h)

Rédiger un article ou communication scientifique en respectant les normes académiques (structure IMRaD, citation, références bibliographiques).

Structurer un argumentaire scientifique en articulant de manière logique problématique, revue de littérature, méthodologie, résultats et discussion.

Maîtriser les techniques fondamentales de l'écriture scientifique.

Communication scientifique (CM : 2h, TP : 4h)

Présenter et défendre oralement un travail de synthèse bibliographique.

Objectifs d'apprentissage

Cette UE a pour objectif d'informer les étudiants sur le monde de la recherche et sa structuration, et de les former aux « bonnes pratiques » de la recherche, de la recherche bibliographique et de l'écriture scientifique. Sont successivement abordés :

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
<u>Machine Learning</u>	3	Semestre 1	12		18						

Machine Learning

ECTS : 3

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 12

Travaux pratiques : 18

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Prérequis

- Niveau mathématique Licence 3 scientifique

Programme / plan / contenus

Les techniques d'optimisation et de machine learning présentées dans ce module sont regroupées dans les 3 grandes parties suivantes :

Optimisation linéaire (CM : 4h, BE : 4h)

Optimisation non linéaire et complexité algorithmique (CM : 4h, BE : 4h)

Algorithme de clustering, Autoencoder, LSTM, CNN et PNN (Physical Neural Network). (CM : 4h BE : 10h)

Théories mathématiques.

Mise en œuvre des algorithmes de clustering et autoencoder.

Mise en œuvre des algorithmes de LSTM, CNN et PNN.

Objectifs d'apprentissage

L'objectif de cette UE est de donner des compétences sur la connaissance et l'utilisation des techniques d'optimisation et de machine learning existant dans la littérature et en Ingénierie.

Organisation générale et modalités pédagogiques

Les théories et concepts seront vus en cours, puis appliqués au travers des séances de bureaux d'études (BE). Les sujets et les cas d'application traités en BE seront différents suivant le cursus choisi par l'étudiant.

Compétences

- Identification et formalisation d'un problème
- Choix des algorithmes d'optimisation et de machine learning appropriés pour résoudre un problème donné

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
<u>Anglais scientifique</u>	2	Semestre 1	0	20							

Anglais scientifique

ECTS : 2

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 0

Travaux dirigés : 20

Langue d'enseignement

Anglais

Enseignement à distance

non

Prérequis

- Niveau B2 en anglais

Programme / plan / contenus

Anglais scientifique (TD : 20h)

Consolider les acquis lexicaux et grammaticaux avec une attention particulière pour l'anglais de la recherche.

Initier les étudiants à la rédaction scientifique et notamment des review papers.

Ecriture et analyse d'abstracts

Objectifs d'apprentissage

Cette UE a pour but de familiariser les étudiants avec l'anglais scientifique (rédaction d'articles de recherche).

Organisation générale et modalités pédagogiques

Les différentes séances de cette UE sont synchronisées avec les UE "méthodologie de la recherche" et "Preuve de Concept" afin d'appliquer les notions sur des exemples (articles scientifiques) en lien avec les thématiques du parcours et des cursus.

Bibliographie

- Wallwork, A. (2013) English for Writing Research Papers, Springer.
- McCarthy, M., & Felicity O'dell. (2008). Academic vocabulary in use. Vocabulary reference and practice: self-study and classroom use. Cambridge University Press.
- Blattes, S., Jans, V., & Upjohn, J. (2013). Minimum Competence in Scientific English. EDP Sciences.

Nature de l'évaluation

Evaluation Continue Intégrale

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
<u>Techniques et outils pour la preuve de concepts</u>	4	Semestre 1	12	6	12						

Techniques et outils pour la preuve de concepts

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 12

Travaux pratiques : 12

Travaux dirigés : 6

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Prérequis

- Maîtrise d'un langage de programmation Python ou Matlab

Programme / plan / contenus

Accompagnement des étudiants dans la réalisation d'une preuve de concept issue d'un article de recherche, en leur fournissant les outils, méthodes et étapes nécessaires pour mener à bien leur projet.

Présentation du module (CM : 2h)

Introduction à la démarche de preuve de concept.

Présentation des attentes du projet.

Sélection et répartition des sujets.

Prise en main d'outils (CM : 4h, TD : 4h)

Utilisation de Jupyter Notebook, Git et mise en place de l'environnement de travail.

Outils de visualisation et de représentation des données.

Exemples de preuves de concept (TP : 8h)

Études de cas appliquées à des travaux de recherche issus de chaque cursus (IN2P ou CSC).

Projet personnel (TP : 12h)

Travail personnel sur le projet.

Trois séances de revue de projet (jalons intermédiaires).

Objectifs d'apprentissage

Cette UE propose un projet encadré visant à reproduire les résultats d'un article de recherche récent en lien avec les travaux des enseignants-chercheurs du parcours. Les étudiants y apprennent les bases du génie logiciel pour concevoir un module informatique, exploiter et interfacer des outils numériques, et valider leurs travaux par la simulation et l'expérimentation. Ce projet constitue également un exercice de sens critique, à travers

[illegible]

Digital Twins for Advanced Manufacturing

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 1

Langue d'enseignement

Anglais

Enseignement à distance

non

Prérequis

- Basics of Production Systems
- Basics of Engineering Design
- Knowledge of System Engineering

Programme / plan / contenus

Cyber-Physical Production Systems (CPPS) and Industrie 4.0 (I4.0) (CM : 6h)

Introduction to CPPS: definitions; models; architectures; standards; applications

Digital transformation of manufacturing: I4.0 concepts; reference architectures; standards

I4.0 enabling technologies: IIOT and cloud manufacturing; big data, analytics and AI; simulation; AR/VR/XR and industrial metaverse; interoperability and integration; cybersecurity

From I4.0 to Industrie 5.0: Reliability, Robustness, and Resilience in manufacturing; manufacturing for sustainability; human-centric manufacturing

Biological transformation of manufacturing: bioinspired manufacturing; biointegrated manufacturing; biointelligent manufacturing

Digital Twin (DT) Engineering (CM : 8h)

Introduction to DT: definitions and building blocks

DT conceptual models; value chain; characteristics; reference architectures; maturity models

DT data and models: Model Based System Engineering; Model Driven Engineering; Data and AI for DT; DT modeling and simulation (M&S)

DT Verification, Validation and Uncertainty

Quantification (VVUQ)

DT standards and softwares

DT applications in manufacturing

DT Labs and Project (TD : 4h, TP : 12h)

Hands-on laboratory project work involving Digital Twin technologies and Cyber-Physical Production Systems in realistic manufacturing scenarios.

Objectifs d'apprentissage

Tronc commun S2 : Stage de recherche

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
Stage de recherche	30	Semestre 2									
■											

Stage de recherche

ECTS : 30

Semestre calendaire : Semestre 2

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Objectifs d'apprentissage

Le stage de recherche a pour objectif d'initier l'étudiant à la recherche par la pratique, en lui permettant de développer un projet de recherche personnel au sein d'une équipe expérimentée. Il peut se dérouler dans l'un des laboratoires associés à la formation, dans un autre laboratoire de recherche en France ou à l'étranger, ou encore au sein d'un service R&D d'une entreprise.

Modalités pédagogiques particulières

Durée minimale du stage de 21 semaines

Nature de l'évaluation

Evaluation Terminale

Cursus IN2P : Ingénierie Numérique Produit Process

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
Advanced Manufacturing	3	Semestre 1	12		18						

Advanced Manufacturing

ECTS : 3

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 12

Travaux pratiques : 18

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Prérequis

- Matériaux : notion de plasticité
- Mécanique des milieux continus

Programme / plan / contenus

Procédé d'usinage, étude de la coupe (CM : 8h, TP : 14h, BE : 4h)

Étude de la Formation du copeau ; Géométrie outil ; Loi d'usure ; Efforts de coupe. (Merchant), mise en évidence du COM, Méthode par discrétisation d'arête.

Vibration en usinage : lobes de stabilité.

Modélisation numérique de la coupe

Travaux pratiques sur la modélisation des actions mécaniques.

Procédé de fabrication additive (CM : 4h)

Fabrication additive, principaux procédés

Études des contraintes résiduelles

Objectifs d'apprentissage

Cette UE permet aux étudiants de mener l'analyse d'un problème de fabrication additive et soustractive et de mettre en place les outils analytiques de modélisation des phénomènes macroscopiques liés à la fabrication.

Organisation générale et modalités pédagogiques

Ce module s'appuie sur un enseignement théorique fortement illustré par des activités pratiques centrées sur l'analyse de phénomène physique.

Compétences

- Modéliser les efforts mécaniques de coupe.
- Relier l'intégrité de la surface usinée aux paramètres de coupe.
- Étudier la dynamique d'une machine d'usinage.
- Comparer les procédés d'usinage avec d'autres procédés de fabrication.

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
Modélisation et commande des systèmes robotiques	3	Semestre 1	12	12	6						

Modélisation et commande des systèmes robotiques

ECTS : 3

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 12

Travaux pratiques : 6

Travaux dirigés : 12

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Prérequis

- Notions élémentaires d'algèbre linéaire, de mécanique du solide, de contrôle des systèmes linéaires

Programme / plan / contenus

Partie géométrie et cinématique (CM : 6h, TD : 4h, TP : 2h, BE : 4h)

Description géométrique des systèmes polyarticulés et modélisation des limites et performances cinématiques : opérateur de transformations homogènes, paramétrage de Denavit et Hartenberg modifié, paramétrages des orientations des bases, modèles cinématiques directs et inverses

Partie dynamique (CM : 4h, TD : 6h)

Modélisation dynamique des systèmes à plusieurs corps : théorèmes généraux, principe des puissances virtuelles, formalisme de Lagrange, formalisme de Newton-Euler et méthode de double récurrence

Partie Contrôle (CM : 2h, TD : 2h)

Techniques de contrôle, réglage : architectures industrielles et avancées, comparaison des solutions PID - forme prédictive (RST), intégration de la dynamique dans le contrôle, contrôle par découplage non linéaire dans l'espace articulaire et dans l'espace opérationnel.

Objectifs d'apprentissage

L'objectif de cette UE est de donner aux étudiants les compétences nécessaires pour comprendre comment modéliser, évaluer et contrôler les performances des systèmes robotiques (robots industriels ou centres d'usinage multiaxes) et ainsi maîtriser les procédés qu'il met en oeuvre. Ces compétences opérationnelles sont acquises grâce à l'étude scientifique du comportement

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
Pilotage des procédés de fabrication basés sur les modèles et les données	3	Semestre 1	8	6	16						

Pilotage des procédés de fabrication basés sur les modèles et les données

ECTS : 3

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 8

Travaux pratiques : 16

Travaux dirigés : 6

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Programme / plan / contenus

Les étudiants apprennent à relier modèles physiques, données expérimentales et chaîne numérique de fabrication pour améliorer la performance et la qualité des procédés

Chaîne numérique et données de procédé (CM : 4h, TD : 2h, BE : 4h)

De la génération de trajectoires à l'exécution machine : paramètres, formats et contraintes.

Architecture de la chaîne d'acquisition et types de capteurs utilisés (caméra, pyromètre, mesures électriques).

Lecture et traitement de trajectoires et de signaux issus du monitoring.

Modélisation physique et empirique (CM : 4h, TD : 2h, BE : 6h)

Introduction aux modèles analytiques de champ thermique et de morphologie de cordon.

Calibration des modèles par données expérimentales (ex. méthode flash, identification de paramètres).

Construction de modèles empiriques et hybrides (model-driven + data-driven).

Analyse et pilotage des procédés (CM : 2h, TD : 2h, BE : 6h)

Exploitation de données expérimentales (mise en couche, vidéos thermiques, signaux capteurs).

Corrélation entre paramètres procédés et phénomènes physiques.

Proposition de stratégies d'amélioration et de pilotage basées sur modèles et données.

Objectifs d'apprentissage

Cette UE a pour objectif de sensibiliser les étudiants aux approches « data-driven » et « model-driven » dans le

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
<u>Computer Aided Manufacturing</u>	3	Semestre 1	12	2	16						

Computer Aided Manufacturing

ECTS : 3

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 12

Travaux pratiques : 16

Travaux dirigés : 2

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Prérequis

- Notions de base en géométrie différentielle et modélisation polynomiale des courbes et des surfaces ;
- Connaissances en usinage et en procédés de fabrication additive.

Programme / plan / contenus

Principes de base des trajectoires d'outils en usinage et fabrication additive (CM : 2h, BE : 2h)

Stratégies et algorithmes 2D standard pour le calcul des trajectoires d'outils.

Interpolation linéaire et polynomiale, arrondi des angles.

Génération de trajectoires d'outils en fraisage 3 axes de surfaces gauches (CM : 3h, BE : 4h)

Algorithmes pour le calcul des trajectoires d'outils,

problèmes de hauteur de festons et de déviation cordale.

Stratégies d'usinage optimales pour minimiser le temps de production.

Génération de trajectoires d'outils en usinage 5 axes et fabrication additive de surfaces gauches (CM : 6h, TD : 2h, BE : 4h)

Algorithmes pour le calcul des trajectoires d'outils.

Fraisage en bout et fraisage sur le flanc.

Dépôt de matière sous énergie concentrée.

Méthodes locales et globales d'évitement des collisions.

Principes de base de la transformation cinématique

inverse pour les machines à 5 axes.

Gestion des singularités.

Mise en pratique (CM : 1h, BE : 6h)

Développement d'un générateur de trajectoire d'outil pour l'usinage à 3 ou 5 axes et la fabrication additive de surfaces gauches (travail personnel utilisant Catia V5 et Python).

Objectifs d'apprentissage

[illegible]

3D digitizing and geometric processing

ECTS : 3

Semestre calendaire : Semestre 1

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Prérequis

- Transformations 3D, algèbre linéaire et géométrie affine.
- Bases en métrologie, conception assistée par ordinateur (CAO), critères d'optimisation (méthode des moindres carrés) et évaluation des incertitudes de mesure.

Programme / plan / contenus

Les procédés de numérisation géométrique reposent de plus en plus sur des systèmes de scannage optique, qui permettent d'obtenir une représentation de la géométrie des pièces sous forme de données discrètes (nuages de points, maillages, images, etc.) en un temps relativement court.

Principes, moyens et méthodes de la numérisation 3D (CM : 4H, TD : 2h, TP : 4h)

Systèmes de mesure multi-capteurs et chaîne de numérisation 3D.

Technologies de capteurs : laser-plan, projection de franges, stéréovision, tomographie, etc.

Modélisation et méthodes d'étalonnage des caméras.

Incertitudes de mesure et évaluation des données numérisées.

Étalonnage et traçabilité métrologique.

Numérisation 3D à l'aide de systèmes à laser-plan et à projection de franges.

Stratégie de numérisation 3D et contrôle qualité (CM : 4H, TD : 2h)

Évaluation des systèmes de numérisation 3D.

Sélection d'un système de numérisation 3D adapté.

Planification de trajectoire et stratégie de numérisation 3D.

Traitement des données pour l'extraction de la géométrie (CM : 4H, TD : 2h, BE : 8h)

Modèles topologiques basés sur des données discrètes : voxels, octrees, maillages, etc.

Filtrage, recalage (rigide et non rigide), fusion,

Commande des Systèmes Critiques

Tronc commun S1

[illegible]

Méthodologie de la recherche

ECTS : 2

Semestre calendaire : Semestre 1

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Programme / plan / contenus

Connaissance du monde de la recherche (CM : 2h)

Identifier et décrire la structuration du monde de la recherche, ses acteurs, ses institutions et ses indicateurs.

Appliquer les bonnes pratiques de la recherche scientifique, notamment en matière d'intégrité et d'éthique.

Recherche et analyse documentaire (CM : 5h, TP : 4h)

Conduire une recherche bibliographique efficace en utilisant les bases de données scientifiques et les outils de veille documentaire appropriés.

Analyser de manière critique des articles scientifiques en identifiant leur problématique, leur méthodologie, leurs résultats et leurs contributions.

Évaluer la qualité et la pertinence d'une publication scientifique en appliquant des critères méthodologiques rigoureux.

Réaliser une synthèse bibliographique cohérente et structurée sur un sujet de recherche nouveau ou émergent.

Rédaction scientifique (CM : 3h)

Rédiger un article ou communication scientifique en respectant les normes académiques (structure IMRaD, citation, références bibliographiques).

Structurer un argumentaire scientifique en articulant de manière logique problématique, revue de littérature, méthodologie, résultats et discussion.

Maîtriser les techniques fondamentales de l'écriture scientifique.

Communication scientifique (CM : 2h, TP : 4h)

Présenter et défendre oralement un travail de synthèse bibliographique.

Objectifs d'apprentissage

Cette UE a pour objectif d'informer les étudiants sur le monde de la recherche et sa structuration, et de les former aux « bonnes pratiques » de la recherche, de la recherche bibliographique et de l'écriture scientifique. Sont successivement abordés :

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
<u>Machine Learning</u>	3	Semestre 1	12		18						

Machine Learning

ECTS : 3

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 12

Travaux pratiques : 18

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Prérequis

- Niveau mathématique Licence 3 scientifique

Programme / plan / contenus

Les techniques d'optimisation et de machine learning présentées dans ce module sont regroupées dans les 3 grandes parties suivantes :

Optimisation linéaire (CM : 4h, BE : 4h)

Optimisation non linéaire et complexité algorithmique (CM : 4h, BE : 4h)

Algorithme de clustering, Autoencoder, LSTM, CNN et PNN (Physical Neural Network). (CM : 4h BE : 10h)

Théories mathématiques.

Mise en œuvre des algorithmes de clustering et autoencoder.

Mise en œuvre des algorithmes de LSTM, CNN et PNN.

Objectifs d'apprentissage

L'objectif de cette UE est de donner des compétences sur la connaissance et l'utilisation des techniques d'optimisation et de machine learning existant dans la littérature et en Ingénierie.

Organisation générale et modalités pédagogiques

Les théories et concepts seront vus en cours, puis appliqués au travers des séances de bureaux d'études (BE). Les sujets et les cas d'application traités en BE seront différents suivant le cursus choisi par l'étudiant.

Compétences

- Identification et formalisation d'un problème
- Choix des algorithmes d'optimisation et de machine learning appropriés pour résoudre un problème donné

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
<u>Anglais scientifique</u>	2	Semestre 1	0	20							

Anglais scientifique

ECTS : 2

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 0

Travaux dirigés : 20

Langue d'enseignement

Anglais

Enseignement à distance

non

Prérequis

- Niveau B2 en anglais

Programme / plan / contenus

Anglais scientifique (TD : 20h)

Consolider les acquis lexicaux et grammaticaux avec une attention particulière pour l'anglais de la recherche.

Initier les étudiants à la rédaction scientifique et notamment des review papers.

Ecriture et analyse d'abstracts

Objectifs d'apprentissage

Cette UE a pour but de familiariser les étudiants avec l'anglais scientifique (rédaction d'articles de recherche).

Organisation générale et modalités pédagogiques

Les différentes séances de cette UE sont synchronisées avec les UE "méthodologie de la recherche" et "Preuve de Concept" afin d'appliquer les notions sur des exemples (articles scientifiques) en lien avec les thématiques du parcours et des cursus.

Bibliographie

- Wallwork, A. (2013) English for Writing Research Papers, Springer.
- McCarthy, M., & Felicity O'dell. (2008). Academic vocabulary in use. Vocabulary reference and practice: self-study and classroom use. Cambridge University Press.
- Blattes, S., Jans, V., & Upjohn, J. (2013). Minimum Competence in Scientific English. EDP Sciences.

Nature de l'évaluation

Evaluation Continue Intégrale

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
<u>Techniques et outils pour la preuve de concepts</u>	4	Semestre 1	12	6	12						

Techniques et outils pour la preuve de concepts

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 12

Travaux pratiques : 12

Travaux dirigés : 6

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Prérequis

- Maîtrise d'un langage de programmation Python ou Matlab

Programme / plan / contenus

Accompagnement des étudiants dans la réalisation d'une preuve de concept issue d'un article de recherche, en leur fournissant les outils, méthodes et étapes nécessaires pour mener à bien leur projet.

Présentation du module (CM : 2h)

Introduction à la démarche de preuve de concept.

Présentation des attentes du projet.

Sélection et répartition des sujets.

Prise en main d'outils (CM : 4h, TD : 4h)

Utilisation de Jupyter Notebook, Git et mise en place de l'environnement de travail.

Outils de visualisation et de représentation des données.

Exemples de preuves de concept (TP : 8h)

Études de cas appliquées à des travaux de recherche issus de chaque cursus (IN2P ou CSC).

Projet personnel (TP : 12h)

Travail personnel sur le projet.

Trois séances de revue de projet (jalons intermédiaires).

Objectifs d'apprentissage

Cette UE propose un projet encadré visant à reproduire les résultats d'un article de recherche récent en lien avec les travaux des enseignants-chercheurs du parcours. Les étudiants y apprennent les bases du génie logiciel pour concevoir un module informatique, exploiter et interfacer des outils numériques, et valider leurs travaux par la simulation et l'expérimentation. Ce projet constitue également un exercice de sens critique, à travers

[illegible]

Digital Twins for Advanced Manufacturing

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 1

Langue d'enseignement

Anglais

Enseignement à distance

non

Prérequis

- Basics of Production Systems
- Basics of Engineering Design
- Knowledge of System Engineering

Programme / plan / contenus

Cyber-Physical Production Systems (CPPS) and Industrie 4.0 (I4.0) (CM : 6h)

Introduction to CPPS: definitions; models; architectures; standards; applications

Digital transformation of manufacturing: I4.0 concepts; reference architectures; standards

I4.0 enabling technologies: IIOT and cloud manufacturing; big data, analytics and AI; simulation; AR/VR/XR and industrial metaverse; interoperability and integration; cybersecurity

From I4.0 to Industrie 5.0: Reliability, Robustness, and Resilience in manufacturing; manufacturing for sustainability; human-centric manufacturing

Biological transformation of manufacturing: bioinspired manufacturing; biointegrated manufacturing; biointelligent manufacturing

Digital Twin (DT) Engineering (CM : 8h)

Introduction to DT: definitions and building blocks

DT conceptual models; value chain; characteristics; reference architectures; maturity models

DT data and models: Model Based System Engineering;

Model Driven Engineering; Data and AI for DT; DT modeling and simulation (M&S)

DT Verification, Validation and Uncertainty

Quantification (VVUQ)

DT standards and softwares

DT applications in manufacturing

DT Labs and Project (TD : 4h, TP : 12h)

Hands-on laboratory project work involving Digital Twin technologies and Cyber-Physical Production Systems in realistic manufacturing scenarios.

Objectifs d'apprentissage

Tronc commun S2 : Stage de recherche

Stage de recherche

ECTS : 30

Semestre calendaire : Semestre 2

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Objectifs d'apprentissage

Le stage de recherche a pour objectif d'initier l'étudiant à la recherche par la pratique, en lui permettant de développer un projet de recherche personnel au sein d'une équipe expérimentée. Il peut se dérouler dans l'un des laboratoires associés à la formation, dans un autre laboratoire de recherche en France ou à l'étranger, ou encore au sein d'un service R&D d'une entreprise.

Modalités pédagogiques particulières

Durée minimale du stage de 21 semaines

Nature de l'évaluation

Evaluation Terminale

Cursus CSC : Commande des Systèmes Critiques

RISK

Relability and Risk

ECTS : 3

Semestre calendaire : Semestre 1

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Prérequis

Elementary knowledge of calculus, matrix theory, probability and statistics

Programme / plan / contenus

- Lecture 1: What is reliability? How to quantify reliability of a practical system? Through this lecture, the students will understand fundamental concepts in reliability theory, and be able to use numerical metrics to quantify the reliability of a practical engineering system.
- Lecture 2: Why my component fails? - Stress-strength interfere model
General theories and methods (stress-strength interfere method) for modelling component failure behaviors. Real-world examples will be given to help the students understand the topics.
- Lecture 3: Course projects (I)
- Lecture 4: Why my systems fail? – Reliability block diagram, binary decision diagram, fault tree and event tree, Markov models
Reliability block diagram, binary decision diagram, Markov models will be introduced and demonstrated through
- Lecture 5: How to improve the reliability of a system?
- Lecture 6: Course projects (II).

Objectifs d'apprentissage

In this course, we focus on the basic theories and applicational tools in reliability modelling and analysis. The objectives of this course are:

- to understand basic concepts in reliability modelling and analysis;
- to understand the principles of some fundamental models and reliability modelling and analysis;
- to know how to use computer tools and software (e.g., Matlab) to help implement the theoretical methods in practice;
- to experience how to apply the theoretical methods to solve a real-world problem (through a course

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
<u>Modélisation Événementielle</u>	3	Semestre 1	12		18						

Modélisation Événementielle

ECTS : 3

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 12

Travaux pratiques : 18

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Prérequis

- Niveau mathématique de Licence 3 scientifique.
- Théorie des ensembles.

Programme / plan / contenus

Par opposition aux systèmes dynamiques dont l'évolution est continue dans le temps et peut être décrite par des équations différentielles, les Systèmes à Événements Discrets (SED) sont des systèmes dynamiques dont l'évolution est provoquée par l'occurrence d'événements. Des théories et des modèles spécifiques à cette classe de systèmes dynamiques sont nécessaires pour les modéliser, analyser leurs performances et les commander.

Ce module se concentre sur les points suivants :

Introduction aux notions fondamentales des SED (CM : 4h, BE 4h)

les concepts d'événements, d'espace d'états et d'évolution discrète,
Théorie des langages et Automates Finis,

Principaux formalismes dédiés à l'étude des SED (CM : 8h, BE : 12h)

Réseaux de Petri (ordinaires, généralisés, temporisés, colorés),
Automates et réseau de Petri hybrides

Objectifs d'apprentissage

L'objectif de cette UE est de former les étudiants à comprendre, manipuler et concevoir des Systèmes à Événements Discrets (SED). Un focus sur les réseaux de Petri est également effectué dans ce module.

Organisation générale et modalités pédagogiques

Les cours magistraux sont directement suivis de bureaux d'étude où les étudiants mettent en application les notions du cours en effectuant des études de cas à l'aide de

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
Méthodes et outils pour l'élimination des fautes	3	Semestre 1	12		18						



Méthodes et outils pour l'élimination des fautes

ECTS : 3

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 12

Travaux pratiques : 18

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Prérequis

- Connaissances de base sur la modélisation des Systèmes à Événements Discrets (UE « Modélisation Événementielle »)

Programme / plan / contenus

Étude des différentes techniques permettant d'éliminer des fautes lors des phases de conception et de validation :

Concepts et techniques de model-checking pour l'élimination de fautes (CM : 8h, BE : 8h)

Dans les modèles du système de commande :
par simulation de modèles déterministes ou stochastiques (méthode de Monte-Carlo)
par exploration exhaustive de l'espace d'états grâce au Model-Checking).

Concepts et techniques pour la génération de tests pour la validation et la certification (CM : 4h, BE : 8h)

Dans le programme de contrôle implémenté dans l'unité de commande par des tests de conformité

Objectifs d'apprentissage

L'objectif de cette UE est d'étudier différentes techniques permettant d'éliminer des fautes lors des phases de conception et de validation : dans les modèles du système de commande ainsi que dans le programme de contrôle implémenté dans l'unité de commande.

Organisation générale et modalités pédagogiques

Les séances de bureaux d'études sont consacrées au traitement d'études de cas à l'aide de plateformes logicielles ou expérimentales adaptées.

Compétences

- Mettre en œuvre des outils de simulation, de

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
<u>Conception pour la tolérance aux fautes</u>	3	Semestre 1	12		18						

Conception pour la tolérance aux fautes

ECTS : 3

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 12

Travaux pratiques : 18

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Prérequis

- Connaissances de base sur la modélisation des Systèmes à Événements Discrets (UE « Modélisation Évènementielle »)

Programme / plan / contenus

L'UE est composée de deux parties : une sur les théories/concepts sur les techniques de certification des spécifications, la deuxième sur les techniques d'analyse et de modélisation des besoins en spécifications.

Théories et concepts sur les techniques de synthèses et de diagnostic (CM : 6h, BE : 6h)

Management de l'innovation et projets (CM : 6h, BE : 12h)

Objectifs d'apprentissage

L'objectif de cette UE est de donner des compétences sur les techniques de synthèses permettant d'assurer la non-présence de fautes dans la commande et la modélisation des systèmes.

Compétences

- Acquisition des bases théoriques et méthodologiques pour la synthèse, le diagnostic et la reconfiguration des SED.
- Analyse du problème et usage critique des outils d'analyse des informations
- Maîtrise des processus d'innovation (SMI) et capacité de restitution

Bibliographie

- C. Cassandras, S. Lafortune, Introduction to discrete event systems, Springer, 2008, 769 p.
- Overview of fault diagnosis methods for Discrete

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
<u>Ingénierie Système</u>	3	Semestre 1	12	18							

Ingénierie Système

ECTS : 3

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 12

Travaux dirigés : 18

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Prérequis

- Notions de langage orienté objet.
- Notions d'analyse des systèmes et d'analyse de sûreté de fonctionnement.

Programme / plan / contenus

Ingénierie Système

Ce cours présente un langage et une méthodologie de modélisation des systèmes complexes. Pour cela, une présentation du MBSE (Model-Based Systems Engineering) et des possibilités d'intégration avec le MBSA (Model-Based Safety Assessment) sera faite pour traiter le cas des systèmes critiques.

Il se décompose en 4 parties principales :

1. Langage orienté objet (SysML) et méta-modélisation ;
2. Mécanismes d'extension (profile). Exemples de la sûreté de fonctionnement et de la mécatronique ;
3. Méthodologie d'ingénierie système cohérente allant de l'émergence des exigences jusqu'aux modélisations fonctionnelles, logiques et physiques.
4. Possibilités d'exploitation du modèle SysML dans un processus intégré afin de générer des FMEA et FTA et de permettre le Model Checking au plus tôt dans le cycle de conception.

Organisation générale et modalités pédagogiques

Le cours s'appuie sur un scénario de système critique aéronautique. Il est suivi d'une activité de modélisation d'un système critique aéronautique avec l'outil Artisan Studio (ATEGO).

Compétences

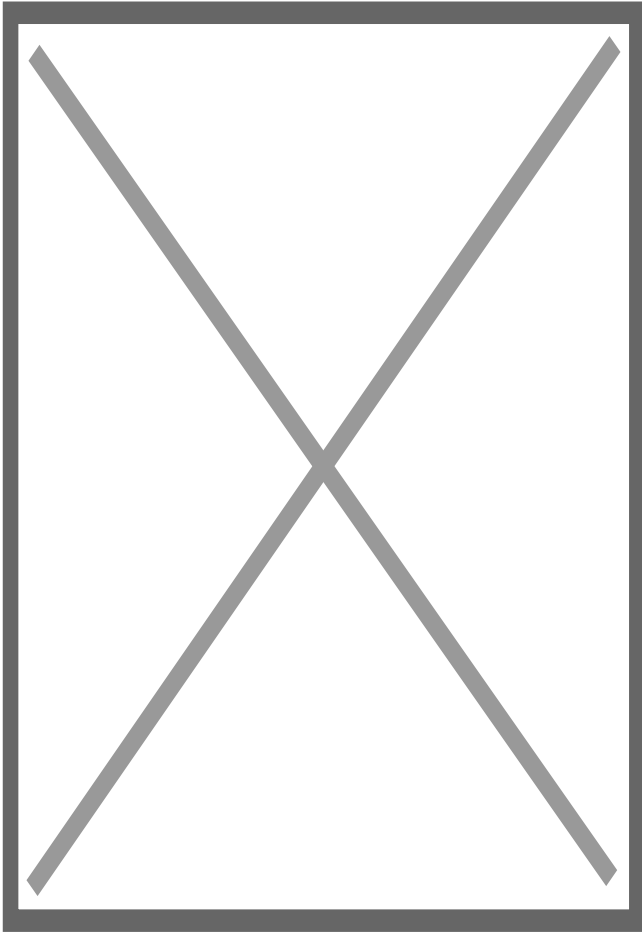
- Maîtriser la démarche de modélisation système ;
- Prendre en compte au plus tôt les exigences de sûreté de fonctionnement en se basant sur le modèle

Lieu(x) d'enseignement

GIF SUR YVETTE

Campus de la formation

Javascript est requis pour visualiser cette carte.



Saclay Moulon

Saclay / Gif-sur-Yvette / Orsay

Bus 4606 / 4609 / 4611 / 5154

RER B Le guichet

[Voir](#)

Restaurant CROUS

Bibliothèque

Equipements sportifs

Résidence étudiante

Contact(s)

-

Kevin GODINEAU

Enseignant-Chercheur

<http://www.universite-paris-saclay.fr/formation/master/mecanique/m2-advanced-manufacturing-and-smart-systems>