

## Fabrication Avancée et Robotique (FAR)

<b>Enseignements de mineure</b>		
<b>Modules</b>	<b>Semestre</b>	<b>Volume horaire (h)</b>
Technologie des procédés et des moyens	<b>1</b>	<b>10h</b>
Procédés de fabrication et métrologie	<b>1/2</b>	<b>30h</b>
Modèles pour la robotique	<b>2</b>	<b>20h</b>
Chaîne numérique pour les machines et robots	<b>3</b>	<b>30h</b>
Procédés de fabrication et métrologie avancée	<b>3</b>	<b>30h</b>
<b>Enseignements de majeure</b>		
Manufacturing Intelligence	<b>2/4</b>	<b>30h</b>
Programmation avancée de Robot	<b>2/4</b>	<b>50h</b>
Intégration robotisée	<b>2/4</b>	<b>20h</b>

La spécialité Fabrication Avancée et Robotique a pour objectif de développer une expertise forte sur les interactions entre les moyens (Robots, machines,...) et les procédés de fabrication avancée. A travers un ensemble de modules (métrologie avancée, modélisation des machines et des robots, chaîne numérique, programmation avancée) et l'intervention de professionnels et d'experts, la spécialité permet de couvrir les besoins industriels dédiés à l'intégration robotique et la mise en œuvre d'installations robotisées/automatisées complexes et innovantes.

## Technologie des procédés et des moyens

**Objectifs du module :** Les machines et/ou robot sont issues d'un assemblage de composants mécaniques (bâti, bras réducteur, harmonique drive), électriques (moteur), automatismes cartes de contrôle, capteur de mesures. L'ensemble de ces éléments interagissent. La connaissance de ceux-ci permet de mieux appréhender les limites des machines. Cette compréhension est nécessaire pour pouvoir optimiser le processus de production.

**Compétences visées :**

- Connaissance de l'architecture d'une machine,
- Connaissance des éléments constituant ces dernières
- Compréhension des liens d'interactions et des comportements en fonctionnement
- Technologie d'un robot et évolutions
- Limites des robots actuelles et moyens d'amélioration de leur comportement

**Prérequis :** Phénomènes physiques en motorisation

**Contenus :**

- Evolution des systèmes robotiques
- Moteurs et entraînements
- Systèmes robotiques (Robot industriel, RPC, AGV)
- Capteurs proprioceptifs/extéroceptifs
- Commande en effort pour la robotique
- Vision pour la robotique
- Accastillage pour la robotique

Les étudiants auront à étudier une publication scientifique en robotique pour cerner des développements technologiques

**Mots clés :** Robot, composant mécanique, capteurs, motorisation

## Procédés de fabrication et métrologie

**Objectifs du module :** Mettre à niveau l'ensemble des étudiants sur les procédés existant pour réaliser des pièces en prenant en compte leurs besoins spécifiques au travers des moyens de productions par ajout de matière, soudage et enlèvement de matière. Le second volet concerne l'aspect métrologique à savoir quels sont les normes et les moyens de contrôles associés.

### Compétences visées :

- Connaissance des moyens de production par enlèvement matière,
- Connaissance des moyens de production par ajout,
- Connaissance des moyens de production par assemblage,
- Compréhension d'une cotation,
- Création d'un référentiel de cotation,

### Contenus :

- Erreur de mesure, Incertitude type
- Gestion de la documentation
- Étalonnage - vérification et confirmation métrologique
- Gestion d'un parc d'instruments
- Aptitude des équipements de surveillance et de mesure, etc.

**Mots clés :** Gestion de la métrologie, Mesure, Étalonnage, Incertitudes, Procédures, fiches d'enregistrement, fiches d'instructions, conformité produit

## Modèles pour la robotique

**Objectifs du module :** Ce module vise à poser les bases mathématiques afin de faire développer les connaissances nécessaires à la compréhension des modèles utilisés en robotique. Dans un premier temps, la robotique est présentée de manière large pour aboutir sur les notions de précision et répétabilité. Ensuite, il est question d'aborder la détermination du modèle géométrique direct (MGD) et indirect (MGI) d'une architecture sérielle et d'aboutir à la définition de la matrice Jacobienne. Par la suite, la détermination des poses singulières est réalisée.

### Compétences visées :

- Caractérisation d'un système robotique
- Modélisation en robotique : DHM, TCS
- Construction du MGD d'une architecture sérielle
- Mise en place des algorithmes de résolution du MGI,
- Connaissance des différents espaces d'un robot (articulaire, cartésien)
- Etablir les liens avec la Jacobienne et les configurations singulières
- Programmation de modèles robotiques

**Prérequis :** connaissance des outils mathématique (matriciel, dérivation, développements limités)

**Contenus :**

- Matrice de transformation (DHm),
- Matrices homogènes,
- MGD,
- MGI,
- Jacobienne,
- Redondance

**Mots clés :** Robotique, modèle direct, modèle indirect, géométrie

### Chaîne numérique pour les machines et robots

**Objectifs du module :** La mise en place d'une production passe par la maîtrise d'une chaîne numérique. A partir d'une définition numérique, l'étudiant doit être capable de créer l'ensemble des parcours d'usinage ou d'ajout matière de la pièce. Il doit prendre en compte le moyen de production et gérer les spécificités liées à ce moyen (machine CN, Robot). Il doit générer le code permettant la mise en œuvre du moyen.

**Compétences visées :**

- Création d'une gamme,
- Mise en place de parcours FAO
- Prise en compte du moyen (CN, Robot)

**Prérequis :** Manipulation des moyens de CAO

**Contenus :**

- chaîne numérique,
- prise en main 3Dx,
- couplage conception pièce-assemblage / process robotisé partie 1 & 2
- projet chaîne numérique à la JVMA, PLM, Digital Twin
- intervention d'entreprises extérieures : problématiques de chaînes numériques

**Mots clés :** Usinage, robot, ajout matière

**Mots clés :** Usinage, UGV, métrologie

## Procédés de fabrication et métrologie avancée

### Objectifs du module :

- Le développement des techniques de production a mené à des évolutions permettant l'optimisation de la productivité. On peut citer l'usinage grande vitesse, l'usinage avec fortes avances ou grande profondeur de passe ou encore le tréflage. L'étudiant devra comprendre et intégrer ces notions. Il devra en comprendre les limites afin d'estimer les gains potentiels de chacune d'elle. Il devra être capable de les mettre en œuvre.
- Un certain nombre d'outils métrologiques permettent d'appréhender le très petit comme le très grand. Ces moyens ont des spécificités métrologiques qui sont propres à leur dimension. L'étudiant devra s'approprier ces notions afin d'être capable d'effectuer des analyses cohérentes.

### Compétences visées :

- Compréhension de l'UGV,
- Compréhension de l'usinage forte avance,
- Compréhension de l'usinage forte passe,
- Compréhension du tréflage,
- Compréhension de la mesure de très petite dimension,
- Compréhension de la mesure de très grande dimension

**Mots clés :** Usinage, UGV, métrologie

## Manufacturing intelligence

**Objectifs du module :** L'exploitation des données numériques de fabrication est au cœur de l'Industrie 4.0. Ceci nécessite de nouvelles compétences en sciences de données.

L'objectif du module est d'acquérir quelques rudiments en fouilles de données (Data Mining) et apprentissages automatiques (Machine Learning), appliqué au domaine de l'usinage.

**Compétences visées :**

- Connaissance des différents axes de l'Usine du Futur,
- Initiation à l'exploitation des données numériques de fabrication (fouille de données),

**Prérequis :** Quelques connaissances en usinage

**Contenus :**

Le module commence par une introduction sur l'Usine du Futur, avec des illustrations en particulier dans le domaine de l'usinage. S'en suivent des cours d'initiation au Data Mining (à l'IUT) et au Machine Learning (à Centrale Nantes). Puis 4 séances de TP/projet permettent de s'exercer aux fouilles de données et de tester des méthodes d'apprentissage sur un exemple de données issues d'usinages dans l'aéronautique.

**Mots clés :** Industrie 4.0, fouilles de données, intelligence artificielle.

## Programmation avancée de Robots

**Objectifs du module :**

La Fao 5 axes met en œuvre différentes stratégies où l'on pilote simultanément le bout d'outil et son orientation. L'étudiant devra comprendre et intégrer ces stratégies.

L'utilisation d'un robot complexifie l'usinage du fait de l'architecture en porte à faux du bras mais pour une même empreinte au sol permet d'avoir un espace de travail plus grand. Le comportement du robot est anisotropique dans son espace de travail signifiant qu'à partir d'une sollicitation donnée suivant 2 axes orthogonaux, le robot ne se déforme pas de la même manière. Il a aussi une rigidité moindre qu'une machine outils (1N/μm pour les robots et 50N/μm pour les MOCN). Généralement, le robot d'usinage reste encore utilisé sur des phases d'ébauche.

L'étudiant devra en connaissance du moyen exploité être capable de comparer différents posages et configurations du robot afin de choisir la plus pertinente du point de vue de la qualité.

**Compétences visées :** savoir configurer un robot dans son espace de travail pour une tâche donnée,

**Contenus :**

- FAO 5 axes, définition des trajectoires
- Utilisation de logiciel de Robotique (Robotstudio)
- TP Robotique avancée à la JVMA
- Mise en place de correction hors ligne
- Mise en place de correction en ligne (RSI)

**Mots clés :** Robot, configuration, usinage, espace de travail

## Intégration Robotisée

**Objectifs du module :** Il s'agit ici, de prendre en compte la notion d'intégration de Cellule robotisée. Un robot peut être vu comme un élément sachant exploiter des informations liées à des capteurs externes afin de modifier son comportement (ARU), d'améliorer ses performances ou de modifier sa position. Il peut aussi s'intégrer comme un sous-élément d'une chaîne plus global.

**Compétences visées :** savoir configurer un robot dans un environnement extérieur

**Contenus :**

- Définition d'une cellule (CM sécurité, serveurs, convoyeur,...)
- Gestion des flexibles (CM Techno)
- Gestion de capteurs : (TP)
- Effecteur : Action, réaction, (TP)
- Réseaux Communication (TP+UR)

**Mots clés :** Robot, configuration, usinage, espace de travail