

# Syllabus Titre d'Ingénieur

*Semestre*

**Nom du semestre**

**Semestre 7**

**Code du semestre**

**IGENI-ALM-S07**

*UE et EC du semestre*

<b>IGENI-UE0701A</b>	<b>Génie Mécanique</b>	
	IGENI-EC0711A	Dynamique
	IGENI-EC0712A	Transmission de puissance
	IGENI-EC0713A	Projet Multitechnologique
<b>IGENI-UE0702A</b>	<b>Génie Industriel</b>	
	IGENI-EC0721A	Démarche qualité
	IGENI-EC0722A	Gestion de projet avancée
	IGENI-EC0723A	Gestion de production par la méthode MRP
	IGENI-EC0724A	Recherche opérationnelle
<b>IGENI-UE0703A</b>	<b>Conduite des systèmes industriels</b>	
	IGENI-EC0731A	Sureté de fonctionnement
	IGENI-EC0732A	Evaluation des performances
	IGENI-EC0733A	Automatique Régulation
<b>IGENI-UE0704A</b>	<b>Modélisations numériques</b>	
	IGENI-EC0741A	Thermodynamique
	IGENI-EC0742A	Thermique Industrielle
	IGENI-EC0743A	Modélisation numérique
<b>IGENI-UE0705A</b>	<b>Ingénieur et communication</b>	
	IGENI-EC0751A	LV1-Anglais
	IGENI-EC0756A	LV1-Anglais Préparation TOEIC
	IGENI-EC0752A	Communication
	IGENI-EC0753A	Valorisation de l'alternance
	IGENI-EC0754A	Economie et Gestion
	IGENI-EC0755A	Marketing industriel

# Syllabus Titre d'Ingénieur

## OPTION Genie Mécanique - Génie Industriel

### IGENI-UE0706AG

#### Option Génie Mécanique et Génie Industriel

IGENI-EC0761AG	Matériaux métalliques avancés
IGENI-EC0762AG	Traitement Thermiques superficiels
IGENI-EC0763AG	Robotique et Vision Industrielle
IGENI-EC0764AG	Eco-conception

## OPTION Bâtiment et Travaux Publics

### IGENI-UE0706AB

#### Option Bâtiment et Travaux Publics

IGENI-EC0761AB	Construction Métallique
IGENI-EC0762AB	Méthodes construction DAO
IGENI-EC0763AB	Mécanique des sols

### IGENI-UE0707A

#### Entreprise

IGENI-EC0771A	Evaluation en entreprise
---------------	--------------------------

## Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code UE	IGENI-UE0701A
Crédits ECTS	6
Coefficient interne à l'UE	6,2

### Présentation de l'UE

Nom de l'UE	GENIE MECANIQUE
Nom(s) du/des enseignant(s)	

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	24 H
	TD	68 H
	TP	0 H
	Projet encadré	0 H
	Projet en autonomie	0 H
	<b>Total</b>	<b>92 heures</b>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Thèmes et Objectifs de la formation visés

<b>Principaux thèmes abordés</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dynamique des mécanismes : modélisation cinématique, équations de mouvement, cinétique et géométrie des masses</li><li>• Transmission de puissance : moteurs, engrenages, courroies, chaînes, freins et embrayages, analyse des interactions et dimensionnement</li><li>• Gestion de projet multitechnique : démarche de conception mécanique, analyse fonctionnelle, cahier des charges, modélisation, pré-dimensionnement, maquette numérique, rapport technique et soutenance</li></ul>
<b>Principaux objectifs généraux visés</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprendre et appliquer les principes fondamentaux de la dynamique pour établir les équations de mouvement et calculer les efforts dans les mécanismes</li><li>• Maîtriser l'analyse et le dimensionnement des systèmes de transmission de puissance, en tenant compte des performances, de la fiabilité et de la sécurité dans un contexte automobile</li><li>• Développer les compétences de gestion complète d'un projet de conception mécanique, depuis l'analyse du besoin jusqu'à la réalisation et la présentation des résultats</li><li>• Savoir produire les livrables techniques requis : maquettes numériques, notes de calcul, rapports, comptes rendus et soutenances</li><li>• Intégrer une démarche rigoureuse et collaborative dans la résolution de problèmes industriels complexes en génie mécanique</li></ul>

## Acquis d'apprentissage visés

<b>Compétence(s)</b>	<p>À l'issue de l'UE, les étudiants seront en mesure, lorsqu'ils sont chargés de concevoir, analyser et dimensionner des systèmes mécaniques, de :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Établir les équations de mouvement et calculer les actions mécaniques dynamiques sur un mécanisme à partir de modèles cinématiques, en démontrant leur maîtrise des principes fondamentaux de la dynamique.</li><li>• Analyser et dimensionner les systèmes de transmission de puissance (moteurs, engrenages, freins, courroies, chaînes) en tenant compte des interactions fonctionnelles et des critères de performance, sécurité et durabilité.</li><li>• Mener un projet multitechnique de conception mécanique depuis l'analyse fonctionnelle jusqu'à la réalisation d'une maquette numérique, en produisant des livrables techniques conformes aux exigences industrielles et en assurant une communication professionnelle claire et structurée.</li></ul>
----------------------	---

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0711A
Code UE	IGENI-UE0701A
Coefficient interne à l'EC	1,5

Coordinateur ENIT de l'EC	Frédéric Trey
---------------------------	---------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Dynamique
Nom(s) du/des enseignant(s)	Frédéric Trey

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	16 H
	TD	6 H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>22 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>A l'issue de cet enseignement, l'étudiant doit être capable, pour un mécanisme en mouvement et à partir d'une modélisation cinématique fournie, d'établir les équations permettant de calculer les actions mécaniques de liaisons et extérieures en tenant compte des effets dynamiques ainsi qu'une équation de mouvement</p> <p><i>At the end of this course, the student should be able, for a mechanism in motion and on the basis of a kinematic model provided, to establish the equations for calculating the mechanical actions of links and external actions, taking account of dynamic effects, as well as an equation of motion.</i></p>
---------------	--

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*DS1)/1
----------------------	-----------

## Langue d'enseignement

Langue	Français/French
--------	-----------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

<b>Objectifs généraux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprendre la dynamique pour appréhender le fonctionnement des outils de simulation</li> <li>- Maîtriser le déroulement d'un calcul dans des cas simples</li> <li>- Établir les équations de mouvement d'un mécanisme</li>   <li>- Understand dynamics to understand how simulation tools work</li> <li>- Understand how to carry out a calculation in simple cases</li> <li>- Establish the equations of motion of a mechanism</li> </ul>
	<p>GEOMETRIE DES MASSES (8h)            CINETIQUE (4h)            PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA DYNAMIQUE (10h)</p> <p>GEOMETRY OF MASSES (8h)            CINETICS (4h) FUNDAMENTAL            PRINCIPLES OF DYNAMICS (10h)</p>
<b>Méthodes et/ou moyens pédagogiques</b>	<p>Alternance cours et TD d'application</p> <p><i>Alternating lectures and practical work</i></p>

## Prérequis pour l'EC

<b>Prérequis</b>	<p>Cours de statique (S5app) EC0521a et cours de cinématique (Mécanique générale) EC0621a</p> <p><i>Statics course (S5app) EC0521a and kinematics course (General Mechanics) EC0621a</i></p>
------------------	--

## Travail personnel hors présentiel

<b>Volume horaire</b>	<p>10 Heures</p>
<b>Type de travail</b>	<p>Révision cours et exercices et préparation exercices</p> <p><i>Revision of lessons and exercises and preparation for exercises</i></p>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## *Ressources bibliographiques*

- J. C. BONE - Mécanique générale, Tome 1 - DUNOD
- Y. BREMONT / P. REOCREUX - Mécanique du solide indéformable ; Mécanique 3 : Cinétique / Dynamique - ELLIPSES
- R. LASSIA / C. BARD - Dynamique - ELLIPSES
- C. POTEL - Principe & applications de mécanique analytique - CEPADUES
- S. POMMIER - Yves BERTHAUD - Mécanique générale - DUNOD

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0712A
Code UE	IGENI-UE0701A
Coefficient interne à l'EC	1,2

Coordinateur ENIT de l'EC	Carmen MARTIN
---------------------------	---------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Transmission de puissance <i>Power transmission</i>
Nom(s) du/des enseignant(s)	Carmen MARTIN

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	8 H
	TD	10 H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>18 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>A l'issue de ce cours les étudiants seront en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les rôles et fonctions des systèmes de transmission de puissance dans l'automobile.</li> <li>• Expliquer les interactions entre le moteur, la transmission, et les récepteurs pour assurer le mouvement et la performance.</li> <li>• Déterminer et analyser le point de fonctionnement du système de transmission en fonction des besoins de puissance et des caractéristiques des composants.</li> <li>• Décrire les différents types d'engrenages utilisés dans les transmissions automobiles (héliçoïdaux, coniques, planétaires, etc.).</li> <li>• Analyser les rapports de transmission et leurs impacts sur la vitesse et le couple transmis.</li> <li>• Comprendre les critères de conception pour assurer efficacité, durabilité, et fiabilité.</li> <li>• Expliquer le rôle des freins dans le système global de transmission de puissance (dissipation de l'énergie).</li> <li>• Identifier les types de freins (freins à disque, tambour, frein moteur, etc.) et leurs applications spécifiques.</li> </ul>
	<p><i>On completion of this course students will be able to:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Identify the roles and functions of power transmission systems in the automobile.</i></li> <li>• <i>Explain the interactions between the engine, transmission, and receivers to ensure motion and performance.</i></li> <li>• <i>Determine and analyse the operating point of the transmission system in terms of power requirements and component characteristics.</i></li> <li>• <i>Describe the different types of gears used in automotive transmissions (helical, bevel, planetary, etc.).</i></li> </ul>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

- Analyse transmission ratios and their impact on the speed and torque transmitted.
- Understand the design criteria to ensure efficiency, durability and reliability.
- Explain the role of brakes in the overall power transmission system (energy dissipation).
- Identify the types of brakes (disc brakes, drum brakes, engine brakes, etc.) and their specific applications.

## Modalités d'évaluation

**Formule d'évaluation**

(1\*CC1)/1

## Langue d'enseignement

**Langue**

Français/French

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

<b>Objectifs généraux</b>	<p>Le cours vise à développer des connaissances sur les systèmes de transmission de puissance automobile, incluant moteurs, engrenages, courroies, chaînes et freins, ainsi que leurs interactions. Les apprenants apprendront à analyser, dimensionner et optimiser ces systèmes à travers des calculs et des diagnostics. Ils développeront des compétences méthodiques et collaboratives, tout en mettant l'accent sur la sécurité et la durabilité. L'approche intègre savoirs théoriques, techniques et pratiques pour la transmission de puissance adaptés au secteur automobile.</p> <p><i>The course aims to develop knowledge of automotive power transmission systems, including engines, gears, belts, chains and brakes, as well as their interactions. Students will learn to analyse, dimension and optimise these systems through calculations and diagnostics. They will develop methodical and collaborative skills, with an emphasis on safety and sustainability. The approach integrates theoretical, technical and practical knowledge of power transmission adapted to the automotive sector</i></p>
<b>Contenus</b>	<p>Chapitre I : Introduction . Moteurs récepteurs Chapitre II : Récepteurs. Point de fonctionnement Chapitre III: Engrenages Chapitre IV : Courroies et chaînes Chapitre V : Freins et embrayages Chapitre VI : Exercices et application pratiques</p> <p><i>Chapter I: Introduction . Receiver motors Chapter II: Receivers. Point of operation Chapter III: Gears Chapter IV: Belts and chains Chapter V: Brakes and clutches Chapter VI: Exercises and practical applications</i></p>
<b>Méthodes et/ou moyens pédagogiques</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Cours en présentiel</b> : Les séances sont dispensées en classe pour favoriser les interactions directes entre l'enseignant et les étudiants.</li><li>• <b>Supports pédagogiques</b> : Un support papier est distribué pour accompagner les cours, regroupant les concepts théoriques et les exemples pratiques abordés.</li><li>• <b>Exercices pratiques</b> : Des exercices sont réalisés en classe pour appliquer les notions vues, et ces exercices, ainsi que des ressources complémentaires, sont également disponibles sur la plateforme Moodle.</li><li>• <b>Évaluation continue</b> : Un suivi régulier des acquis est assuré tout au long des séances à travers des évaluations progressives intégrées aux activités pédagogiques.</li></ul> <p><i>• <b>In-person classes:</b> Sessions are held in the classroom to encourage direct interactions between the instructor and students</i></p> <p><i>• <b>Educational materials:</b> A paper handout is provided to support the lessons, covering theoretical concepts and practical examples discussed.</i></p> <p><i>• <b>Practical exercises:</b> Exercises are done in class to apply the concepts learned, and these exercises, along with additional resources, are also available on the Moodle platform.</i></p> <p><i>• <b>Continuous assessment:</b> Regular monitoring of progress is ensured throughout the sessions through progressive assessments integrated into the educational activities.</i></p>

## Prérequis pour l'EC

<b>Prérequis</b>	<p>Notions de conception et de mécanique générale vus dans les semestres précédents à l'ENIT</p> <p><i>Notions of design and general mechanics seen in previous semesters at ENIT</i></p>
------------------	---

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Travail personnel hors présentiel

<b>Volume horaire</b>	Cliquez ici et entrez le nombre d'heures de travail personnel <i>Heures</i>
<b>Type de travail</b>	<p>Apprentissage des notions théoriques vues pendant les séances, révision des exercices faits en cours en vue de préparer l'évaluation</p> <p><i>Learning the theoretical concepts covered during the sessions, revising the exercises done in class in preparation for the assessment.</i></p>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## *Ressources bibliographiques*

Cliquez ici et entrez les ressources bibliographiques

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0713A
Code UE	IGENI-UE0701A
Coefficient interne à l'EC	3,5

Coordinateur ENIT de l'EC	Maher BAILI
---------------------------	-------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Projet Multitechnologique
Nom(s) du/des enseignant(s)	Maher BAILI, Fabien DUCO, Bernard LORRAIN

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	H
	TD	52 H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>52 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>A l'issue de cet enseignement, l'étudiant doit être capable de mettre en œuvre la démarche de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception mécanique sur un thème industriel, jusqu'à la concrétisation du système retenu, pour l'apprenti option génie mécanique et génie industriel ;</li> <li>- Conception d'un bâtiment ou d'un ouvrage, neuf ou existant, conforme à la réglementation en vigueur, pour l'apprenti option bâtiment et travaux publics</li> </ul>
	<p>Upon completion of this course, students should be able to implement the following approaches:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mechanical design on an industrial theme, through to the implementation of the chosen system, for apprentice in the mechanical and industrial engineering option;</li> <li>- Design of a new or existing building or structure, in compliance with current regulations, for apprentice in the building and public works option.</li> </ul>

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*PJ1)/1
----------------------	-----------

## Langue d'enseignement

Langue	Français/French
--------	-----------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

<b>Objectifs généraux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Savoir élaborer la conception d'un système (mécanique ou génie civil), depuis l'analyse du besoin : analyse fonctionnelle, cahier des charges... jusqu'aux dessins d'ensemble, note de calculs.</li> <li>- Fournir les livrables demandés dans les délais : comptes rendus de réunion, rapport d'étude et soutenance finale.</li> <li>- Savoir rédiger un compte rendu de séance et gérer un projet de conception de A à Z.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Ability to develop a system design (mechanical or civil engineering), from requirements analysis (functional analysis, specifications, etc. to overall drawings and calculation notes.</i></li> <li>- <i>Provide requested deliverables on time: meeting minutes, study report and final presentation.</i></li> <li>- <i>Ability to write meeting minutes and manage a design project from start to finish.</i></li> </ul>
<b>Contenus</b>	<p>Analyse du besoin : cahier des charges fonctionnel - Recherche de solutions et choix technologiques. Pré définition du modèle géométrique, pré dimensionnement des systèmes et choix de composants standards. Création de la maquette numérique, rédaction d'un rapport technique et soutenance de projet.</p> <p><i>Needs analysis: functional specifications - Search for solutions and technological choices. Pre-definition of the geometric model, pre-dimensioning of the systems and selection of standard components. Creation of the digital model, writing of a technical report and group project presentation (oral defense).</i></p>
<b>Méthodes et/ou moyens pédagogiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apprentissage par projet par problème</li> <li>- Correction détaillée des comptes rendus et rapports finaux.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Project-based learning through problem-solving</i></li> <li>- <i>Detailed correction of meeting reports and final reports.</i></li> </ul>

## Prérequis pour l'EC

<b>Prérequis</b>	<p>Construction mécanique, statique, cinématique, dynamique, résistance des matériaux des semestres précédents.</p> <p><i>Mechanical design, statics, kinematics, dynamics, and material strength studied in previous semesters.</i></p>
------------------	--

## Travail personnel hors présentiel

<b>Volume horaire</b>	<b>12 Heures</b>
<b>Type de travail</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Préparation de la soutenance finale et rédaction d'un rapport pour le groupe d'étude.</li> <li>-</li> <li>- <i>Preparation for the final presentation (oral defense) and writing a report.</i></li> </ul>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## *Ressources bibliographiques*

Cliquez ici et entrez les ressources bibliographiques

## Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code UE	IGENI-UE0702A
Crédits ECTS	4
Coefficient interne à l'UE	3,7

### Présentation de l'UE

Nom de l'UE	GENIE INDUSTRIEL
Nom(s) du/des enseignant(s)	

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	22 H
	TD	28 H
	TP	6 H
	Projet encadré	0 H
	Projet en autonomie	0 H
	<b>Total</b>	<b>56 heures</b>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Thèmes et Objectifs de la formation visés

<b>Principaux thèmes abordés</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Management de la qualité : principes, assurance qualité, contrôle qualité, amélioration continue, audits</li><li>• Gestion avancée de projet : structuration, analyse des risques, PERT probabiliste, AMDEC projet</li><li>• Gestion de production : planification industrielle, méthode MRP, outils ERP (ex. : SAP)</li><li>• Outils d'analyse et de modélisation : BPMN, statistiques de la qualité, analyse de processus industrie</li></ul>
<b>Principaux objectifs généraux visés</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Acquérir une maîtrise opérationnelle des principes et outils du management de la qualité en contexte industriel</li><li>• Apprendre à structurer, planifier et piloter des projets complexes en tenant compte des incertitudes et risques associés</li><li>• Savoir mettre en œuvre une démarche de production industrielle intégrée via la méthode MRP et des outils ERP</li><li>• Développer une capacité à analyser les processus, proposer des axes d'amélioration, et contribuer à la performance globale d'un système de production</li><li>• Mobiliser des compétences transversales : résolution de problèmes, travail en équipe, pensée critique et gestion du temps</li></ul>

## Acquis d'apprentissage visés

<b>Compétence(s)</b>	<p><b>Compétence principale</b> À l'issue de l'UE, les étudiants seront en mesure, lorsqu'ils devront piloter un système industriel en intégrant les exigences de qualité, de gestion de projet et de planification de production, d'analyser, structurer et améliorer les processus, en montrant qu'ils savent mobiliser des méthodes professionnelles (MRP, AMDEC, PERT, BPMN, outils statistiques) de manière rigoureuse et contextualisée.</p> <p><b>Compétences complémentaires</b> À l'issue de l'UE, les étudiants seront en mesure, lorsqu'ils participent à une mission d'assurance qualité ou d'audit interne, de modéliser et évaluer les processus en vue d'une amélioration continue, en montrant leur capacité à sélectionner et appliquer des outils qualité adaptés à la situation. À l'issue de l'UE, les étudiants seront en mesure, dans un contexte de lancement de projet industriel, de planifier les étapes clés, évaluer les risques, et proposer des mesures de mitigation, en montrant une maîtrise des méthodes de gestion de projet avancée et des outils de simulation.</p>
----------------------	--

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0721A
Code UE	IGENI-UE0702A
Coefficient interne à l'EC	0,8

Coordinateur ENIT de l'EC	Raymond Houe Ngouna
---------------------------	---------------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Démarche qualité
Nom(s) du/des enseignant(s)	Raymond Houe Ngouna

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	4 H
	TD	8 H
	TP	0 H
	Projet encadré	0 H
	Projet en autonomie	0 H
	<b>Total</b>	<b>12 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<ul style="list-style-type: none"> <li>À l'issue du cours, les étudiants seront capables de participer à un projet de planification d'une démarche qualité en contexte professionnel, en contribuant à l'élaboration d'une politique qualité adaptée en mettant en œuvre efficacement des outils et méthodes appropriés.</li> <li>À l'issue du cours, les étudiants seront capables, en situation opérationnelle de contrôle qualité, de modéliser précisément les processus, d'appliquer avec pertinence des techniques statistiques pour la maîtrise des procédés industriels, et d'utiliser des outils d'assurance qualité avec efficacité.</li> <li>À l'issue du cours, les étudiants seront capables, face à des contextes organisationnels réels ou simulés, d'identifier et de justifier clairement des axes d'amélioration continue grâce à leur connaissance approfondie des audits qualité et à leur capacité d'analyse critique des processus existants.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>At the end of the course, students will be able to take part in a project to plan a quality approach in a professional context, contributing to the development of an appropriate quality policy by effectively implementing appropriate tools and methods.</i></li> <li><i>At the end of the course, students will be able, in an operational quality control situation, to model processes accurately, apply statistical techniques appropriately to control industrial processes and use quality assurance tools effectively.</i></li> <li><i>By the end of the course, students will be able to identify and clearly justify areas for continuous improvement in real or simulated organisational contexts, thanks to their in-depth knowledge of quality audits and their ability to analyse existing processes critically.</i></li> </ul>

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*DS1)/1
----------------------	-----------

## Langue d'enseignement

Langue	Français/French
--------	-----------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

### Objectifs généraux

#### Domaine cognitif (connaissances) :

- Connaître et comprendre les concepts fondamentaux du Management de la Qualité (MQ).
- Avoir des notions précises sur les modèles de maturité et d'amélioration continue.
- Connaître les outils et la méthodologie pour mettre en œuvre une politique qualité adaptée à divers contextes professionnels.

#### Domaine pragmatique (savoir-faire) :

- Être capable de modéliser précisément des processus en vue du contrôle qualité.
- Savoir appliquer efficacement les techniques statistiques pour la maîtrise des procédés industriels.
- Être capable d'utiliser concrètement des outils d'assurance qualité.

#### Domaine affectif (savoir-être) :

- Être conscient de l'importance des audits qualité et des démarches d'amélioration continue.
- Développer une attitude critique face aux processus existants afin d'identifier des axes d'amélioration.

#### Compétences acquises :

- Être capable de mobiliser efficacement les concepts clés du MQ dans des situations professionnelles réelles ou simulées.
- Être capable de résoudre, en équipe, des problèmes liés à la qualité en adoptant une démarche structurée et collaborative.

#### Cognitive domain (knowledge) :

- Know and understand the fundamental concepts of Quality Management (QM).
- Precise knowledge of maturity and continuous improvement models.
- Know the tools and methodology for implementing a quality policy adapted to various professional contexts.

#### Pragmatic domain (know-how) :

- Be able to model processes accurately with a view to quality control.
- Be able to apply statistical techniques effectively to control industrial processes.
- Be able to make practical use of quality assurance tools.

#### Affective domain (interpersonal skills) :

- Be aware of the importance of quality audits and continuous improvement processes.
- Develop a critical attitude to existing processes in order to identify areas for improvement.

#### Skills acquired :

- Be able to use key QM concepts effectively in real or simulated professional situations.
- Be capable of solving quality-related problems as part of a team using a structured, collaborative approach.

### Contenus

#### Cours N°1 (2h)

Chapitre 1 : Principes fondamentaux du Management de la Qualité (MQ)

1.1 Définitions et concepts clés

1.2 Modèles de maturité et d'amélioration continue

Chapitre 2 : Planification du MQ

2.1 Politique générale du MQ

2.2 Planification du MQ

#### Cours N°2 (2h)

Chapitre 3 : Mise en œuvre du MQ

3.1 Idées clés de la mise en œuvre du MQ

3.2 Mise en œuvre de l'Assurance Qualité

3.3 Mise en œuvre du Contrôle Qualité

Chapitre 4 : Amélioration du MQ

4.1 Différents types d'Audit Qualité

4.2 Idées clés de l'Amélioration Continue

#### TD N°1 (2h), TD N°2 (2h)

- Présentation de la méthode BPMN
- Exercices de modélisation des processus métier

#### TD N°1 (2h), TD N°2 (2h)

- Statistiques de base d'analyse des données (de qualité de production)
- Exercices de maîtrise statistique des procédés (cartes moyenne, carte étendu, capacité)

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

	<p>Course N°1 (2h)            Chapter 1: Fundamentals of Quality Management (QM)            1.1 Definitions and key concepts            1.2 Maturity and continuous improvement models            Chapter 2: QM planning            2.1 General QM policy            2.2 QM planning</p> <p>Course N°2 (2h)            Chapter 3: QM implementation            3.1 Key ideas for implementing QM            3.2 Implementing Quality Assurance            3.3 Implementing Quality Control            Chapter 4: QM Improvement            4.1 Different types of Quality Audit            4.2 Key ideas for Continuous Improvement</p> <p>TD N°1 (2h), TD N°2 (2h)            - Presentation of the BPMN method            - Business process modelling exercises</p> <p>TD N°1 (2h), TD N°2 (2h)            - Basic statistics for data analysis (production quality)            - Statistical process control exercises (average map, extended map, capability)</p>
<b>Méthodes et/ou moyens pédagogiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Travail en groupe pour stimuler la collaboration dans un contexte de résolution de problèmes.</li> <li>- Travail individuel sur poste informatique pour développer des compétences techniques en analyse de données liées à la Qualité.</li> <li>- Group work to stimulate collaboration in a problem-solving context.</li> <li>- Individual work on a computer workstation to develop technical skills in data analysis related to Quality.</li> </ul>

## Prérequis pour l'EC

<b>Prérequis</b>	<p>Aucune notion a priori.            La connaissance des notions de base en statistique mathématique serait un plus.</p> <p><i>No prior knowledge required.            Knowledge of basic mathematical statistics would be a plus.</i></p>
------------------	---

## Travail personnel hors présentiel

<b>Volume horaire</b>	1.00 <i>Heure</i>
<b>Type de travail</b>	Révision

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## *Ressources bibliographiques*

- Pillet, M. (2020), Appliquer la maîtrise statistique des procédés (MSP/SPC). Guide pour la mise en œuvre de la MSP dans les entreprises.
- <https://www.iso.org/iso-9001-quality-management.html>
- <https://www.afnor.org/qualite/>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0722A
Code UE	IGENI-UE0702A
Coefficient interne à l'EC	0,8

Coordinateur ENIT de l'EC	Philippe CLERMONT
---------------------------	-------------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Gestion de projet avancée <i>Advanced project management</i>
Nom(s) du/des enseignant(s)	Philippe CLERMONT

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	4 H
	TD	8 H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>12 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>A la fin de la formation, l'étudiant sera en mesure :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de connaître les missions d'un chef de projet,</li> <li>- de poser l'envergure ou note de cadrage d'un projet afin de le caractériser</li> <li>- d'identifier les risques projet et de les coter (criticité),</li> <li>- de disposer de plusieurs stratégies pour se prémunir des risques,</li> <li>- d'associer une probabilité à une durée probable du projet (PERT Probabiliste),</li> </ul> <p>afin d'initier n'importe quel projet dans le cadre de leurs activités professionnelles ou personnelles.</p>
	<p>At the end of the course, the student will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to know the tasks of a project manager,</li> <li>- to lay out the scope or scoping note of a project in order to characterize it</li> <li>- to identify project risks and rate them (criticality),</li> <li>- have several strategies to protect themselves from risks,</li> <li>- to associate a probability with a probable duration of the project (probabilistic PERT),</li> </ul> <p>to initiate any project in the context of their professional or personal activities.</p>

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*DS1)/1
----------------------	-----------

## Langue d'enseignement

Langue	Français/French
--------	-----------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

### Objectifs généraux

Les objectifs généraux de cet enseignement sont les suivants :

- ~ domaine cognitif : savoir planifier un projet en intégrant les risques, savoir effectuer une analyse de risques, identifier les actions possibles de mitigation et les prioriser, savoir définir l'envergure d'un projet
- ~ domaine pragmatique : comprendre un projet et ses boucles à partir du réseau PERT, calculer la probabilité qu'une boucle devienne critique et une durée pour une probabilité donnée
- ~ domaine affectif : être conscient de la zone de pouvoir décisionnel du chef de projet et de la complexité de piloter un projet en raison des nombreux aléas et perturbations.

*The general objectives of this courses are:*

- ~ *Cognitive domain: know how to plan a project by integrating risks, know how to perform a risk analysis, identify possible mitigation actions and prioritize them, know how to define the scope of a project*
- ~ *pragmatic domain: understanding a project and its loops from the PERT network, calculating the probability that a loop will become critical and a duration for a given probability*
- ~ *Emotional domain: be aware of the project leader's decision-making authority and the complexity of managing a project due to numerous hazards and disruptions*

### Contenus

#### **TD n°1 - Etude de cas : appropriation (2h)**

- ~ Introduction du cours
- ~ Compréhension du contexte de l'étude de cas
- ~ Réalisation d'équipe et identification du chef de projet
- ~ Etablissement des objectifs du projet
- ~ Identification des clients et des parties prenantes
- ~ Identification des principaux livrables à fournir du projet

#### **TD n°2 - Etude de cas : structuration (2h)**

- ~ Identification des tâches
- ~ Etablissement du réseau logique et du réseau PERT (rappel des principes)
- ~ Méthodes d'accélération d'un projet

#### **TD n°3 - Etude de cas : simulation (4h)**

- ~ Intégration des risques dans le projet
- ~ Simulation du projet sous forme de jeu
- ~ Débriefing par équipe sur la réalisation du projet

#### **Cours n°1 - Rétrospective (2h)**

- ~ Analyse de l'étude de cas
- ~ Mise en exergue des notions à retenir et des pièges à éviter
- ~ Présentation de la démarche AMDEC projet et de ses 4 phases)

#### **Cours n°2 - Mitigation des risques (2h)**

- ~ Complément d'information sur l'emploi de la méthode AMDEC et de la criticité des risques
- ~ Evaluation de la criticité des risques de l'étude de cas
- ~ Calcul de la probabilité d'une boucle devienne critique
- ~ Intégration du PERT Probabiliste et calcul dans le cadre de l'étude de cas
- ~ Conclusion sur l'importance de l'analyse des risques dans les projets

#### **Tutorial n°1 - Case study: appropriation (2h)**

- ~ Course introduction
- ~ Understanding the context of the case study
- ~ Team Building and Project Leader Identification
- ~ Setting of project objectives
- ~ Identification of clients and stakeholders
- ~ Identification of key project deliverables

#### **Tutorial n°2 - Case study: structuring (2h)**

- ~ Identification of tasks
- ~ Establishment of the logical network and the PERT network (reminder of principles)
- ~ Methods for project acceleration

#### **Tutorial n°3 - Simulation Case Study (4h)**

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

- ~ Integration of risks into the project
- ~ Simulation of the project in the form of a game
- ~ Team debriefing on project completion
- Course 1 – Retrospective (2 hours)**
  - ~ Analysis of the case study
  - ~ Highlighting concepts to be retained and pitfalls to be avoided
  - ~ Presentation of the FMEA project approach and its 4 phases)
- Course 2 – Risk mitigation (2h)**
  - ~ Additional information on the use of the FMEA method and risk criticality
  - ~ Assessment of the criticality of the risks in the case study
  - ~ Calculation of the probability that a loop becomes critical
  - ~ Integration of the PERT Probabilistic and Calculus into the case study
  - ~ Conclusion on the importance of risk analysis in projects

## Méthodes et/ou moyens pédagogiques

Cet enseignement est basé sur de la pédagogie active, apprendre à marcher en marchant.

Il s'appuie sur les moyens pédagogiques suivants :

- ~ serious game (jeu plateau) avec la simulation de la réalisation d'un projet industriel
- ~ travail en équipe sous la responsabilité d'un chef de projet
- ~ compétition entre équipes
- ~ débriefing sur les expériences et compréhensions acquises lors de la simulation

Le cours est basé sur les méthodes interrogatives et magistrales avec une pédagogie inversée (la partie cours est présentée après la partie mise en œuvre).

*This teaching is based on active pedagogy, learning to walk while walking.*

*It is based on the following teaching methods:*

- ~ *serious game (board game) with simulation of the realization of an industrial project*
- ~ *team work under the responsibility of a project manager*
- ~ *competition between teams*
- ~ *debriefing on the experiences and understandings acquired during the simulation*

*The course is based on interrogative and magistral methods with a reverse pedagogy (the course part is presented after the implementation part).*

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Prérequis pour l'EC

### Prérequis

Savoir réaliser un réseau PERT  
Savoir réaliser une Structure de Découpage de Projet

*Know how to build a PERT network  
Know how to create a Project Breakdown Structure*

## Travail personnel hors présentiel

### Volume horaire

3 Heures

### Type de travail

S'appropriier les notions du cours propres au domaine : termes, démarche et outils avec leur logique d'emploi  
Refaire les exercices réalisés en séance  
S'entraîner pour le devoir en réalisant les exercices types disponibles à la fin du support de cours.

*Integrate the course concepts specific to the field: terms, approach and tools with their employment logic  
Repeat exercises performed in courses  
Train for the assignment by performing the typical exercises available at the end of the course document.*

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## *Ressources bibliographiques*

« Management de projet », adapté par Yves Langevin, Auteurs : Clifford F Gray, E.W. Larson Edition Dunod - ISBN2-7651-0453-0

*"Project Management: the managerial process", Clifford F Gray, E.W. Larson, McGraw-Hill Education editor*

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0723A
Code UE	IGENI-UE0702A
Coefficient interne à l'EC	1,2

Coordinateur ENIT de l'EC	Agnès LETOUZEY
---------------------------	----------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Gestion de production par la méthode MRP
Nom(s) du/des enseignant(s)	Agnès LETOUZEY, Thierry COUDERT, Sina NAMAKIARAGHI, Cédric BELER

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	6 H
	TD	6 H
	TP	6 H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	Total	18 heures

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>A l'issue de cet enseignement, un étudiant sera capable de comprendre et de mettre en pratique les principes de base de la méthode MRP (Manufacturing Resource Planning), méthode de gestion de production la plus utilisée en entreprise.</p> <p><i>On completion of this course, students will be able to understand and apply the basic principles of MRP (Manufacturing Resource Planning), the most widely used production management method.</i></p>
---------------	---

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	$(2 * DS1 + 1 * TP1) / 3$
----------------------	---------------------------

## Langue d'enseignement

Langue	Français/French
--------	-----------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

<b>Objectifs généraux</b>	
<b>Contenus</b>	<p>Cours 1 : Généralités, Historique – Problématique, Les données : données techniques, données de flux, macro-données</p> <p>Cours 2 : méthode MRP, fonctions MRP (PIC, PDP, CBN)</p> <p>Cours 3 : Fonctions MRP (PdC, Ordonnancement, Lancement, Suivi), Conditions d'application</p> <p>TP : Application avec SAP ERP</p> <p><i>Course 1: General information, History - Issues, Data: technical data, flow data, macro-data</i></p> <p><i>Course 2: MRP method, MRP functions (PIC, PDP, CBN)</i></p> <p><i>Course 3: MRP functions (PdC, Scheduling, Launching, Tracking), Application conditions</i></p> <p><i>Practical: Application with SAP ERP</i></p>
<b>Méthodes et/ou moyens pédagogiques</b>	

## Prérequis pour l'EC

<b>Prérequis</b>	IGENI-EC0444
------------------	--------------

## Travail personnel hors présentiel

<b>Volume horaire</b>	1 Heures
<b>Type de travail</b>	<p>Finir les manipulations du TP et compléter le rapport de TP</p> <p><i>Finishing the practical work and completing the practical report</i></p>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## *Ressources bibliographiques*

Courtois A., Pillet M. et Martin C., Gestion de production. Eyrolles. 2006  
Javel G., L'organisation et la gestion de production, Dunod. 2010.  
Giard V., Gestion de la Production et des Flux, Economica, 2003.

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0724A
Code UE	IGENI-UE0702A
Coefficient interne à l'EC	0,9

Coordinateur ENIT de l'EC	Thierry VIDAL
---------------------------	---------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Recherche opérationnelle
Nom(s) du/des enseignant(s)	Thierry VIDAL

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	
TD		6 H
TP		H
Projet encadré		H
Projet en autonomie		H
	<b>Total</b>	<b>14 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>A l'issue de cet enseignement, les étudiants seront en mesure de résoudre, à l'aide de méthodes variées, différentes classes de problèmes exprimés sous la forme de variables dont il s'agit de déterminer des valeurs satisfaisant un ensemble de contraintes et le plus souvent maximisant ou minimisant un critère d'optimisation donné. Le point commun à ces classes de problèmes est qu'ils s'expriment sous la forme d'expressions mathématiques dites linéaires, et les méthodes présentées sont dites exactes : elles fournissent toujours la solution optimale. Une différence sera faite entre les problèmes où les domaines de valeurs possibles des variables sont réels, et ceux, dits combinatoires, dont les domaines sont discrets.</p>
	<p><i>At the end of this course, students will be able to solve, using a variety of methods, different classes of problems expressed in the form of variables whose values must be determined in order to satisfy a set of constraints and, in most cases, maximise or minimise a given optimisation criterion. The common feature of these classes of problems is that they are expressed in the form of mathematical expressions known as linear expressions, and all the methods presented are said to be exact: they always provide the optimal solution. A distinction will be made between problems where the domains of possible values of the variables are real, and those known as combinatorial problems, where the domains are discrete.</i></p>

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*DS1)/1
----------------------	-----------

## Langue d'enseignement

Langue	Français / French
--------	-------------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>Objectifs généraux</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître les origines du développement des méthodes de Recherche Opérationnelle, en lien avec le développement des programmes informatiques de calcul intensif.</li> <li>- Identifier les principales classes et familles de problèmes d'optimisation, réelles ou combinatoires (appelée aussi discrète / en nombre entier) et les relier aux applications industrielles les plus courantes.</li> <li>- Être capable de traduire un problème concret en un modèle mathématique, en identifiant les variables de décision, la fonction objectif et les contraintes.</li> <li>- Comprendre la notion de complexité et la caractérisation des problèmes fortement combinatoires</li> <li>- Domaine réel : maîtriser la méthode du Simplexe, sous ses formes géométrique et numérique.</li> <li>- Domaine discret : connaître les principaux algorithmes de recherche (théorie des jeux) et d'optimisation exacte arborescentes (A*, Branch and Bound) en lien avec les applications concernées.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Understand the origins of the development of Operational Research methods in relation to the development of intensive computing programmes.</i></li> <li>- <i>Identify the main classes and families of optimisation problems, whether real or combinatorial (also known as discrete/integer), and relate them to the most common industrial applications.</i></li> <li>- <i>Be able to translate a concrete problem into a mathematical model by identifying the decision variables, the objective function and the constraints.</i></li> <li>- <i>Understand the concept of complexity and the characterisation of highly combinatorial problems.</i></li> <li>- <i>Real domain: master the Simplex method in its geometric and numerical forms.</i></li> <li>- <i>Discrete domain: be familiar with the main search algorithms (game theory) and exact tree-based optimisation algorithms (A*, Branch and Bound) in relation to the applications concerned.</i></li> </ul>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>Contenus</b></p>	<p>1 / Historique et Optimisation en nombres réels</p> <p>1.1 Origines et développements de la Recherche Opérationnelle</p> <p>1.2 Algorithme du Simplexe (résolution géométrique et par la méthode du pivot)</p> <p>2 / Optimisation exacte - théorie des jeux</p> <p>2.1 Principes d'optimisation exacte arborescente (A*, Branch and Bound) et quelques algorithmes dédiés à des classes de problème (path finding, sac-à-dos, voyageur de commerce)</p> <p>2.2 Introduction à la théorie des jeux (Min-Max, Alpha-Beta)</p> <p>2.3 Découverte en pédagogie inversée d'une méthode distincte (méthode hongroise pour le problème d'affectation) et comparaison avec les méthodes étudiées</p> <p>1 / <i>History and Optimisation in Real Numbers</i></p> <p>1.1 <i>Origins and Developments of Operational Research</i></p> <p>1.2 <i>Simplex Algorithm (geometric resolution and pivot method)</i></p> <p>2 / <i>Exact Optimisation - Game Theory</i></p> <p>2.1 <i>Principles of exact tree-based optimisation (A*, Branch and Bound) and some algorithms dedicated to problem classes (path finding, knapsack, travelling salesman)</i></p> <p>2.2 <i>Introduction to game theory (Min-Max, Alpha-Beta)</i></p> <p>2.3 <i>Discovery of a distinct method through flipped learning (Hungarian method for the assignment problem) and comparison with the methods studied</i></p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>Méthodes et/ou moyens pédagogiques</b></p>	<p>Les séances de cours permettent l'introduction des concepts fondamentaux et les séances de TD permettent à la fois l'application et l'approfondissement de ces concepts.</p> <p><i>The lecture sessions introduce the fundamental concepts and the practical sessions allow these concepts to be applied and developed in greater depth.</i></p>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Prérequis pour l'EC

<b>Prérequis</b>	Pas de prérequis.
------------------	-------------------

## Travail personnel hors présentiel

<b>Volume horaire</b>	Entre 3 et 6 Heures
<b>Type de travail</b>	Révisions / 1 séance en pédagogie inversée (travail préparatoire : 1h) Reviewing / 1 reversed teaching session (preparatory work: 1h)

## Ressources bibliographiques

Cliquez ici et entrez les ressources bibliographiques

## Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code UE	IGENI-UE0703A
Crédits ECTS	4
Coefficient interne à l'UE	4

### Présentation de l'UE

Nom de l'UE	CONDUITE DES SYTEMES INDUSTRIELS
Nom(s) du/des enseignant(s)	Thierry Coudert Kamal Medjaher Ayeley Tchangani

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	30 H
	TD	16 H
	TP	14 H
	Projet encadré	0 H
	Projet en autonomie	0 H
	<b>Total</b>	<b>60 heures</b>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Thèmes et Objectifs de la formation visés

### Principaux thèmes abordés

- Concepts de l'automatique de base : modélisation, analyse et correction des systèmes dynamiques linéaires.
- Concepts, méthodes et outil de la sûreté de fonctionnement (SdF) : grandeurs FMDS (Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilités, Sécurité), MTTF, MTBF, MTTR, AMDEC, taux de défaillance, lois de fiabilité, diagramme de fiabilité, arbre de défaillance.
- Modélisation, analyse et évaluation des performances des systèmes de production de biens et de services.
- *Basic control concepts: modeling, analysis and correction of linear dynamic systems.*
- *Dependability concepts, methods and tools: RAMS (Reliability, Maintainability, Availability, Safety) quantities, MTTF, MTBF, MTTR, FMECA, failure rate, reliability laws, reliability diagram, fault tree.*
- *Modeling, analysis and performance evaluation of production systems.*

### Principaux objectifs généraux visés

#### Domaine cognitif (Savoir, Connaître, Comprendre, Avoir des notions...) :

- Comprendre les concepts fondamentaux de l'automatique de base : système, modèle, fonction de transfert, réponses temporelle et fréquentielle, stabilité, précision, marge de phase, marge de gain, diagramme de Bode, diagramme de Nyquist, boucle ouverte, boucle fermée.
- Avoir des notions de performance des systèmes dynamiques linéaires (rapidité, stabilité, précision).
- Comprendre les concepts clés de la SdF et expliquer leurs interrelations.
- Décrire les principales méthodes d'analyse de la SdF et comprendre leurs champs d'application respectifs.
- Identifier et caractériser les différents types de systèmes de production de biens et de services.
- Avoir des notions approfondies des outils de modélisation des systèmes de production de biens et de services (réseaux de Petri, chaînes de Markov, files d'attente).

#### Domaine pragmatique (Savoir-faire, Réaliser, Effectuer...) :

- Déterminer le comportement temporel et fréquentiel d'un système (premier et second ordre), analyser et corriger ses performances (temps de réponse, stabilité, précision).
- Mettre en œuvre ces notions en simulation (Matlab/Simulink) et en pratique (TP laboratoire).
- Appliquer les méthodes d'analyse de la SdF (AMDEC, Arbre de défaillance, Diagramme de fiabilité, etc.) à des cas concrets pour identifier et évaluer les risques.
- Mettre en œuvre des approches quantitatives (calculs de fiabilité, taux de défaillance, indisponibilité, etc.) et interpréter les résultats pour proposer des actions correctives ou préventives.
- Pouvoir modéliser un système de production de biens ou de services.
- Savoir évaluer et corriger les performances du système.

#### Domaine affectif (Être conscient de, Avoir conscience...) :

- Être conscient de l'importance de la modélisation et de l'analyse pour la conception et le contrôle des systèmes automatisés, et de l'impact de ces systèmes sur la performance industrielle.
- Avoir conscience de l'importance de la validation expérimentale des modèles et des simulations.
- Prendre conscience de l'impact humain, économique et environnemental des défaillances industrielles et de l'importance d'une démarche proactive en matière de sécurité.
- Développer une attitude responsable et éthique face aux problématiques de sûreté de fonctionnement, en considérant la protection des personnes, des biens et de l'environnement.
- Être conscient de l'importance de la modélisation pour l'optimisation et l'amélioration des systèmes de production de biens et de services.
- Être conscient de l'impact de la performance des systèmes de production sur la compétitivité.

#### Cognitive domain (Knowledge, Understanding, Notions...):

- *Understand the fundamental concepts of basic automation: system, model, transfer function, time and frequency response, stability, precision, phase margin, gain margin, Bode diagram, Nyquist diagram, open loop, closed loop.*
- *Understand the performance of linear dynamic systems (rapidity, stability, precision).*
- *Understand the key concepts of dependability and explain their interrelationships.*
- *Describe the main dependability analysis methods and understand their respective fields of application.*
- *Identify and characterize the different types of production systems.*
- *Have in-depth knowledge of modeling tools for goods and services production systems (Petri nets, Markov chains, queues).*

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## **Pragmatic domain (Know-how, Realize, Perform...):**

- Determine the time and frequency behavior of a system (first and second order), analyze and correct its performance (response time, stability, accuracy).
- Apply these concepts in simulations (Matlab/Simulink) and practical applications (lab work).
- Apply dependability analysis methods (FMECA, Fault Tree, Reliability Diagram, etc.) to real-world cases to identify and assess risks.
- Apply quantitative approaches (reliability calculations, failure rates, unavailability, etc.) and interpret results to propose corrective or preventive actions.
- Model a production system for goods or services.
- Evaluate and correct system performance.

## **Affective domain (Be aware of, Be aware of...):**

- Be aware of the importance of modeling and analysis for the design and control of automated systems, and of the impact of these systems on industrial performance.
- Be aware of the importance of experimental validation of models and simulations.
- Be aware of the human, economic and environmental impact of industrial failures, and the importance of a proactive approach to safety.
- Develop a responsible and ethical attitude to operational safety issues, considering the protection of people, property and the environment.
- Be aware of the importance of modeling for the optimization and improvement of systems.
- Be aware of the impact of production system performance on competitiveness.

## Acquis d'apprentissage visés

### Compétence(s)

A l'issue de cette UE, les étudiants seront capables de :

- Modéliser un système dynamique à partir d'une description physique et de déterminer sa fonction de transfert.
- Analyser, évaluer et interpréter les performances du système et proposer des solutions pour les améliorer.
- Réaliser une AMDEC d'un système industriel, hiérarchiser ses modes de défaillance et identifier ses composants ou ses sous-systèmes critiques.
- Calculer les grandeurs de la sûreté de fonctionnement et évaluer les performances du système en termes de fiabilité, de maintenabilité, de disponibilité et de sécurité.
- Modéliser des systèmes de production en utilisant des outils appropriés.
- Exploiter les modèles obtenus pour évaluer les performances du système.

At the completion of this course, students will be able to:

- Model a dynamic system from a physical description and determine its transfer function.
- Analyze, evaluate and interpret system performance and propose solutions to improve it.
- Carry out a FMECA of an industrial system, prioritize its failure modes and identify its critical components or subsystems.
- Calculate operating safety parameters and assess system performance in terms of reliability, maintainability, availability and safety.
- Model production systems using appropriate tools.
- Use the obtained models to assess system performance.

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0731A
Code UE	IGENI-UE0703A
Coefficient interne à l'EC	1,1

Coordinateur ENIT de l'EC	Kamal MEDJAHER
---------------------------	----------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Sûreté de fonctionnement
Nom(s) du/des enseignant(s)	Kamal MEDJAHER

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	8 H
	TD	8 H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>16 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>A l'issue de ce cours, les étudiants seront capables d'appliquer les méthodes et les outils de la sûreté de fonctionnement pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Réaliser une AMDEC d'un système industriel</li> <li>– Hiérarchiser ses modes de défaillance</li> <li>– Identifier ses composants ou ses sous-systèmes critiques</li> <li>– Calculer les grandeurs de la sûreté de fonctionnement : MTTF, MTBF, MTTR, MUT, MDT</li> <li>– Evaluer la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité d'un système</li> <li>– Identifier les événements redoutés</li> </ul>
	<p>On completion of this course, students will be able to apply the dependability methods and tools to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Carry out a FMECA of an industrial system.</li> <li>– Rank its failure modes.</li> <li>– Identify its critical components or subsystems.</li> <li>– Calculate dependability indicators: MTTF, MTBF, MTTR, MUT, MDT.</li> <li>– Evaluate the reliability, maintainability, availability and safety of a system.</li> <li>– Identify feared or critical events.</li> </ul>

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*CC1)/1
----------------------	-----------

## Langue d'enseignement

Langue	Français/French
--------	-----------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

### Objectifs généraux

Ce cours vise à présenter les notions, méthodes et outils de la Sûreté de Fonctionnement (SdF). À l'issue du cours, les étudiants seront capables de comprendre, analyser et appliquer les principes de la SdF dans différents contextes industriels, tout en développant une conscience aiguë des enjeux liés à la sécurité et à la prévention des accidents industriels.

#### Domaine cognitif (Savoir, connaître, comprendre, avoir des notions...)

- **Étudier** quelques accidents industriels et **comprendre** en quoi ils ont influencé l'évolution des normes et réglementations en matière de SdF.
- **Définir** les concepts clés de la SdF (fiabilité, disponibilité, maintenabilité, sécurité, risque, etc.) et **expliquer** leurs interrelations.
- **Décrire** les principales méthodes d'analyse de la SdF (méthodes qualitatives, quantitatives, inductives et déductives) et **comprendre** leurs champs d'application respectifs.
- **Comprendre** l'importance des indicateurs de sûreté de fonctionnement et **savoir** les interpréter pour évaluer la performance d'un système.

#### Domaine pragmatique (Savoir-faire, réaliser, effectuer...)

- **Appliquer** les méthodes d'analyse de la SdF (AMDEC, Arbre de défaillance, Diagramme de fiabilité, etc.) à des cas concrets pour **identifier** et **évaluer** les risques.
- **Mettre en œuvre** des approches quantitatives (calculs de fiabilité, taux de défaillance, indisponibilité, etc.) et **interpréter** les résultats pour proposer des actions correctives ou préventives.
- **Élaborer** un plan d'amélioration continue en intégrant les principes de la SdF dans la conception, l'exploitation et la maintenance d'un système industriel.

#### Domaine affectif (Être conscient de, avoir conscience de...)

- **Prendre conscience** de l'impact humain, économique et environnemental des défaillances industrielles et de l'importance d'une démarche proactive en matière de sécurité.
- **Développer** une attitude responsable et éthique face aux problématiques de sûreté de fonctionnement, en considérant la protection des personnes, des biens et de l'environnement.
- **Renforcer** la motivation à collaborer de manière pluridisciplinaire (avec des experts en sécurité, maintenance, production, etc.) afin d'améliorer la fiabilité et la sécurité des systèmes.

*The aim of this course is to introduce the concepts, methods and tools of dependability. On completion of the course, students will be able to understand, analyze, and apply the principles of dependability in various industrial contexts, while developing a heightened awareness of issues related to safety and the prevention of industrial accidents.*

#### Cognitive Domain (Knowing, understanding, having notions...)

- **Study** a few industrial accidents and **understand** how they have influenced the evolution of standards and regulations in the field of dependability.
- **Define** the key concepts of dependability (reliability, availability, maintainability, safety, risk, etc.) and **explain** their interrelationships.
- **Describe** the main dependability analysis methods (qualitative, quantitative, inductive, and deductive) and **understand** their respective fields of application.
- **Understand** the importance of operational safety indicators and **know how to** interpret them to evaluate a system's performance.

#### Pragmatic Domain (Know-how, performing tasks...)

- **Apply** dependability analysis methods (FMECA, Fault Tree Analysis, Reliability Block Diagram, etc.) to real-world cases to **identify** and **evaluate** risks.
- **Implement** quantitative approaches (reliability calculations, failure rates, unavailability, etc.) and **interpret** the results to propose corrective or preventive actions.
- **Develop** a continuous improvement plan by integrating dependability principles into the design, operation, and maintenance of an industrial system.

#### Affective Domain (Being aware of, developing consciousness...)

- **Become aware** of the human, economic, and environmental impact of industrial failures and the importance of a proactive approach to safety.
- **Develop** a responsible and ethical attitude toward operational safety issues, considering the protection of people, property, and the environment.
- **Strengthen** the motivation to collaborate in a multidisciplinary manner (with experts in safety, maintenance, production, etc.) to improve the reliability and safety of systems.
-

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## 1. Cours (8h) – Concepts et Méthodes de la Sûreté de Fonctionnement

Cette partie théorique permet d'acquérir les connaissances fondamentales en Sûreté de Fonctionnement (SdF) et les méthodes d'analyse associées :

- **Introduction à la SdF** : Définition, objectifs et enjeux industriels. Étude d'accidents industriels marquants ayant conduit à l'évolution des normes et réglementations.
- **Concepts clés de la SdF** : Fiabilité, disponibilité, maintenabilité et sécurité. Relations entre ces notions et impact sur la performance des systèmes.
- **Panorama des méthodes d'analyse de la SdF** : approches **qualitatives** (AMDEC, Analyse Préliminaire des Risques, etc.) vs approches quantitatives (diagramme de fiabilité, chaînes de Markov, etc.), approches **inductives vs déductives** pour identifier et évaluer les risques d'un système.
- **Diagramme de fiabilité** : Modélisation de la fiabilité des systèmes en série, parallèle ou mixte. Analyse des performances des configurations et optimisation des architectures.
- **Arbre de défaillance** : Construction et analyse d'arbres de défaillance pour identifier les causes d'une panne et améliorer la sûreté d'un système.
- **Calcul de fiabilité d'un système** : Modélisation et évaluation de la fiabilité à l'aide de lois de probabilité, estimation du taux de défaillance et analyse de la disponibilité.

## 2. Travaux Dirigés (8h) – Applications pratiques et études de cas

Cette partie vise à mettre en pratique les méthodes et outils vus en cours à travers des exercices appliqués :

- **Rappels mathématiques appliqués à la SdF** : Algèbre de Boole, probabilités et statistiques appliquées à l'analyse de fiabilité.
- **Calcul et interprétation des grandeurs de SdF** : Résolution de problèmes liés aux indicateurs de fiabilité (MTBF, MTTF, MTTR, taux de disponibilité, taux de défaillance, etc.).
- **AMDEC** : Application de l'AMDEC sur des cas industriels, identification des modes de défaillance et évaluation des risques.
- **Construction et analyse d'un diagramme de fiabilité** : Étude des architectures série/parallèle et calcul des probabilités de bon fonctionnement.
- **Arbre de défaillance** : Modélisation d'un système avec un arbre de défaillance et détermination des événements critiques.
- **Calcul de fiabilité d'un système** : Résolution d'exercices sur l'évaluation et l'optimisation de la fiabilité d'un système industriel.

## 1. Lecture sessions (8 hours) – Dependability (or RAMS) Concepts and Methods

*This theoretical section provides fundamental knowledge of dependability and associated analysis methods:*

- **Introduction to dependability**: Definition, objectives, and industrial challenges. Study of major industrial accidents that have led to the evolution of safety standards and regulations.
- **Key dependability Concepts**: Reliability, availability, maintainability, and safety. Relationships between these concepts and their impact on system performance.
- **Overview of RMS Analysis Methods**: Qualitative approaches (FMECA, Preliminary Hazard Analysis, etc.) vs. quantitative approaches (reliability block diagrams, Markov chains, etc.), inductive vs. deductive methods for identifying and assessing system risks.
- **Reliability Block Diagram (RBD)**: Modeling system reliability in series, parallel, or mixed configurations. Performance analysis and architecture optimization.
- **Fault Tree Analysis (FTA)**: Construction and analysis of fault trees to identify failure causes and improve system safety.
- **System Reliability Calculation**: Modeling and evaluating reliability using probability distributions, failure rate estimation, and availability analysis.

## 2. Practical Sessions (8 hours) – Hands-on Applications and Case Studies

*This section focuses on applying the methods and tools covered in the lectures through practical exercises:*

- **Mathematical Fundamentals Applied to dependability**: Boolean algebra, probability, and statistics applied to reliability analysis.
- **Calculation and Interpretation of dependability Metrics**: Solving problems related to reliability indicators (MTBF, MTTF, MTTR, availability rate, failure rate, etc.).
- **FMECA (Failure Mode and Effect Critical Analysis)**: Applying FMECA to industrial case studies, identifying failure modes, and assessing risks.
- **Construction and Analysis of a Reliability Block Diagram**: Studying series/parallel system architectures and calculating probabilities of successful operation.
- **Fault Tree Analysis**: Modeling a system using a fault tree and determining critical events.
- **System Reliability Calculation**: Solving exercises on evaluating and optimizing the reliability of an industrial system.

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Méthodes et/ou moyens pédagogiques

Afin de favoriser une meilleure compréhension et appropriation des concepts de la SdF, une approche pédagogique active et participative est mise en place. Elle permet aux étudiants de développer leurs connaissances en SdF et d'acquérir des compétences en travail d'équipe, en résolution de problèmes et en prise de décision.

- **Apprentissage en petits groupes** : Les étudiants sont répartis en groupes restreints afin de favoriser l'échange, la collaboration et une meilleure assimilation des notions abordées.
- **Études de cas industriels** : Chaque groupe sélectionne un cas d'étude industriel réel ou simulé (système de production, centrale énergétique, transport, etc.). Ensuite, les étudiants appliquent progressivement les concepts et méthodes vus en cours sur leur étude de cas, ce qui leur permet d'analyser et d'évaluer les enjeux de la SdF dans un contexte concret.
- **Approche par projet** : Les groupes déroulent l'ensemble des méthodes enseignées (AMDEC, arbre de défaillance, diagramme de fiabilité, calculs de fiabilité, etc.) sur leur système choisi. Cette démarche permet aux étudiants de développer une vision globale des problématiques de sûreté, tout en améliorant leur capacité d'analyse et de synthèse.
- **Travaux dirigés et encadrement** : Les séances de TD sont conçues pour accompagner les étudiants dans l'application des méthodes sur leurs cas d'étude.
- **Restitution et échanges** : Les étudiants sont interrogés au fur et à mesure des séances de TD pour évaluer leur maîtrise des concepts et méthodes et corriger leurs éventuelles erreurs. En fin de parcours, chaque groupe présente son analyse devant la classe, favorisant ainsi le partage des connaissances, la confrontation des points de vue et l'acquisition de compétences en communication technique.

*To promote a better understanding and appropriation of dependability (or RAMS) concepts, an active and participatory teaching approach is implemented. This approach enables students to develop their knowledge of dependability while acquiring teamwork, problem-solving, and decision-making skills.*

- **Small Group Learning**: Students are divided into small groups to encourage exchange, collaboration, and better assimilation of the concepts covered.
- **Industrial Case Studies**: Each group selects a real or simulated industrial case study (production system, power plant, transportation, etc.). Students then gradually apply the concepts and methods learned in class to their case study, allowing them to analyze and evaluate dependability challenges in a practical context.
- **Project-Based Approach**: Groups apply all the taught methods (FMECA, fault tree analysis, reliability diagrams, reliability calculations, etc.) to their chosen system. This approach helps students develop a comprehensive understanding of safety issues while enhancing their analytical and synthesis skills.
- **Tutorials and Supervision**: The tutorial sessions (TD) are designed to guide students in applying the methods to their case studies.
- **Feedback and Discussion**: Students are questioned throughout the tutorial sessions to assess their understanding of concepts and methods and to correct any mistakes. At the end of the course, each group presents his analysis to the class, encouraging knowledge sharing, discussion, and the development of technical communication skills.

## Prérequis pour l'EC

### Prérequis

**Notions de systèmes industriels** : Comprendre le fonctionnement général des systèmes industriels, leur architecture et leurs contraintes. Avoir une vision globale des équipements et des interactions entre les différents éléments d'un système industriel.

**Notions d'algèbre de Boole** : Maîtriser les opérations fondamentales de l'algèbre de Boole (ET, OU, NON) et leur utilisation dans la modélisation logique des systèmes.

**Notions de probabilités et statistiques** : Connaître les bases des probabilités et des statistiques, notamment les lois de probabilité, l'espérance mathématique, la variance et l'analyse des distributions.

**Industrial Systems Concepts**: Understand the general functioning of industrial systems, their architecture, and constraints. Have a global vision of the equipment and the interactions between different elements of an industrial system.

**Boolean Algebra Concepts**: Master the fundamental operations of Boolean algebra (AND, OR, NOT) and their use in the logical modeling of systems.

**Probability and Statistics Concepts**: Understand the basics of probability and statistics, including probability laws, mathematical expectation, variance, and distribution analysis.

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Travail personnel hors présentiel

<b>Volume horaire</b>	Cliquez ici et entrez le nombre d'heures de travail personnel <b>Heures</b>
<b>Type de travail</b>	Poursuite du travail en groupe, révision, exercices supplémentaires <i>Continuation of group work, review, additional exercises.</i>

## Ressources bibliographiques

1. Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels, fiabilité, facteurs humains, informatisation. Villemeur Alain, Eyrolles, 1988, ISSN 0399-4198
2. La sûreté de fonctionnement : démarches pour maîtriser les risques. Mortureux Yves, Techniques de l'Ingénieur, traité l'Entreprise industrielle, SE 1020, avril, 2002
3. Guide de la Sûreté de fonctionnement. Jean Arlat, Jean-Paul Blanquart, Alain Costes, Yves Crouzet, Yves Deswarte, Jean-Charles Fabre, Hubert Guillermain, Mohamed Kaâniche, Karama Kanoun, Jean-Claude Laprie, Corinne Mazet, David Powell, Christophe Rabéjac et Pascale Thévenod. Cépaduès - Éditions, 1995-1996.
4. Sûreté de fonctionnement des systèmes informatiques, exercices corrigés. Jean-Claude Geffroy, Gilles Motet. InterEditions (Dunod), 1998.
5. AMDE(C). Yves Mortureux. Techniques de l'Ingénieur (réf. : SE4040 V1), 2005.
6. Michel Ridoux. AMDEC - Moyen. Techniques de l'Ingénieur (Réf. : AG4220 V1), 1999.

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0732A
Code UE	IGENI-UE0703A
Coefficient interne à l'EC	1,6

Coordinateur ENIT de l'EC	Ayeley Tchangani
---------------------------	------------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Evaluation des performances
Nom(s) du/des enseignant(s)	Ayeley Tchangani

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	
TD		8 H
TP		6 H
Projet encadré		H
Projet en autonomie		H
	<b>Total</b>	<b>24 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>A l'issue de l'EC, les étudiants seront :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en mesure d'évaluer les performances en fonction d'objectifs, de résultats obtenus et des ressources disponibles.</li> <li>- capables d'utiliser différents outils pour évaluer les performances (Réseaux de Pétri, Files d'attentes, Réseaux Bayésiens) et de choisir le bon en fonction des connaissances sur le processus.</li> <li>- Définir et utiliser des réseaux de Pétri pour une application visée.</li> <li>- être capable de proposer des améliorations pour obtenir une production plus respectueuse et efficace.</li> </ul>
	<p>At the end of this EC, students should:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- able to evaluate performance in terms of objectives, results obtained and resources available.</li> <li>- be able to use different tools to evaluate performance (Petri networks, Queues, Bayesian networks) and choose the right one based on knowledge of the process.</li> <li>- Define and use Petri networks for a given application.</li> <li>- be able to suggest improvements to achieve more respectful and efficient production.</li> </ul>

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	$(4*DS1+1*TP1)/5$
----------------------	-------------------

## Langue d'enseignement

Langue	English Friendly
--------	------------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

### Objectifs généraux

Evaluer les performances d'un système ou d'un processus en s'appuyant sur des objectifs fixés, les résultats obtenus et les ressources mobilisées ;  
Identifier et sélectionner l'outil d'évaluation des performances le plus adapté (réseaux de Pétri, files d'attente, réseaux bayésiens), en fonction du niveau de connaissance du processus à analyser ;  
Modéliser un processus à l'aide de réseaux de Pétri en vue d'une application ciblée ;  
Interpréter les résultats issus de la modélisation pour évaluer le fonctionnement du système étudié ;  
Proposer des pistes d'amélioration visant à rendre la production plus efficace et respectueuse (par exemple en termes de durabilité, de consommation de ressources, ou de réduction des gaspillages)

*Evaluate the performance of a system or process on the basis of the objectives set, the results obtained and the resources mobilised;*

*Identify and select the most appropriate performance evaluation tool (Petri nets, queues, Bayesian networks), depending on the level of knowledge of the process to be analysed;*

*Model a process using Petri nets for a targeted application;*

*Interpret the results of the modelling to assess the operation of the system studied;*

*Suggest ways of improving production to make it more efficient and respectful (e.g. in terms of sustainability, resource consumption or waste reduction).*

### Contenus

#### Cours n°1 : Introduction

- 1.1- Définition de l'évaluation de performance
- 1.2- Modèles
- 1.3- Outils
- 1.4- File d'attente
- 1.5- File d'attente Formulaire de calculs

#### Cours n°2 : Outils de modélisation pour l'évaluation de performance

- 2.1- Dimensionnement de files d'attente par les formules d'Erlang.
- 2.2- Réseaux de files de files d'attente
- 2.3- Introduction aux réseaux Bayésiens
- 2.4- Réseaux Bayésiens dynamiques

#### Cours n°3 : Introduction aux Réseaux de Pétri

- 3.1- Origine, utilisation et définition de base
- 3.2- Dynamique des réseaux de Pétri
- 3.3- Définitions particulières et exercices

#### Cours n°4 : Introduction aux Réseaux de Pétri Suite

- 4.1- Algèbre linéaire
- 4.2- Invariants
- 4.3- Réseaux de Pétri Temporisés

#### Cours n°5 : Réseaux de Pétri Stochastique

- 5.1- Définition, graphe d'atteignabilité et matrice génératrice.
- 5.2- Indices de performances
- 5.3- Graphe d'événements
- 5.4- Classes élémentaires
- 5.5- Propriétés des différents Réseaux de Pétri

---

#### Lesson 1: Introduction

- 1.1- Definition of performance evaluation
- 1.2- Models
- 1.3- Tools
- 1.4- Queue
- 1.5- Queuing Calculation form

#### Lesson 2: Modelling tools for performance evaluation

- 2.1- Queue sizing using Erlang formulas.
- 2.2- Queue networks
- 2.3- Introduction to Bayesian networks
- 2.4- Dynamic Bayesian networks

#### Lesson 3: Introduction to Petri nets

- 3.1- Origin, use and basic definition
- 3.2- Dynamics of Petri networks

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

	<p>3.3- <i>Special definitions and exercises</i></p> <p>Lesson 4: <i>Introduction to Petri networks – 2<sup>nd</sup> part.</i></p> <p>4.1- <i>Linear algebra</i></p> <p>4.2- <i>Invariants</i></p> <p>4.3- <i>Timed Petri Nets</i></p> <p>Lesson 5: <i>Stochastic Petri Networks</i></p> <p>5.1- <i>Definition, reachability graph and generating matrix.</i></p> <p>5.2- <i>Performance indices</i></p> <p>5.3- <i>Event graph</i></p> <p>5.4- <i>Elementary classes</i></p> <p>5.5- <i>Properties of different Petri networks</i></p>
<b>Méthodes et/ou moyens pédagogiques</b>	<p>Nous utilisons dans cet EC plusieurs types de méthodes pédagogiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cours en amphi où il y a une partie interactive lors des corrections d'exercices.</li> <li>- Travaux pratiques sur des maquettes numériques et des cas concrets avec évaluations par compte-rendu.</li> </ul> <p>-----</p> <p><i>We use several types of teaching methods in this EC:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Classroom lectures with interactive parts (the correction of exercises).</i></li> <li>- <i>Practical work on numerical setup and concrete cases with report assessment.</i></li> </ul>

Prérequis pour l'EC	
<b>Prérequis</b>	<p>1- Avoir des connaissances sur l'algèbre linéaire.</p> <p>2- Savoir effectuer des opérations dans l'algèbre des polynômes.</p> <p>3- Savoir manipuler des complexes.</p> <p>4- Avoir des notions très simples de programmation et algorithmies.</p> <p>-----</p> <p><i>1- Have knowledge about linear algebra.</i></p> <p><i>2- Perform operations in the algebra of polynomials.</i></p> <p><i>3- Know how to manipulate complexes.</i></p> <p><i>4- Have a very basic knowledge of programming and algorithms.</i></p>

Travail personnel hors présentiel	
<b>Volume horaire</b>	<b>8 Heures</b>
<b>Type de travail</b>	<p>Révision, exercices à préparer à la maison et compte rendu du tp.</p> <p>-----</p> <p><i>Revision, exercises to prepare at home and report for the practical work.</i></p>

Ressources bibliographiques	
<p>Cliquez ici et entrez les ressources bibliographiques</p>	

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Ayeley Tchangani Code EC	IGENI-EC0733A
Code UE	IGENI-UE0703A
Coefficient interne à l'EC	1,3

Coordinateur ENIT de l'EC	Ayeley Tchangani
---------------------------	------------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Automatique Régulation
Nom(s) du/des enseignant(s)	Ayeley Tchangani, Hussein Harb

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	12 H
	TD	H
	TP	8 H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>20 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

<b>Compétence(s)</b>	<p>A l'issue de l'EC, les étudiants seront :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en mesure d'identifier un système et ses grandeurs physiques associées.</li> <li>- capables de modéliser un système dynamique à partir de connaissances physiques en utilisant la transformée de Laplace et des modèles simples (1<sup>er</sup> et 2<sup>nd</sup> ordre) en utilisant les notions de transfert.</li> <li>- autonomes sur l'utilisation des schéma-blocs en tant que représentation de fonctionnement de système.</li> <li>- apte à analyser les performances temporelles d'un système (stabilité, précision, rapidité, robustesse).</li> <li>- apte à analyser fréquentiellement un système (marge de phase de gain et phase, etc.)</li> <li>- connaître l'intérêt et les limites de lois de commande de systèmes simple telles que : la boucle ouverte, la boucle fermée et des correcteurs basiques.</li> <li>- capable de faire des calculs basiques et d'utiliser simplement le logiciel MATLAB/Simulink.</li> <li>- être capable de mettre en place de simples lois de commande permettant d'économiser l'énergie et de répondre à des besoins spécifiques.</li> </ul> <p>-----</p> <p>At the end of this EC, students should:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- be able to identify a system and its associated physical quantities.</li> <li>- have knowledge of modeling a dynamic system based on physical knowledge using the Laplace transform and simple models (1st and 2nd order) using the notion of transfer.</li> <li>- autonomous on the usage of block diagrams as a representation of system functioning.</li> <li>- be able to quantify characteristics of a temporal response of a system (stability, precision, speed, robustness).</li> <li>- be able to analyze frequential responses of a system (phase and gain margins).</li> <li>- be familiar with the advantages and limitations of simple control laws (open/closed loop and basic correctors).</li> <li>- know how to perform basic calculations and usage of the MATLAB/Simulink software.</li> <li>- be able to implement simple control laws to save energy and meet specific requirements.</li> </ul>
----------------------	---

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Modalités d'évaluation

*Formule d'évaluation*

$(1 \cdot DS1 + 1 \cdot TP1) / 2$

## Langue d'enseignement

*Langue*

English Friendly

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

### Objectifs généraux

Les objectifs généraux de l'EC sont les suivants :

- Comprendre l'intérêt de la modélisation et de l'automatique.
- Savoir les origines de l'automatique et de pourquoi on met ce type de commande en place.
- Savoir utiliser les transferts pour modéliser le comportement d'un système à partir d'équations physiques.
- Connaître les performances d'un système automatisé.
- Avoir conscience des potentiels causes pouvant perturber un système et intuitiver des solutions.
- Savoir utiliser le domaine fréquentiel pour concevoir des systèmes en jouant sur les marges de gain et phase.
- Être capable de mettre en place des lois de commande simples (boucle ouverte, fermée et correcteurs basiques).

-----  
*General objectives of the CE are the following:*

- *Understand the interest of modeling and integrating automatic control laws.*
- *Know some history and why and how we should use automatic control.*
- *Know how to use the Laplace transform to model a system behavior from physical equations.*
- *Be familiar with the characteristics and performance of an automated system.*
- *Be aware of potential causes that can disrupt the system's performance and think about solutions.*
- *Know how to use frequential domain to design systems using phases and gain margins.*
- *Be able to implement simple control laws (open and closed loops and basic correctors).*

### Contenus

Cours n°1 : Histoire, principes généraux et système.

- 1.1- Histoire et principes généraux
- 1.2- Modélisation des Systèmes (Analyse fonctionnelle de systèmes, Linéarisation)
- 1.3- Notion de transfert, calcul opérationnel et association, graphiques de fluence et règle de Mason.

Cours n°2 : Performances d'un système.

- 2.1 – Stabilité (Définition, Critères de Routh et Nyquist)
- 2.2- Précision
- 2.3- Caractéristique temporelle
- 2.4- Caractéristique fréquentielle (Réponses & caractéristiques, Marges de stabilités)

Cours n°3 : Systèmes élémentaires 1<sup>er</sup> ordre & 2<sup>nd</sup>

- 3.1- Définition & formes
- 3.2- Entraînement sur des exercices

Cours n°4 : Identification de système utilisant des modèles connus.

- 4.1- Théories
- 4.2- Entraînements sur des courbes typiques.

Cours n°5 : La régulation PID

- 5.1- Principe, avantages et inconvénients
- 5.2- Les différents types et leurs effets sur les réponses temporelles et fréquentielles.

Cours n°6 : Les différentes méthodes pour la synthèse de correcteurs

- 6.1- Principe et explications de ces méthodes
- 6.2- Applications sur des cas pratiques.

-----  
Lesson 1: History, general principles and systems.

- 1.1- History and general principles
- 1.2- Systems Modelling (Functional analysis of systems, Linearization)
- 1.3- Notion of transfer and operational calculation, Transfer association, flow graphs and Mason's rule.

Lesson 2: System performance.

- 2.1 – Stability (Definition of stability, Routh and Nyquist criterion)
- 2.2- Accuracy
- 2.3- Time characteristics
- 2.4- Frequency characteristics (Responses & characteristics, Stability margins)

Lesson 3: Elementary 1st & 2nd order systems

- 3.1- Definition & forms
- 3.2- Exercises

Lesson 4: System identification using known models.

- 4.1- Theories
- 4.2- Practice on typical curves.

Lesson 5: PID control

- 5.1- Principle, advantages and disadvantages
- 5.2- The different types and their effects on time and frequency responses.

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

	Lesson 6: The different methods for synthesizing correctors 6.1- Principle and explanations of these methods 6.2- Applications on practical cases.
<b>Méthodes et/ou moyens pédagogiques</b>	<p>Nous utilisons dans cet EC plusieurs types de méthodes pédagogiques :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Cours en amphi où il y a une partie interactive lors des corrections d'exercices.</li><li>- Travaux pratiques sur des maquettes numériques et physiques avec une évaluation par compte-rendu.</li><li>- Travail en autonomie utilisant le logiciel MATLAB.</li></ul> <p>-----</p> <p><i>We use several types of teaching methods in this EC:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Classroom lectures with interactive parts (the correction of exercises).</i></li><li>- <i>Practical work on simulation and physical setups with report assessment.</i></li><li>- <i>Autonomous work on the MATLAB software platform.</i></li></ul>

## Prérequis pour l'EC

<b>Prérequis</b>	<p>1- Équations différentielles linéaires à coefficients constants : les reconnaître ; les résoudre ; connaître les propriétés des opérateurs de dérivation et d'intégration ;</p> <p>2- Savoir effectuer des opérations dans l'algèbre des polynômes.</p> <p>3- Savoir manipuler des complexes.</p> <p>4- Avoir des notions très simples de programmation et algorithmies.</p> <p>-----</p> <p><i>1- Linear differential equations with constant coefficients: recognize them; solve them; know properties of the derivation and the integration operators.</i></p> <p><i>2- Perform operations in the algebra of polynomials.</i></p> <p><i>3- Know how to manipulate complexes.</i></p> <p><i>4- Have a very basic knowledge of programming and algorithms.</i></p>
------------------	--

## Travail personnel hors présentiel

<b>Volume horaire</b>	6 Heures
<b>Type de travail</b>	<p>Exercices à faire à la maison si non fini en cours. Compte rendu à rendre pour les TP.</p> <p>-----</p> <p>Exercises to do at home if not finished in class. Report due to practical work.</p>

## Ressources bibliographiques

Cliquez ici et entrez les ressources bibliographiques

## Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code UE	IGENI-UE0704A
Crédits ECTS	4
Coefficient interne à l'UE	4

### Présentation de l'UE

Nom de l'UE	MODELISATIONS NUMERIQUES
Nom(s) du/des enseignant(s)	

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	32 H
	TD	22 H
	TP	6 H
	Projet encadré	0 H
	Projet en autonomie	0 H
	<b>Total</b>	<b>60 heures</b>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Thèmes et Objectifs de la formation visés

<b>Principaux thèmes abordés</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Principes fondamentaux de la <b>thermodynamique appliquée</b> aux systèmes fermés et réels</li><li>• <b>Transferts thermiques</b> : conduction, convection, rayonnement et combinaisons multimodes</li><li>• <b>Méthodes numériques</b> de résolution appliquées à l'ingénierie : éléments finis, différences finies, etc.</li><li>• <b>Utilisation de logiciels professionnels</b> (ex. Abaqus) pour la modélisation, le dimensionnement et l'analyse thermique ou mécanique de systèmes industriels</li><li>• Études de <b>cas concrets</b> intégrant les aspects énergétiques, thermiques, environnementaux et numériques</li><li>• <b>Communication technique</b> autour des analyses thermiques et numériques (rapports, présentations, échanges professionnels)</li></ul>
<b>Principaux objectifs généraux visés</b>	<p>À l'issue de l'UE, les étudiants seront capables de :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Analyser et modéliser des <b>systèmes thermodynamiques et thermiques</b> complexes à l'aide des outils théoriques et numériques adaptés</li><li>• Appliquer les <b>principes de la thermodynamique</b> et des <b>transferts de chaleur</b> pour dimensionner ou optimiser des systèmes industriels</li><li>• Élaborer et utiliser des <b>modèles numériques</b> pour simuler des phénomènes physiques (thermiques et mécaniques)</li><li>• Interpréter les résultats d'une simulation numérique en lien avec les contraintes techniques, environnementales et économiques</li><li>• Mettre en œuvre des outils de <b>résolution numérique</b> (éléments finis, différences finies, etc.) pour des cas d'étude variés</li><li>• Collaborer et communiquer efficacement en contexte professionnel à travers des projets intégrateurs avec livrables techniques</li></ul>

## Acquis d'apprentissage visés

<b>Compétence(s)</b>	<p><b>Compétence principale :</b> À l'issue de l'UE, les étudiants seront en mesure, lorsqu'ils sont confrontés à la modélisation numérique de systèmes thermiques ou mécaniques dans un contexte industriel, <b>de concevoir et d'interpréter des modèles numériques fiables en utilisant des outils de simulation et en appliquant les lois physiques fondamentales, en garantissant la rigueur scientifique, la pertinence technique et une communication professionnelle des résultats.</b></p> <p><b>Compétence complémentaire 1 :</b> À l'issue de l'UE, les étudiants seront en mesure, dans leur futur métier et lorsqu'ils participent à des études de performance énergétique, <b>d'évaluer les flux de chaleur et les bilans thermodynamiques en intégrant les contraintes environnementales et économiques, en montrant leur capacité à proposer des solutions d'optimisation argumentées.</b></p> <p><b>Compétence complémentaire 2 :</b> À l'issue de l'UE, les étudiants seront capables, lorsqu'ils sont impliqués dans un projet technique en équipe, <b>de produire un rapport structuré et de présenter les résultats d'une étude de modélisation thermique ou mécanique en utilisant des supports numériques adaptés, en montrant une maîtrise des outils de communication scientifique.</b></p>
----------------------	--

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0741AG
Code UE	IGENI-UE0704A
Coefficient interne à l'EC	

Coordinateur ENIT de l'EC	Karl Delbé
---------------------------	------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Thermodynamique
Nom(s) du/des enseignant(s)	Xavier Daraignez, Karl Delbé, Jean-Yves Paris

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	12 H
	TD	12 H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>24 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>À l'issue de l'EC <b>Thermodynamique 2</b>, les étudiants seront capables, dans leur futur métier et dans le cadre d'activités professionnelles liées à l'ingénierie thermique ou énergétique, de :</p>
	<p><b>1. Analyser les systèmes thermodynamiques :</b> Lorsqu'ils sont confrontés à un problème de modélisation énergétique d'un système fermé, ils seront en mesure de définir les limites du système, d'identifier les flux énergétiques (travail et chaleur) et d'établir un bilan énergétique précis, en montrant une rigueur dans l'application des principes fondamentaux.</p>
	<p><b>2. Appliquer les principes de la thermodynamique :</b> Lors de l'étude de processus thermodynamiques (transformation isobare, adiabatique, ou isotherme), ils seront capables de formuler un bilan d'enthalpie ou d'entropie avec justesse, en utilisant les outils mathématiques et les données tabulées pour résoudre des cas concrets.</p>
	<p><b>3. Interpréter les transformations des gaz :</b> En présence de données expérimentales sur des gaz parfaits ou réels, ils seront en mesure d'interpréter les propriétés thermodynamiques, de différencier les comportements des gaz parfaits et réels, et de comparer les résultats obtenus avec les lois théoriques, en montrant une compréhension approfondie des phénomènes physiques.</p>
	<p><b>4. Analyser les diagrammes thermodynamiques :</b> Lorsqu'ils étudient des systèmes diphasés (liquide-vapeur), ils seront capables d'utiliser les diagrammes (P,T) et (P,v) pour identifier les phases présentes, calculer les proportions des phases et déterminer les propriétés associées, en garantissant une précision dans les calculs.</p>
<p><b>5. Évaluer l'impact environnemental :</b> Dans le cadre de l'évaluation des processus industriels thermodynamiques, ils seront en mesure de quantifier les émissions, de proposer des solutions d'amélioration de l'efficacité énergétique, et de justifier leurs choix en tenant compte des contraintes environnementales et économiques.</p>	

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## 6. Communiquer et collaborer efficacement :

Lors de travaux en équipe, ils seront capables de présenter leurs analyses et résultats de manière structurée, à l'oral ou à l'écrit, en s'appuyant sur des supports techniques (diagrammes, tableaux, présentations), et de défendre leurs choix en s'appuyant sur des arguments scientifiques solides.

## 7. Utiliser des outils thermodynamiques :

Dans le cadre d'études industrielles ou expérimentales, ils seront en mesure d'utiliser des tables thermodynamiques et des outils numériques pour effectuer des interpolations, analyser les résultats, et vérifier la cohérence des données, en montrant une maîtrise des outils nécessaires à l'ingénierie.

*On completion of CE Thermodynamics 2, students will be able, in their future profession and in the context of professional activities related to thermal or energy engineering, to:*

### 1. Analyse thermodynamic systems :

*When faced with an energy modelling problem for a closed system, they will be able to define the limits of the system, identify the energy flows (work and heat) and draw up an accurate energy balance, demonstrating rigour in the application of the fundamental principles.*

### 2. Apply the principles of thermodynamics :

*When studying thermodynamic processes (isobaric, adiabatic or isothermal transformation), they will be able to formulate an enthalpy or entropy balance accurately, using mathematical tools and tabulated data to solve concrete cases.*

### 3 Interpreting gas transformations :

*Given experimental data on perfect or real gases, they will be able to interpret thermodynamic properties, differentiate between the behaviour of perfect and real gases, and compare the results obtained with theoretical laws, demonstrating a thorough understanding of physical phenomena.*

### 4. Analysing thermodynamic diagrams :

*When studying two-phase (liquid-vapour) systems, they will be able to use the (P,T) and (P,v) diagrams to identify the phases present, calculate the proportions of the phases and determine the associated properties, ensuring that the calculations are accurate.*

### 5. Assessing environmental impact :

*When assessing thermodynamic industrial processes, they will be able to quantify emissions, propose solutions for improving energy efficiency and justify their choices, taking account of environmental and economic constraints.*

### 6. Communicating and collaborating effectively :

*When working in teams, they will be able to present their analyses and results in a structured way, orally or in writing, using technical aids (diagrams, tables, presentations), and to defend their choices on the basis of sound scientific arguments.*

### 7. Use thermodynamic tools :

*As part of industrial or experimental studies, they will be able to use thermodynamic tables and numerical tools to carry out interpolations, analyse results and check the consistency of data, demonstrating a command of the tools needed for engineering.*

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation

$(1*CC1+2*DS1)/3$

## Langue d'enseignement

Langue

français/French

### Connaissances

À l'issue de l'EC **Thermodynamique**, les étudiants seront capables de :

- Connaître les principes fondamentaux de la thermodynamique appliqués aux systèmes fermés, notamment les concepts d'énergie interne, enthalpie et entropie.
- Comprendre les transformations thermodynamiques (adiabatiques, isothermes, isobares) et leurs applications pratiques.
- Assimiler les lois thermodynamiques (premier et deuxième principes) et leurs implications sur les systèmes énergétiques.
- Connaître les propriétés des gaz parfaits et réels, ainsi que les différences entre leurs comportements.
- Comprendre le rôle de l'entropie dans les transformations réversibles et irréversibles, et son lien avec l'irréversibilité des processus.
- Identifier les phases et les transitions de phase à l'aide des diagrammes thermodynamiques (P,T) et (P,v).
- Connaître les outils et tables thermodynamiques nécessaires à l'analyse des systèmes.
- Comprendre les impacts environnementaux des processus thermodynamiques et les solutions pour améliorer l'efficacité énergétique.

### Savoir-faire

À l'issue de l'EC, les étudiants seront capables de :

- Définir un système thermodynamique fermé et établir des bilans énergétiques et entropiques.
- Calculer les variations d'énergie interne, d'enthalpie et d'entropie pour des gaz parfaits et réels.
- Utiliser des diagrammes thermodynamiques (P,T et P,v) pour analyser les phases, les transformations, et les mélanges diphasés.
- Réaliser des calculs thermodynamiques en utilisant des tables et outils numériques adaptés.
- Comparer et interpréter les comportements des gaz réels et parfaits pour des applications industrielles ou expérimentales.
- Analyser les performances thermodynamiques des systèmes énergétiques en tenant compte de l'efficacité et des impacts environnementaux.
- Proposer des solutions pour réduire les émissions et améliorer l'efficacité énergétique des processus industriels.
- Communiquer clairement les résultats et analyses sous forme écrite ou orale avec des justifications techniques et scientifiques.

### Savoir-être

À l'issue de l'EC, les étudiants auront développé les qualités suivantes :

- Être conscients de l'importance des principes thermodynamiques dans la résolution des problèmes industriels et énergétiques.
- Avoir conscience des enjeux environnementaux liés aux systèmes thermodynamiques et de leur responsabilité en tant qu'ingénieurs pour réduire les impacts négatifs.
- Faire preuve de rigueur et de précision dans l'analyse et la résolution des problèmes thermodynamiques.
- Démontrer une attitude proactive face aux défis technologiques et environnementaux, en

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

explorant des solutions innovantes.

- Travailler efficacement en équipe, en collaborant pour résoudre des problématiques complexes tout en respectant les points de vue des autres membres.
- S'adapter à des contextes multidisciplinaires en intégrant des considérations techniques, économiques et environnementales dans leurs analyses.

## Compétences

À l'issue de l'EC, les étudiants seront capables de :

- Appliquer les principes fondamentaux de la thermodynamique pour analyser et optimiser des systèmes énergétiques complexes dans des environnements industriels.
- Maîtriser les outils d'analyse thermodynamique pour modéliser et simuler des transformations de gaz parfaits et réels.
- Évaluer les performances des systèmes thermodynamiques en tenant compte des contraintes environnementales et économiques.
- Proposer et mettre en œuvre des solutions innovantes pour améliorer l'efficacité énergétique des processus industriels.
- Travailler de manière autonome ou en équipe pour résoudre des problématiques thermodynamiques, en s'appuyant sur des compétences scientifiques solides et une communication efficace.

## Knowledge

*On completion of the Thermodynamics CE, students will be able to:*

- *Know the fundamental principles of thermodynamics applied to closed systems, in particular the concepts of internal energy, enthalpy and entropy.*
- *Understand thermodynamic transformations (adiabatic, isothermal, isobaric) and their practical applications.*
- *Understand the laws of thermodynamics (first and second principles) and their implications for energy systems.*
- *Understand the properties of perfect and real gases and the differences between their behaviour.*
- *Understand the role of entropy in reversible and irreversible transformations, and its link with the irreversibility of processes.*
- *Identify phases and phase transitions using thermodynamic diagrams (P, T) and (P, v).*
- *Be familiar with the thermodynamic tools and tables needed to analyse systems.*
- *Understand the environmental impact of thermodynamic processes and solutions for improving energy efficiency.*

## Know-how

*At the end of the CE, students will be able to :*

- *Define a closed thermodynamic system and establish energy and entropy balances.*
- *Calculate changes in internal energy, enthalpy and entropy for perfect and real gases.*
- *Use thermodynamic diagrams (P, T and P, v) to analyse phases, transformations and two-phase mixtures.*
- *Perform thermodynamic calculations using appropriate tables and numerical tools.*
- *Compare and interpret the behaviour of real and perfect gases for industrial or experimental applications.*
- *Analyse the thermodynamic performance of energy systems, taking into account efficiency and environmental impact.*
- *Propose solutions to reduce emissions and improve the energy efficiency of industrial processes.*
- *Communicate results and analyses clearly in written or oral form, with technical and scientific justification.*

## self-management

*At the end of the CE, students will have developed the following qualities:*

- *Be aware of the importance of thermodynamic principles in solving industrial and energy problems.*

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

- Be aware of the environmental issues associated with thermodynamic systems and their responsibility as engineers to reduce negative impacts.
- Demonstrate rigour and precision in analysing and solving thermodynamic problems.
- Demonstrate a proactive attitude to technological and environmental challenges, exploring innovative solutions.
- Work effectively as part of a team, collaborating to solve complex problems while respecting the points of view of other members.
- Adapt to multidisciplinary contexts by integrating technical, economic and environmental considerations into their analyses.

## Skills

On completion of the CE, students will be able to:

- Apply the fundamental principles of thermodynamics to analyse and optimise complex energy systems in industrial environments.
- Master the tools of thermodynamic analysis to model and simulate transformations of perfect and real gases.
- Assess the performance of thermodynamic systems, taking into account environmental and economic constraints.
- Propose and implement innovative solutions to improve the energy efficiency of industrial processes.
- Work independently or as part of a team to solve thermodynamic problems, relying on solid scientific skills and effective communication.

Voici une proposition détaillée de contenu pour l'EC **Thermodynamique**, organisée selon le format demandé :

### Chapitre 1 : Bilan d'énergie entre deux états d'équilibre connus

- 1.1 Énoncé du premier principe de la thermodynamique.
- 1.2 Application du premier principe aux gaz parfaits.
- 1.3 Transformations thermodynamiques spécifiques (isobares, isochore, isotherme, adiabatique).
- 1.4 Calculs pratiques de bilans énergétiques.

### Chapitre 2 : Prédiction de l'état final d'un système évoluant librement

- 2.1 Introduction à l'entropie et notion d'irréversibilité.
- 2.2 Énoncé et applications du deuxième principe de la thermodynamique.
- 2.3 Transformations réversibles et irréversibles des gaz parfaits.
- 2.4 Création d'entropie et analyse des processus thermodynamiques.

### Chapitre 3 : Étude des corps purs réels

- 3.1 Utilisation des tables thermodynamiques pour les vapeurs surchauffées.
- 3.2 Équilibre liquide-vapeur et diagrammes thermodynamiques (P,T) et (P,v).
- 3.3 Étude des mélanges diphasés.
- 3.4 Calculs de variations énergétiques lors des transitions de phase.

### Travaux dirigés (TD)

Les TD complètent les cours avec des exercices pratiques sur :

- Résolution de bilans énergétiques (1er principe) appliqués aux transformations spécifiques.
- Analyse des cycles thermodynamiques et calculs des variables associées (U, H, W, Q).
- Étude des transitions de phase avec utilisation de tables thermodynamiques.
- Problèmes sur les transformations irréversibles et calculs de création d'entropie.

Here is a detailed content proposal for the Thermodynamics CE, organised according to the requested format:

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Chapter 1: Energy balance between two known states of equilibrium

- 1.1 Statement of the first principle of thermodynamics.
- 1.2 Application of the first principle to perfect gases.
- 1.3 Specific thermodynamic transformations (isobaric, isochoric, isothermal, adiabatic).
- 1.4 Practical energy balance calculations.

## Chapter 2: Predicting the final state of a freely evolving system

- 2.1 Introduction to entropy and the notion of irreversibility.
- 2.2 Statement and applications of the second principle of thermodynamics.
- 2.3 Reversible and irreversible transformations of perfect gases.
- 2.4 Creation of entropy and analysis of thermodynamic processes.

## Chapter 3: Study of Real Pure Bodies

- 3.1 Use of thermodynamic tables for superheated vapours.
- 3.2 Liquid-vapour equilibrium and thermodynamic diagrams ( $P, T$ ) and ( $P, v$ ).
- 3.3 Study of two-phase mixtures.
- 3.4 Calculation of energy variations during phase transitions.

## Tutorial

The tutorials supplement the lectures with practical exercises on :

- Solving energy balances (1st principle) applied to specific transformations.
- Analysis of thermodynamic cycles and calculation of associated variables ( $U, H, W, Q$ ).
- Study of phase transitions using thermodynamic tables.
- Problems involving irreversible transformations and calculations of entropy creation.

## Méthodes et/ou moyens pédagogiques

1. **Approche mixte : cours magistraux et TD intégrés**
  - Les enseignements combinent des cours magistraux avec des travaux dirigés (TD) pour des groupes de 24 à 36 élèves.
  - Les concepts théoriques sont présentés en cours, suivis immédiatement d'applications pratiques et d'échanges interactifs en TD.
2. **Méthodes interactives et collaboratives**
  - **Échanges et débats** : Les séances favorisent les discussions autour des concepts abordés pour consolider la compréhension.
  - **Travail en groupe** : Les élèves collaborent sur des exercices et remettent leurs résultats sous forme de documents de groupe, évalués par l'enseignant.
  - **Présentations orales** : Certains travaux préparés en séance sont présentés au tableau par les étudiants.
3. **Évaluations formatives et continues**
  - Des **QCM** et des **questionnaires à réponse courte** sont régulièrement proposés.
  - Ces évaluations portent sur les enseignements des séances précédentes pour renforcer l'assimilation progressive des notions.
  - Les résultats et corrigés sont communiqués avant la séance suivante pour aider les étudiants à identifier leurs difficultés et progresser.

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

4. **Utilisation de ressources numériques sur Moodle**
- Les étudiants ont accès à des supports pédagogiques variés : cours, TD, annales, vidéos explicatives et tests interactifs.
  - Moodle permet une révision autonome et approfondie des notions grâce à des ressources disponibles à tout moment.
5. **Apprentissage par problème (APP)**
- Les élèves travaillent sur des problématiques spécifiques en groupe.
  - Ils répondent aux questions posées et restituent leurs résultats via des formulaires remis à l'enseignant, qui les évalue et leur transmet un retour.

1. *Blended approach: integrated lectures and tutorials*
- Teaching combines lectures with tutorials for groups of 24 to 36 students.
  - Theoretical concepts are presented in lectures, immediately followed by practical applications and interactive discussions in tutorials.
2. *Interactive and collaborative methods*
- Exchanges and debates: Sessions encourage discussion of the concepts covered to consolidate understanding.
  - Group work: Students work together on exercises and submit their results in the form of group documents, assessed by the teacher.
  - Oral presentations: Some of the work prepared during the session is presented on the blackboard by the students.
3. *Formative and continuous assessment*
- MCQs and short answer questionnaires are offered on a regular basis.
  - These assessments relate to the teaching of previous sessions to reinforce the gradual assimilation of concepts.
  - The results and answers are communicated before the next session to help students identify their difficulties and make progress.
4. *Use of digital resources on Moodle*
- Students have access to a wide range of teaching aids: lectures, tutorials, exam papers, explanatory videos and interactive tests.
  - Moodle enables students to revise concepts independently and in depth, with resources available at all times.
5. *Problem-based learning (PBL)*
- Students work on specific problems in groups.
  - They answer the questions posed and submit their results on forms to the teacher, who assesses them and gives them feedback.

## Prérequis pour l'EC

### Prérequis

- Bases du calcul intégral et différentiel.
- Fundamentals of integral and differential calculus.

## Travail personnel hors présentiel

### Volume horaire

20 Heures

### Type de travail

#### Travail personnel à réaliser par les étudiants

1. **Cours magistraux :**
  - Les cours sont présentés sous forme de diaporamas interactifs.
  - Les étudiants doivent revoir les diapositives des cours après chaque session pour consolider les concepts.
  - Des ressources complémentaires sont mises à disposition sur le site Moodle, comprenant des fascicules de cours, des vidéos explicatives, et des annales pour approfondir les notions abordées.
2. **Travaux dirigés (TD) :**
  - Les TD sont réalisés en groupe ou individuellement selon les exercices proposés.
  - Les étudiants travaillent sur des exercices pratiques basés sur des cas concrets.
  - Les réponses sont soumises sur des formulaires adaptés (formulaires papier pour le groupe et questionnaires individuels).
  - Les corrigés et explications sont disponibles après chaque séance

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

pour permettre aux étudiants de comprendre leurs erreurs.

### 3. Évaluations :

- Tout au long du semestre, les étudiants réalisent des évaluations sous forme de QCM ou de questionnaires à réponse courte.
- Ces évaluations permettent de valider l'acquisition des connaissances de manière continue et formative.

### 4. Utilisation des ressources numériques sur Moodle :

- Les étudiants ont accès à des tests interactifs pour s'auto-évaluer.
- Les fascicules de cours et de TD, ainsi que les cours prérequis, sont disponibles pour réviser ou combler d'éventuelles lacunes.
- Des vidéos pédagogiques fournissent des explications visuelles des concepts complexes.

### 5. Travail en autonomie :

- Les étudiants doivent résoudre des exercices supplémentaires proposés à la fin des fascicules de TD.
- Ils sont encouragés à préparer leurs propres fiches de synthèse pour faciliter les révisions.
- Une préparation individuelle ou en groupe est attendue pour les exercices donnés en TD ou pour les questions posées dans les évaluations.

### 6. Accompagnement et suivi :

- Les enseignants restent disponibles hors des séances en présentiel, via des permanences ou des échanges en ligne (forum Moodle ou par e-mail), pour répondre aux questions des étudiants.

## *Personal work to be completed by students*

### *1. Lectures :*

- Lectures are presented in the form of interactive slide shows.
- Students are required to review the lecture slides after each session to consolidate concepts.
- Complementary resources are available on the Moodle site, including course booklets, explanatory videos, and annals for more in-depth study of the concepts covered.

### *2. Tutorial work:*

- The tutorials are carried out in groups or individually, depending on the exercises proposed.
- Students work on practical exercises based on real cases.
- Answers are submitted on appropriate forms (paper forms for the group and individual questionnaires).
- Answers and explanations are available after each session to help students understand their mistakes.

### *3. Assessments :*

- Throughout the semester, students complete assessments in the form of MCQs or short answer questionnaires.
- These assessments are used to validate the acquisition of knowledge in a continuous and formative manner.

### *4. Use of digital resources on Moodle :*

- Students have access to interactive tests for self-assessment.
- Course and TD booklets, as well as prerequisite courses, are available for revision or to fill in any gaps.
- Educational videos provide visual explanations of complex concepts.

### *5. Independent work :*

- Students are required to complete additional exercises at the end of the course booklets.
- They are encouraged to prepare their own summary sheets to facilitate revision.
- Individual or group preparation is expected for the exercises given in the tutorials or for the questions asked in the assessments.

### *6. Support and follow-up :*

- Lecturers are available to answer students' questions outside face-to-face sessions, either at their offices or via online exchanges (Moodle forum or e-mail).

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## *Ressources bibliographiques*

- . Gautron L. et al., Physique Tout-En-Un pour la licence, Dunod, 2010.
- . Çencel Y.A., Boles M., Lacroix M., Thermodynamique : une approche pragmatique, McGraw-Hill, 2008.
- . Brébec J.-M. et al., Thermodynamique, Hachette Supérieur, 1995.

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0742A
Code UE	IGENI-UE0704A
Coefficient interne à l'EC	1,2

Coordinateur ENIT de l'EC	JP Faye
---------------------------	---------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Thermique Industrielle <i>Industrial Thermal</i>
Nom(s) du/des enseignant(s)	JP Faye

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	12 H
	TD	6 H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>18 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>L'apprenti sera en mesure de déterminer les champs de températures, les flux thermiques échangés dans des ensembles mécaniques plus ou moins complexes.</p> <p><i>The apprentice will be able to determine the temperature fields and heat flows exchanged in more or less complex mechanical assemblies.</i></p>
---------------	--

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*RAP1)/1
----------------------	------------

## Langue d'enseignement

Langue	Français/French
--------	-----------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

<b>Objectifs généraux</b>	<p>Il s'agit de donner les bases des transferts thermiques, avec une approche de bureau d'études, permettant le dimensionnement de systèmes de refroidissement ou de chauffage, pour un produit ou un procédé industriel. Les modes de transferts de la chaleur : conduction, rayonnement et convection sont présentés individuellement avant la résolution de problèmes multimodes plus complexes. L'apprenti aura les compétences de base pour réaliser une étude thermique, soit analytiquement, soit par des moyens de calculs numériques. Des études simples, orientées dimensionnement thermique, permettront de mettre en œuvre aussi des méthodes numériques de types éléments finis et différences finies. Un projet plus complexe, réalisé en binôme, permettra de faire une synthèse des apprentissages, un rapport servira de livrable donnant la note à l'EC.</p> <p><i>The aim is to provide the basics of heat transfer, with a design office approach, enabling the dimensioning of cooling or heating systems, for an industrial product or process.</i></p> <p><i>The modes of heat transfer - conduction, radiation and convection - are presented individually, before more complex multi-mode problems are solved. The apprentice will have the basic skills to carry out a thermal study, either analytically or using numerical calculations.</i></p> <p><i>Simple thermal dimensioning studies will also enable the use of finite element and finite difference numerical methods.</i></p> <p><i>A more complex project, carried out in pairs, will provide a synthesis of what has been learned, with a report serving as the deliverable for the CE grade.</i></p>
<b>Contenus</b>	<p>Modes de transferts de la chaleur :</p> <p>Conduction Rayonnement thermique Convections naturelle et forcée</p> <p>Etudes de cas et problèmes avec échanges de chaleur multimodes</p> <p>Un projet plus ambitieux sera réalisé par binôme, avec utilisation du logiciel Abaqus employé aussi en modélisation numérique.</p> <p><i>Heat transfer modes: Conduction Thermal radiation Natural and forced convection</i></p> <p><i>Case studies and problems involving multi-mode heat transfer</i></p> <p><i>A more ambitious project will be carried out in pairs, using Abaqus software for numerical modeling.</i></p>
<b>Méthodes et/ou moyens numériques</b>	<p>Moyens :</p> <p>Calculs de thermique analytiques, par la méthode des éléments finis avec Abaqus et par différences finies Etudes de cas simples en séances de TD Projet final en binôme avec moyens numériques</p> <p><i>Means:</i></p> <p><i>Analytical thermal calculations, using the finite element method with Abaqus and finite differences.</i></p> <p><i>Simple case studies in TD sessions</i></p> <p><i>Final project in pairs with digital means</i></p>

## Prérequis pour l'EC

<b>Prérequis</b>	<p>Analyse vectorielle, connaissances de base d'Excel et d'Abaqus</p> <p><i>Vector analysis, basic knowledge of Excel and Abaqus</i></p>
------------------	--

## Travail personnel hors présentiel

<b>Volume horaire</b>	<p>Cliquez ici et entrez le nombre d'heures de travail personnel 2 à 4 Heures</p>
<b>Type de travail</b>	<p>Rédaction d'un rapport d'étude par binôme, qui sera le livrable noté</p>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

*Drafting of a study report for each pair, which will be the graded deliverable.*

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## *Ressources bibliographiques*

J-F. Sacadura et al., Initiation aux transferts thermiques, Technique et Documentation, Paris, 1993

F.P. Incropera, D.P. Dewitt, Fundamentals of heat and mass transfer, John Wiley & Sons, New York, 2011

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0743A
Code UE	IGENI-UE0704A
Coefficient interne à l'EC	1,2

Coordinateur ENIT de l'EC	JP Faye
---------------------------	---------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Modélisation numérique <i>Digital modeling</i>
Nom(s) du/des enseignant(s)	JP Faye

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	8 H
	TD	4 H
	TP	6 H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>18 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>Les étudiants apprentis seront capables d'élaborer un modèle numérique complet simple, de dialoguer avec des spécialistes et de comprendre un rapport technique créé à partir d'un logiciel de calculs par éléments finis.</p> <p><i>Apprentice students will be able to build a simple full numerical model, interact with specialists and understand a technical report created using finite element software.</i></p>
---------------	---

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*RAP1/1)
----------------------	------------

## Langue d'enseignement

Langue	Français/French
--------	-----------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

### Objectifs généraux

L'objectif principal de l'EC est d'acquérir les compétences nécessaires à l'utilisation d'outils numériques. Dimensionner des structures ou ensembles mécaniques industriels.

*The main objective of the CE is to acquire the skills needed to use numerical tools. Dimension industrial structures or mechanical assemblies.*

### Contenus

I. Méthodes de calculs numériques utilisées en bureau d'études. Panorama des diverses méthodes de calculs à disposition de l'ingénieur : éléments finis, volumes finis, différences finies, éléments de frontière, techniques sans maillage, etc. Résolution numérique des équations aux dérivées partielles, discrétisation

II. Introduction à la méthode des éléments finis. Formulation théorique, systèmes matriciels et interpolation, matrices élémentaires. Assemblage, conditions aux limites, résolution. Phases de calculs de la méthode des éléments finis

III. Etude par complexité progressive à partir de cas réels. Choix du modèle approprié : espace de travail, type d'éléments finis, etc. Maillage adaptatif, calcul linéaire puis calculs non linéaires avec Abaqus. Calculs en statique avec grands déplacements, plasticité et contact. Dynamique des structures sur base modale et par intégration directe

IV. Calculs avancés : exemples de cas d'études fournis. Dynamique explicite, couplage Euler Lagrange, interactions fluide-structure. Mini-projet final avec rapport de calculs Abaqus

*I. Numerical calculation methods used in the design office. Overview of the various calculation methods available to the engineer: finite elements, finite volumes, finite differences, boundary elements, meshless techniques, etc. Numerical resolution of partial differential equations, discretization, etc.*

*II. Introduction to the finite element method. Theoretical formulation, matrix systems and interpolation, elementary matrices. Assembly, boundary conditions, resolution. Calculation phases of the finite element method.*

*III. Progressive complexity study based on real cases. Choice of appropriate model: workspace, type of finite elements, etc. Adaptive meshing, linear calculation then non-linear calculations with Abaqus. Static calculations with large displacements, plasticity and contact. Structural dynamics on a modal basis and by direct integration.*

*IV. Advanced calculations: case studies provided. Explicit dynamics, Euler-Lagrange coupling, fluid-structure interactions. Final mini-project with Abaqus calculation report*

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Méthodes et/ou moyens pédagogiques

Après une courte présentation générale et théorique, des cas d'études sont utilisés pour illustration : cas en statique, en dynamique, avec des modèles linéaires puis non linéaires.  
Un projet est réalisé en binôme, sur l'un des trois thèmes proposés : génie civil, aéronautique ou automobile. Un rapport d'étude sera le livrable permettant la notation de l'EC.  
Les apprentis vont élaborer ces modèles avec le logiciel Abaqus, dont ils connaîtront les fonctionnalités de base.

*After a short general and theoretical presentation, case studies are used for illustration: static and dynamic cases, with linear and then non-linear models.*

*A project is carried out in pairs, on one of three themes: civil engineering, aeronautics or automotive. The deliverable for grading the CE is a study report.*

*Apprentices will develop these models using Abaqus software, whose basic functions they will be familiar with.*

## Prérequis pour l'EC

### Prérequis

Mécanique des milieux continus, RDM, analyse statique

*Continuum mechanics, RDM, static analysis*

## Travail personnel hors présentiel

### Volume horaire

2 à 4 Heures

### Type de travail

Rédaction d'un rapport par binôme

*Report writing in pairs*

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## *Ressources bibliographiques*

De nombreuses références existent dans la littérature technique, citons entre autres :

1. La **méthode des éléments finis** - Tome 1 - De la théorie à la pratique - Concepts généraux (Patrick Ciarlet, Eric Lunéville) ...
2. Introduction à la **méthode des éléments finis** - Cours et exercices corrigés (Jean-Christophe Cuillière)
3. Etc.

## Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

<b>Code UE</b>	IGENI-UE0705A
<b>Crédits ECTS</b>	6
<b>Coefficient interne à l'UE</b>	5,6

### Présentation de l'UE

<b>Nom de l'UE</b>	INGENIEUR ET COMMUNICATION
<b>Nom(s) du/des enseignant(s)</b>	Maher Baili, Stéphane Barthe, Pierre-Antoine Coicaud, Jérôme Colombani, Marie-Andrée Liet, Bernard Lorrain, Rosemary Palliser, Patrice Ransan

<b>Volume Horaire/Format</b>	<b>Format</b>	<b>Heures</b>
	CM	0 H
	TD	84 H
	TP	0 H
	Projet encadré	0 H
	Projet en autonomie	0 H
	<b>Total</b>	<b>84 heures</b>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Thèmes et Objectifs de la formation visés

### Principaux thèmes abordés

**Marketing industriel** : produit, cycle de vie, notions de cible de filière, étude de marché, analyse de la concurrence, marketing mix.

**Communication** : Analyse transactionnelle, programmation neurolinguistique, communication non-violente.

**Economie Gestion** : bases de la comptabilité générale, analyse financière, choix d'investissement.

**Anglais** : aspects linguistiques et culturels en lien avec le monde du travail et la vie de l'entreprise.

***Industrial marketing** : product, life cycle, concepts of channel marketing, market research, competitor analysis, marketing mix.*

***Communication** : Transactional analysis, neuro-linguistic programming, non-violent communication.*

***Economic management** : basics of general accounting, financial analysis, investment choices.*

***English** : linguistic and cultural aspects relating to the world of work and corporate life.*

### Principaux objectifs généraux visés

**Marketing industriel** : être capable de rédiger le cahier des charges pour la mise en place d'une démarche marketing dans une entreprise. Savoir évaluer la qualité et l'intérêt des résultats obtenus. Être capable d'appliquer les informations obtenues à la problématique rencontrée.

**Valorisation de l'entreprise** : savoir rédiger un rapport, savoir faire une présentation orale, maîtriser le vocabulaire technique ; respecter les consignes.

**Communication** : Avoir des notions d'AT, de PNL et de CNV afin d'élargir leur compréhension du processus communicationnel ; développer les compétences communicationnelles (dont managériales) des étudiants à travers l'étude de nouveaux concepts offrant une autre approche de la communication.

**Économie Gestion** : Comprendre la logique et les principes comptable et financiers ; acquérir le vocabulaire comptable et financier de base afin de pouvoir échanger avec les spécialistes sur de bases constructives et éclairées ; être capable de mettre en œuvre un diagnostic financier et d'étudier la rentabilité de projets d'investissement.

**Anglais** : la maîtrise de la communication orale et écrite afin de permettre aux élèves-ingénieurs de gagner en cohérence et en efficacité

***Industrial marketing** : be able to draw up the specifications for implementing a marketing approach in a company; be able to assess the quality and relevance of the results obtained; be able to apply information obtained to the problems encountered.*

***Industrial experience** : be able to: write a report, give an oral presentation, master technical vocabulary and comply with instructions.*

***Communication** : Learn about TA, NLP and NVC to broaden understanding of the communication process; develop communication skills (including managerial skills) through the study of new concepts offering a different approach to communication.*

***Economic management** : understand the logic and principles of accounting and finance; acquire the basic accounting and financial vocabulary so as to be able to discuss matters with specialists on a constructive and informed basis; be able to carry out a financial analysis and study the profitability of investment projects.*

***English** : the mastery of oral and written communication in order to enable student engineers to become more coherent and efficient.*

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Acquis d'apprentissage visés

### Compétence(s)

**Marketing industriel** : l'étudiant doit être capable d'utiliser les outils du marketing pour améliorer la conception et la vente des produits et services sur lesquels il doit travailler.

**Valorisation de l'entreprise** : l'étudiant doit être capable de mettre en pratique les acquis de communication lors d'une soutenance orale, et la maîtrise du vocabulaire technique. Il doit savoir mettre en avant sa progression dans son activité dans l'entreprise.

**Communication** : à l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera capable de décoder des schémas relationnels insatisfaisants et mobiliser de nouvelles ressources pour agir de manière appropriée vis-à-vis des autres et du contexte

**Économie Gestion** : à l'issue de cet enseignement, les étudiants seront en mesure de : interagir de façon constructive avec les décideurs de l'entreprise sur les aspects financiers de la vie de l'entreprise ; de comprendre et d'établir une analyse financière de base ; d'étudier la rentabilité d'un investissement.

**Anglais** : A l'issue de cet EC, les élèves-ingénieurs seront capables de faire preuve d'une meilleure autonomie linguistique et d'une aptitude à interagir et travailler en contexte international.

**Industrial marketing** : students should be able to use marketing tools to improve the design and sale of the products and services they work on.

**Industrial experience** : students should be able to show proven communication skills during an oral presentation, along with their mastery of technical vocabulary. They must be able to highlight their progress in the company.

**Communication** : students will be able to decipher unsatisfactory relational patterns and mobilise new resources to act appropriately in relation to others and the context.

**Economic management** : students will be able to: interact constructively with company decision-makers on the financial aspects of company life; understand and draw up a basic financial analysis; study the profitability of an investment.

**English** : students will be able to demonstrate greater linguistic autonomy and the ability to interact and work in an international context.

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0751A
Code UE	IGENI-UE0705A
Coefficient interne à l'EC	2,1

Coordinateur ENIT de l'EC	Stéphane BARTHE
---------------------------	-----------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	LV1-Anglais
Nom(s) du/des enseignant(s)	Stéphane BARTHE - Melanie HILLS - Rosemary PALLISER

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	H
	TD	32 H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>32 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>Ce module vise à développer les compétences en communication orale et écrite en anglais dans un contexte professionnel. Il permet aux étudiants d'acquérir les techniques essentielles pour structurer et présenter efficacement des idées en anglais, en s'appuyant sur des expériences professionnelles ou de mobilité internationale.</p> <p><i>This module aims to develop oral and written communication skills in English in a professional context. It enables students to acquire the essential techniques for structuring and presenting ideas effectively in English, based on professional experience or international mobility.</i></p>
---------------	--

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*CC1)/1
----------------------	-----------

## Langue d'enseignement

Langue	Anglais/English
--------	-----------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

### Objectifs généraux

L'objectif est de préparer les futurs ingénieurs à **intégrer efficacement un environnement professionnel international**, en leur permettant de **communiquer avec aisance dans un contexte technique et managérial**.

- **Connaissances (Domaine cognitif)**
  - Connaître le vocabulaire spécifique à l'ingénierie et aux environnements professionnels anglophones.
  - Comprendre les structures grammaticales essentielles en vue de les réinvestir
  - Avoir des notions de communication interculturelle en contexte professionnel.
- **Savoir-faire (Domaine pragmatique)**
  - Savoir traiter, analyser et restituer de l'information en langue anglaise.
  - Présenter / exposer une expérience professionnelle ou de mobilité internationale de manière claire et structurée en anglais.
  - Participer activement à une présentation professionnelle en anglais.
  - Exploiter des ressources en anglais (articles de presse, pages de sites internet, vidéos professionnelles, etc..) pour approfondir ses connaissances.
- **Savoir-être (Domaine affectif)**
  - Être conscient de l'importance de l'anglais dans le monde professionnel et industriel.
  - Développer une attitude proactive dans l'apprentissage et l'amélioration continue de ses compétences linguistiques.
  - Avoir conscience des différences culturelles et savoir s'adapter aux contextes internationaux.

*The aim is to prepare future engineers to integrate effectively into an international professional environment, by enabling them to communicate with ease in a technical and managerial context.*

- **Knowledge (Cognitive domain)**
  - *Knowing the vocabulary specific to engineering and English-speaking professional environments.*
  - *Understand essential grammatical structures with a view to reusing them.*
  - *Understand intercultural communication in a professional context.*
- **Skills (Pragmatics)**
  - *Be able to process, analyse and present information in English.*
  - *Present/explain a professional or international mobility experience in a clear and structured way in English.*
  - *Take an active part in a professional presentation in English.*
  - *Use English resources (press articles, website pages, professional videos, etc.) to extend his/her knowledge.*
- **Personal skills (Affective domain)**
  - *Be aware of the importance of English in the professional and industrial world.*
  - *Develop a proactive attitude to learning and continually improving their language skills.*
  - *Be aware of cultural differences and know how to adapt to international contexts.*

### Contenus

#### Anglais des affaires

- Introduction aux techniques de présentation de présentation en anglais
- Importance des compétences de présentation dans le contexte professionnel international
- Les fondamentaux d'une présentation efficace (structure, clarté et impact visuel)
- Introduction à la méthode STAR pour évoquer un contexte professionnel et une problématique, les objectifs, les missions confiées, les étapes et les initiatives entreprises, les résultats mesurables et apprentissages tirés
- Analyse des expériences du Semestre 6 (Stage en entreprise ou de mobilité internationale)
- Travail sur la prise de parole en public
- Conception d'un support de communication adapté aux enjeux de la présentation en mode STAR
- Exercices de mise en situation

#### Anglais général

- En fonction des séances, les enseignants peuvent être amenés à proposer des activités relevant de l'anglais général.

#### Business English

- *Introduction to presentation skills in English*
- *The importance of presentation skills in the international business context*
- *The fundamentals of an effective presentation (structure, clarity and visual impact)*
- *Introduction to the STAR method for presenting a professional context and an issue, objectives, assignments, stages and initiatives undertaken, measurable results and lessons learnt.*

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Analysis of Semester 6 experiences (work placement or international mobility)</i></li> <li>• <i>Work on public speaking</i></li> <li>• <i>Design of a communication tool adapted to the challenges of the STAR mode presentation</i></li> <li>• <i>Situational exercises</i></li> </ul> <p><b>General English</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Teachers may propose activities relating to everyday English.</i></li> </ul>
<b>Méthodes et/ou moyens pédagogiques</b>	<p>Pour l'enseignement de l'anglais en semestre 7 en Ecole Nationale d'ingénieurs, conformément aux exigences de la <b>Commission des Titres d'Ingénieur (CTI)</b>, les méthodes pédagogiques doivent privilégier une <b>approche professionnalisante et communicative</b>, avec un fort accent sur <b>l'expression orale en contexte professionnel</b>, c'est justement l'ambition du cours du M1.1</p> <p>Le programme d'enseignement inclut des <b>techniques avancées de présentation en lien avec la méthode STAR</b> (<i>Situation, Task, Action, Result</i>), les moyens et méthodes pédagogiques les plus adaptés sont ceux qui relèvent de l'approche actionnelle, communicative et interactive.</p> <p><i>In accordance with the requirements of the Commission des Titres d'Ingénieur (CTI), the teaching methods used to teach English in semester 7 at the Ecole Nationale d'Ingénieurs must give priority to a professional and communicative approach, with a strong emphasis on oral expression in a professional context. This is precisely the aim of the M1 course1.</i></p> <p><i>The teaching programme includes advanced presentation techniques in line with the STAR method (Situation, Task, Action, Result), and the most suitable teaching methods and resources are those based on the action-oriented, communicative and interactive approach.</i></p>

## Prérequis pour l'EC

<b>Prérequis</b>	<p>Niveau B2 au CECR.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Connaissance de base de la grammaire élémentaire et du lexique général et technique simple</li> </ul> <p>B2 level on CEFR.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Basic knowledge of elementary grammar and simple general and technical vocabulary.</li> </ul>
------------------	--

## Travail personnel hors présentiel

<b>Volume horaire</b>	<b>10 Heures</b>
<b>Type de travail</b>	<p><b>Travail individuel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Apprentissage pour le cours suivant du cours précédent (<i>points de grammaire, structures et lexique</i>)</li> <li>– Exercices lacunaires</li> <li>– Préparation autonome - structuration du rédactionnel</li> </ul> <p><b>Travail collaboratif</b> Séances déterminées par les enseignants</p> <p><b>Individual work</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Learning the previous lesson (grammar points, structures and vocabulary) for the next lesson</i></li> <li>– <i>Exercises with gaps</i></li> <li>– <i>Independent preparation - structuring the writing</i></li> </ul> <p><b>Collaborative work</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Sessions determined by the teachers</i></li> </ul>

## Ressources bibliographiques

& Supports pédagogiques distribués par les enseignants

: Webographie : ressources pédagogiques en ligne fournies par les enseignants.

Teaching materials distributed by teachers

Webography: online teaching resources provided by teachers.

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0752A
Code UE	IGENI-UE0705A
Coefficient interne à l'EC	0,8

Coordinateur ENIT de l'EC	Patrice Ransan
---------------------------	----------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Communication
Nom(s) du/des enseignant(s)	Patrice Ransan

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	H
	TD	12 H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>12 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>A l'issue de cet EC, l'étudiant sera capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Décoder des schémas relationnels insatisfaisants</li> <li>- Mobiliser de nouvelles ressources pour agir de manière appropriée vis-à-vis des autres et du contexte</li> </ul> <p>At the end of this CE, students will be able to :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Decode unsatisfactory relational patterns</li> <li>- Mobilize new resources to act appropriately in relation to others and the context.</li> </ul>
---------------	---

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*CC1)/1
----------------------	-----------

## Langue d'enseignement

Langue	Français/French
--------	-----------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

<b>Objectifs généraux</b>	<p>Avoir des notions d'AT, de PNL et de CNV afin d'élargir leur compréhension du processus communicationnel Développer les compétences communicationnelles (dont managériales) des étudiants à travers l'étude de nouveaux concepts offrant une autre approche de la communication</p> <p><i>acquire notions of TA, NLP and NVC to broaden their understanding of the communication process Develop students' communication skills (including managerial skills) through the study of new concepts offering a different approach to communication</i></p>
<b>Contenus</b>	<p>Cours 1 : Présentation des thèmes de travail :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse Transactionnelle</li> <li>- Programmation Neuro Linguistique</li> <li>- Communication NonViolente</li> </ul> <p>Cours 2 à 4 : Travail de groupe appropriation des concepts Cours 5&amp;6 : Présentations orales, mises en situation</p> <p><i>Lesson 1: Introduction to the themes of work :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Transactional analysis</i></li> <li>- <i>Neuro Linguistic Programming</i></li> <li>- <i>Non-Violent Communication</i></li> </ul> <p><i>Lessons 2 to 4: Group work on appropriating concepts Lessons 5&amp;6: Oral presentations, role-playing exercises</i></p>
<b>Méthodes et/ou moyens pédagogiques</b>	<p>Classe inversée Vérification de l'appropriation des concepts</p> <p><i>Flipped classroom Verification of concept appropriation</i></p>

## Prérequis pour l'EC

<b>Prérequis</b>	<p>Cours de communication de S5 apprentis S5 apprentice communication lesson</p>
------------------	--

## Travail personnel hors présentiel

<b>Volume horaire</b>	<p style="text-align: right;">4 Heures</p>
<b>Type de travail</b>	<p>Acquisition de savoirs / savoirs faire Préparation de soutenance</p> <p><i>Acquisition of knowledge and skills Presentation preparation</i></p>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## *Ressources bibliographiques*

Ouvrages sur les thèmes proposés

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0753A
Code UE	IGENI-UE0705A
Coefficient interne à l'EC	0,3

Coordinateur ENIT de l'EC	Cliquez ici et entrez le nom du coordinateur
---------------------------	--

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Valorisation de l'alternance
Nom(s) du/des enseignant(s)	Maher Baili, Bernard Lorrain, Marie-Andrée Liet, Patrice Ransan

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	H
	TD	4 H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>4 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>À l'issue de cet EC, les étudiants seront en mesure de mettre en pratique leurs compétences en communication lors d'une soutenance orale en utilisant un vocabulaire technique, et de valoriser leur progression dans leurs activités professionnelles.</p> <p><i>At the end of this course, students will be able to put their communication skills into practice in an oral presentation using a technical vocabulary, and showcase their progress in their professional activities.</i></p>
---------------	---

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*PJ1)/1
----------------------	-----------

## Langue d'enseignement

Langue	Français/French
--------	-----------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

<b>Objectifs généraux</b>	<p>Savoir rédiger un rapport Savoir faire une présentation orale Maîtriser le vocabulaire technique Respecter les consignes</p> <p><i>How to write a report Give an oral presentation master technical vocabulary Respect instructions</i></p>
<b>Contenus</b>	
<b>Méthodes et/ou moyens pédagogiques</b>	<p>Soutenance orale avec remarques tant sur la présentation orale que sur la construction du rapport. Utilisation des outils informatiques</p> <p><i>Oral defense with comments on both the oral presentation and the construction of the report. Use of IT tools</i></p>

## Prérequis pour l'EC

<b>Prérequis</b>	<p>Cours de communication</p> <p><i>Communication course</i></p>
------------------	--

## Travail personnel hors présentiel

<b>Volume horaire</b>	<p>4 Heures</p>
<b>Type de travail</b>	<p>Préparation de rapport et de soutenance</p> <p><i>Preparation of report and presentation</i></p>

## Ressources bibliographiques

Cliquez ici et entrez les ressources bibliographiques

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0754A
Code UE	IGENI-UE0705A
Coefficient interne à l'EC	

Coordinateur ENIT de l'EC	Patrice Ransan
---------------------------	----------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Economie Gestion Economics Management
Nom(s) du/des enseignant(s)	Patrice Ransan

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	H
	TD	24 H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>24 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>A l'issue de cet EC, les étudiants seront en mesure :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– D'interagir de façon constructive avec les décideurs de l'entreprise sur les aspects financiers de la vie de l'entreprise.</li> <li>– De comprendre et d'établir une analyse financière de base</li> <li>– D'étudier la rentabilité d'un investissement</li> </ul>
	<p>At the end of this CE, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Interact constructively with corporate decision-makers on the financial aspects of corporate life.</li> <li>– Understand and draw up a basic financial analysis.</li> <li>– Study the profitability of an investment</li> </ul>

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*CC1)/1
----------------------	-----------

## Langue d'enseignement

Langue	Français/French
--------	-----------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

### Objectifs généraux

Comprendre la logique et les principes comptable et financiers.  
Acquérir le vocabulaire comptable et financier de base afin de pouvoir échanger avec les spécialistes sur de bases constructives et éclairées.  
Être capable de mettre en œuvre un diagnostic financier et d'étudier la rentabilité de projets d'investissement

*Understand accounting and financial logic and principles.  
Acquire the basic accounting and financial vocabulary required for constructive and informed discussions with specialists.  
Be able to carry out a financial diagnosis and study the profitability of investment projects.*

### Contenus

Première partie : Comptabilité générale (durée : 8h)  
Chapitre 1 : la comptabilité : histoire, fonctions  
Chapitre 2 : Des flux aux comptes  
Chapitre 3 : Les documents de synthèse  
Chapitre 4 : Points particuliers

Deuxième partie : Analyse financière (Durée : 8h)  
Chapitre 1 : L'analyse du compte de résultat  
Chapitre 2 : L'analyse du bilan

Troisième partie : Choix d'investissement (Durée : 8h)  
Chapitre 1 : Actualisation Capitalisation Emprunts (éléments de mathématiques financières)  
1. Définitions préalables  
2. Capitalisation  
3. Actualisation  
4. Financement externe par l'emprunt  
Chapitre 2 : Choix d'investissement  
1. Complexité de la décision  
2. Typologie des situations  
3. Critères économiques de choix d'investissement en univers certain

*Part I: General accounting (duration: 8h)  
Chapter 1: Accounting: history and functions  
Chapter 2: From flows to accounts  
Chapter 3: Summary documents  
Chapter 4: Special points*

*Part Two: Financial analysis (duration: 8h)  
Chapter 1: Income statement analysis  
Chapter 2: Balance sheet analysis*

*Part Three: Investment Choices (8h)  
Chapter 1: Discounting Capitalization Borrowing (elements of financial mathematics)  
1. Preliminary definitions  
2. Capitalization  
3. Discounting  
4. External debt financing  
Chapter 2: Investment choices  
1. Decision complexity  
2. Typology of situations  
3. Economic criteria for choosing an investment in a certain universe*

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Méthodes et/ou moyens pédagogiques

Apport de connaissances, réflexion sur la logique comptable, étude de cas, confrontation à leur vécu en entreprise

*Contribution of knowledge, reflection on accounting logic, case studies, comparison with their business experience*

## Prérequis pour l'EC

### Prérequis

## Travail personnel hors présentiel

### Volume horaire

8 Heures

### Type de travail

Exercices, révisions, collecte d'information en entreprise

*Exercises, revision, information gathering in the workplace*

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## *Ressources bibliographiques*

Ouvrages de STMG (compta géné), de DCG (compta analytique, choix d'investissements)

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0755A
Code UE	IGENI-UE0705A
Coefficient interne à l'EC	0,8

Coordinateur ENIT de l'EC	Jérôme Colombani
---------------------------	------------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Marketing industriel
Nom(s) du/des enseignant(s)	Jérôme Colombani

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	H
	TD	12 H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	Total	12 heures

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>A l'issue de l'EC, les étudiants seront capables de rédiger le cahier des charges pour la mise en place d'une démarche marketing dans une entreprise. Ils sauront évaluer la qualité et l'intérêt des résultats obtenus. Ils pourront appliquer les informations obtenues à la problématique rencontrée.</p> <p><i>At the end of the CE, students will be able to draw up specifications for the implementation of a marketing approach in a company. They will be able to assess the quality and relevance of the results obtained. They will be able to apply the information obtained to the problems encountered.</i></p>
---------------	--

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*CC1)/1
----------------------	-----------

## Langue d'enseignement

Langue	Français/French
--------	-----------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

<b>Objectifs généraux</b>	<p>Comprendre les bases du Marketing Industriel et de sa spécificité, Savoir identifier le champ d'action correspondant (possibilités et limites), Avoir conscience des moyens nécessaires pour évaluer une action de marketing dans une entreprise, Réaliser la rédaction du cahier des charges marketing, Etre capable de proposer la méthodologie à suivre pour mener une étude, Savoir faire l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus.</p> <p><i>Understand the basics of Industrial Marketing and its specificities, Know how to identify the corresponding field of action (possibilities and limits), Be aware of the means required to evaluate a marketing action within a company, Draw up marketing specifications, Be able to propose the methodology to be followed in carrying out a study, Know how to analyze and interpret the results obtained.</i></p>
<b>Contenus</b>	<p>L'intervention est structurée en parties:</p> <p>1 - 4h de présentation du Marketing Industriel avec les principaux outils à connaître par l'Ingénieur qui veut comprendre et analyser un marché.</p> <p>2 - 8h d'études de cas traitées pour certaines en groupe permettant à partir de situations réelles, d'établir un cahier des charges et une méthodologie adaptée à l'obtention des résultats qui permettront une prise de décision.</p> <p><i>The course is structured in parts:</i></p> <p><i>1 - 4h presentation of Industrial Marketing, with the main tools required by engineers wishing to understand and analyze a market.</i></p> <p><i>2 - 8 hours of case studies, some of which are dealt with in groups, enabling participants to draw up specifications and a methodology adapted to obtaining results that will enable them to make decisions.</i></p>
<b>Méthodes et/ou moyens pédagogiques</b>	<p>L'enseignement est composé d'une partie théorique et d'une partie applicative (individuellement puis en groupe). La dernière étude traitée en groupe est évaluée.</p> <p><i>Teaching consists of a theoretical part and an application part (individually and then in groups). The final group study is assessed.</i></p>

## Prérequis pour l'EC

<b>Prérequis</b>	<p>Connaissances en économie d'entreprise intéressantes pour aborder le cours.</p> <p><i>Interesting knowledge of business economics to tackle the course.</i></p>
------------------	--

## Travail personnel hors présentiel

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

<b>Volume horaire</b>	4 Heures
<b>Type de travail</b>	Révision du cours entre les séances et préparation des études de cas <i>Reviewing the course between sessions and preparing case studies</i>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## *Ressources bibliographiques*

Michael Porter, L'avantage concurrentiel - Interéditions

Bertrand Saporta, Le Marketing industriel - Eyrolles Management - Marketing

Philippe Malaval, Marketing Business to Business - Publi Union.

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0756A
Code UE	IGENI-UE0705A
Coefficient interne à l'EC	2,1

Coordinateur ENIT de l'EC	Pierre-Antoine COICAUD
---------------------------	------------------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	LV1-Anglais Préparation TOEIC
Nom(s) du/des enseignant(s)	Rosemary PALLISER, Stéphane BARTHE, Pierre-Antoine COICAUD

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	H
	TD	32 H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>32 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>A l'issue de cet enseignement, un étudiant sera capable :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- d'atteindre le niveau minimal en anglais (B2 du CECRL) requis par la Commission des Titres d'Ingénieur et certifié par un organisme reconnu et extérieur à l'école.</li> <li>- parler de son expérience professionnelle (fonction en entreprise) de manière formelle.</li> </ul>
	<p><i>Training for oral presentations.</i></p> <p><i>By the end of the course, a student should be able to:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- achieve the minimum level of English (B2 on the Common European Framework of Reference) required by the CTI (French Engineering Accreditation Institution) with certification from an external examination board.</li> <li>- talk about their professional experience (job in a company) in a formal style.</li> </ul>

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*CC1)/1
----------------------	-----------

## Langue d'enseignement

Langue	Anglais/English
--------	-----------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

<b>Objectifs généraux</b>	<p>Préparation au test TOEIC et pratique de la rédaction et des présentations orales.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– consolidation des bases grammaticales et syntaxiques pour le TOEIC ;</li><li>– perfectionnement du vocabulaire courant et spécifique ;</li><li>– entraînements à chaque section du test avec corrections commentées des exercices ;</li><li>– tests blancs pour vérifier les compétences langagière ;</li><li>– présentation orale de leur entreprise et de leurs fonctions au sein de celle-ci (utilisation d'aides visuelles).</li></ul> <p><i>Preparation course for the TOEIC test (Listening and Reading comprehension).</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– revision of grammar skills and functions of the language needed for the TOEIC test;</li><li>– revision of basic and advanced vocabulary;</li><li>– practice with exercises and keys of all parts of the TOEIC test;</li><li>– mock TOEIC tests to measure language proficiency;</li><li>– oral presentation of their company and functions within the company (using visual aids).</li></ul>
<b>Contenus</b>	<p>3 TOEIC Blancs (2h chacun) sont répartis sur le semestre.</p> <p><i>3 TOEIC Blanks (2 hours each) are scheduled throughout the semester.</i></p>
<b>Méthodes et/ou moyens pédagogiques</b>	

## Prérequis pour l'EC

<b>Prérequis</b>	<p>Connaissances grammaticales et lexicales des semestres précédents.</p> <p><i>Grammatical and lexical knowledge from previous semesters.</i></p>
------------------	--

## Travail personnel hors présentiel

<b>Volume horaire</b>	1 à 2 Heures
<b>Type de travail</b>	<p>Révision des cours et travail sur une plateforme en ligne de préparation au TOEIC.</p> <p><i>Review courses and work on an online TOEIC preparation platform.</i></p>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## *Ressources bibliographiques*

- J. Marcelin, F. Faivre, C. Garner, M. Ratie, Le Robert et Nathan Grammaire de l'Anglais, Nathan, 2009.
- L. Langlois et C. Jones, Pratique des temps et verbes anglais, Fonctionnement, exemples, erreurs à éviter, Ellipses, 2016.

## Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code UE	IGENI-UE0706AB
Crédits ECTS	4
Coefficient interne à l'UE	4,4

### Présentation de l'UE

Nom de l'UE	OPTION BATIMENT ET TRAVAUX PUBLICS
Nom(s) du/des enseignant(s)	F. Duco, P. Ousset, M. Fazzini, H. Weleman

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	30 H
	TD	20 H
	TP	16 H
	Projet encadré	0 H
	Projet en autonomie	0 H
	<b>Total</b>	<b>66 heures</b>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Thèmes et Objectifs de la formation visés

<b>Principaux thèmes abordés</b>	<p>L'option Bâtiment et Travaux Publics vise à faciliter l'intégration des ingénieurs ENIT généralistes dans ce secteur d'activité. Pour cela, elle se base sur la formation polyvalente de l'école en Génie Mécanique et Génie Industriel et offre aux étudiants un champ de compétences complémentaires en Génie Civil au travers d'Unités d'Enseignements spécifiques à ce domaine. Cette UE est ainsi spécifiquement dédiée aux matériaux, techniques et organisations du secteur du BTP.</p> <p><i>The Building and Civil Engineering option is designed to facilitate the integration of generalist ENIT engineers into this sector. To achieve this, it builds on the school's multi-faceted training in Mechanical Engineering and Industrial Engineering, and offers students a range of complementary skills in Civil Engineering through teaching units specific to this field. This UE is specifically dedicated to materials, techniques and organizations in the construction sector.</i></p>
<b>Principaux objectifs généraux visés</b>	<p>Cette Unité d'Enseignement a pour objectif d'étendre les bases essentielles de la conception, du dimensionnement et de la réalisation au cas des structures métalliques. Elle vise également à présenter les spécificités des matériaux sols et à connaître les outils de mécanique permettant d'analyser ces milieux poreux. Une initiation au Dessin Assisté par Ordinateur sera également proposée associée à une présentation de l'organisation de travaux sur des chantiers.</p> <p><i>The aim of this teaching unit is to extend the essential fundamentals of design, dimensioning and construction to the case of steel structures. It also aims to present the specific characteristics of soil materials, and to introduce the mechanical tools needed to analyse these porous media. An introduction to computer-aided drafting will also be offered, together with a presentation of the organization of work on construction sites.</i></p>

## Acquis d'apprentissage visés

<b>Compétence(s)</b>	<p>Les étudiants connaîtront les principes de la réglementation européenne en matière de conception et dimensionnement structurel (Eurocodes) et seront en mesure de les appliquer au cas des éléments et structures métalliques. Ils sauront également utiliser des outils de simulation numérique pour l'analyse structurelle et le dessin technique. Ils acquerront enfin des connaissances concernant les outils de la mécanique appliqués au cas des sols.</p> <p><i>Students will be know the principles of European regulations on structural design and dimensioning (Eurocodes), and will be able to apply them to metallic elements and structures. They will also be able to use digital simulation tools for structural analysis and technical drawing. Finally, they will acquire knowledge of the tools of mechanics applied to the case of soils.</i></p>
----------------------	--

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0761AB
Code UE	IGENI-UE0706AB
Coefficient interne à l'EC	1,5

Coordinateur ENIT de l'EC	Fabien DUCO
---------------------------	-------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Construction Métallique
Nom(s) du/des enseignant(s)	Fabien DUCO

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	12 H
	TD	10 H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>22 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>À l'issue de l'enseignement, les étudiants seront capables, en s'appuyant sur les propriétés de l'acier et sur les <b>impacts environnementaux associés à la réalisation de structures métalliques (production des matériaux, impacts en phase chantier et traitement en fin de vie)</b>, d'argumenter le choix d'une construction acier pour un bâtiment donné. Ils seront également en mesure de dimensionner à l'Eurocode 3 un élément soumis à une sollicitation de traction/compression ou de cisaillement et/ou de flexion. Enfin, ils sauront utiliser des outils de simulation numérique pour l'analyse structurelle et l'optimisation de structures en acier.</p>
	<p><i>On completion of the course, students will be able to use the properties of steel and <b>the environmental impacts associated with the construction of steel structures (production of materials, impacts during the construction phase and end-of-life treatment)</b> to justify the choice of steel construction for a given building. They will also be able to use Eurocode 3 to design a component subjected to tensile/compressive, shear and/or flexural stress. Finally, they will be able to use digital simulation tools for the structural analysis and optimisation of steel structures.</i></p>

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*PJ1)/1
----------------------	-----------

## Langue d'enseignement

Langue	Français/French
--------	-----------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

### Objectifs généraux

- Connaître les propriétés de l'acier, avoir des notions de son impact environnemental et argumenter le choix d'une construction acier pour un bâtiment donné.  
Analyser le fonctionnement d'une structure métallique simple.  
Produire des plans numériques de constructions métalliques.  
Concevoir et dimensionner une structure métallique simple et ses assemblages avec le logiciel *ROBOT Structural Analysis Professional*.
- Contrôler le dimensionnement à l'Eurocode 3 d'un élément soumis à une sollicitation de traction/compression, de cisaillement et/ou flexion.
- Dimensionner à l'Eurocode 3 un élément soumis à une sollicitation de traction/compression, de cisaillement et/ou flexion.
- *Know the properties of steel, understand its environmental impact and argue for the choice of steel construction for a given building;- Analyse the operation of a simple steel structure;- Produce digital drawings of steel structures*
- *Design and dimension a simple steel structure and its assemblies using ROBOT Structural Analysis Professional software.*
- *Check the Eurocode 3 dimensioning of a member subjected to tensile/compressive, shear and/or bending stress.*
- *Check the Eurocode 3 design of a member subjected to tensile/compressive, shear and/or bending stresses.*
- *Check the Eurocode 3 design of a member subjected to tensile/compressive, shear and/or bending stress.*

### Contenus

#### Chapitre 1 : 3h (CM)

##### Introduction à la construction métallique

- 1.1. Économie du secteur
- 1.2. Exemples d'ouvrages métalliques et structures à câbles
- 1.3. Terminologie des constructions métalliques
- 1.4. Intérêts et limites de cette solution constructive

#### Chapitre 2 : 2h (CM)

##### Aciers et profilés métalliques

- 2.1. Types d'appuis/ancrages (articulés, encastrés) et contraintes associées
- 2.2. Types de structures (portique, treillis, tridimensionnelle)
- 2.3. Profilés standards et P.R.S. (en croix, en caisson)

#### Chapitre 3 : 1h (CM) + 1h (TD)

##### Classification de sections transversales

- 3.1. Influence du voilement local sur la résistance des sections
  - 3.2. Définition des classes de sections transversales
  - 3.3. Principes de classification
  - 3.4. Résistance d'une paroi au voilement local
  - 3.5. Classification des âmes en flexion composée
  - 3.6. Tableaux de classification de l'Eurocode 3
- Exercices d'application

#### Chapitre 4 : 2h (CM) + 1h (TD)

##### Résistance des sections

- 4.1. Généralités
  - 4.2. Résistance à un effort normal de traction
  - 4.3. Résistance à un effort normal de compression
  - 4.4. Résistance à l'effort tranchant
  - 4.5. Résistance à un moment fléchissant
  - 4.6. Organigramme de vérification en flexion et cisaillement
  - 4.7. Résistance à une sollicitation en flexion simple
- Exercices d'application

#### Chapitre 5 : 2h (CM)

##### Assemblages

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

- 5.1. Technologie des assemblages courants
- 5.2. Introduction au calcul d'assemblages

## **Chapitre 6 : 2h (CM) + 8h (TD)**

### **Prise en main de Robot Structural Analysis Professionnal**

Modélisation, dimensionnement et optimisation de portiques simples  
Projets d'application sur Robot Structural Analysis Professionnal

## **Chapter 1: 3h (CM)**

### **Introduction to steel construction**

- 1.1 Economics of the sector
- 1.2 Examples of steel and cable structures
- 1.3. Terminology of steel construction
- 1.4 Interests and limits of this constructive solution

## **Chapter 2: 2h (CM)**

### **Steel and metal sections**

- 2.1. Types of supports/anchors (articulated, embedded) and associated stresses
- 2.2. Types of structures (portal, lattice, three-dimensional)
- 2.3. Standard sections and P.R.S. (cross, box)

## **Chapter 3: 1h (CM) + 1h (TD)**

### **Classification of cross-sections**

- 3.1 Influence of local buckling on the strength of cross-sections
  - 3.2. Definition of cross-section classes
  - 3.3. Principles of classification
  - 3.4. Resistance of a wall to local buckling
  - 3.5. Classification of webs in compound bending
  - 3.6. Eurocode 3 classification tables
- Application exercises

## **Chapitre 4 : 2h (CM) + 1h (TD)**

### **Résistance des sections**

- 4.1. Généralités
  - 4.2. Résistance à un effort normal de traction
  - 4.3. Résistance à un effort normal de compression
  - 4.4. Résistance à l'effort tranchant
  - 4.5. Résistance à un moment fléchissant
  - 4.6. Organigramme de vérification en flexion et cisaillement
  - 4.7. Résistance à une sollicitation en flexion simple
- Exercices d'application

## **Chapitre 5 : 2h (CM)**

### **Assemblages**

- 5.1. Technologie des assemblages courants
- 5.2. Introduction au calcul d'assemblages

## **Chapitre 6 : 2h (CM) + 8h (TD)**

### **Prise en main de Robot Structural Analysis Professionnal**

Modélisation, dimensionnement et optimisation de portiques simples  
Projets d'application sur Robot Structural Analysis Professionnal

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Méthodes et/ou moyens pédagogiques

L'enseignement est dispensé sous la forme de présentations en Cours Magistral (CM) suivies d'exercices d'applications et de projets lors de Travaux Dirigés (TD).

*Teaching takes the form of lectures followed by application exercises and projects during tutorials.*

## Prérequis pour l'EC

### Prérequis

Ingénierie du BTP (IGENI-EC0533)  
Résistance des matériaux (IGENI-EC0222, IGENI-EC0321)  
  
Construction engineering (IGENI-EC0533)  
Strength of materials (IGENI-EC0222, IGENI-EC0321)

## Travail personnel hors présentiel

### Volume horaire

4 heures

### Type de travail

Apprentissage du cours, révision des exercices  
  
*Learning the course and revising exercises*

## Ressources bibliographiques

J.-P. Muzeau, *La construction métallique avec les eurocodes : interprétation et exemples de calcul*. in Eurocode. Paris La Plaine Saint Denis: Eyrolles AFNOR éd, 2013.

J.-P. Muzeau, *Manuel de construction métallique : extraits des Eurocodes 0, 1 et 3*, 2e éd. revue et Complétée. in Collection Eurocodes. Paris La Plaine-Saint-Denis : Eyrolles AFNOR éd, 2013.

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0762AB
Code UE	IGENI-UE0706AB
Coefficient interne à l'EC	1,6

Coordinateur ENIT de l'EC	Fabien DUCO
---------------------------	-------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Méthodes construction DAO
Nom(s) du/des enseignant(s)	Patrice OUSSET, intervenant extérieur

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	8 H
	TD	H
	TP	16 H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>24 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>À l'issue de cet enseignement, les étudiants seront capables de lire, analyser et concevoir des plans techniques en 2D à l'aide du logiciel AutoCAD, dans le domaine du Bâtiment et des Travaux Publics.</p> <p>At the end of this course, students will be able to read, analyse and design 2D technical plans using AutoCAD software, in the building and public works sector.</p>
---------------	---

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*PJ1)/1
----------------------	-----------

## Langue d'enseignement

Langue	Français/French
--------	-----------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

### Objectifs généraux

- Concevoir des plans techniques 2D à l'aide du logiciel AutoCAD.
- Lecture et compréhension de plans techniques 2D dans le domaine du BTP
- *Designing 2D technical drawings using AutoCAD software.*
- *Reading and understanding 2D technical drawings in the building and civil engineering sector*

### Contenus

Chapitre 1. Initiation de base au logiciel AutoCAD par Patrice OUSSET

- 1.1. Logique du logiciel et présentation de l'interface
- 1.2. Utilisation des différents menus
- 1.3. Présentation des fonctionnalités de base

Chapitre 2. Initiation au logiciel AutoCAD, appliquée au BTP par Patrice OUSSET

- 2.1. Création et gestion de calques, blocs et attributs
- 2.2. Création d'un plan 2D d'un bâtiment
- 2.3. Calcul de surfaces et édition de tableaux récapitulatifs
- 2.4. Modification d'un plan existant

Travaux dirigés : réalisation de plans 2D de bâtiments à partir de projets réels proposés par l'intervenant extérieur.

*Chapter 1: Basic introduction to AutoCAD software by Patrice OUSSET*

- 1.1. *Software logic and presentation of the interface*
- 1.2. *Using the different menus*
- 1.3. *Presentation of the basic functions*

*Chapter 2: Introduction to AutoCAD software, applied to building and civil engineering by Patrice OUSSET*

- 2.1. *Creating and managing layers, blocks and attributes*
- 2.2. *Creating a 2D plan of a building*
- 2.3. *Calculating surface areas and producing summary tables*
- 2.4. *Modifying an existing plan*

*Tutorial: creating 2D building plans based on real projects proposed by the external lecturer.*

### Méthodes et/ou moyens pédagogiques

Apports théoriques dispensés en cours magistraux, illustrés d'exemples et de cas concrets rencontrés en entreprise  
Apprentissage par projet

*Theoretical input provided in lectures, illustrated with examples and case studies from companies*  
*Project-based learning*

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Prérequis pour l'EC

<b>Prérequis</b>	RAS
------------------	-----

## Travail personnel hors présentiel

<b>Volume horaire</b>	6 Heures
<b>Type de travail</b>	Pratique sur logiciel DAO

## Ressources bibliographiques

Support de formation - logiciel AutoCAD - Patrice Ousset.

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0763AB
Code UE	IGENI-UE0706AB
Coefficient interne à l'EC	1,3

Coordinateur ENIT de l'EC	H. Weleman
---------------------------	------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Mécanique des sols
Nom(s) du/des enseignant(s)	M. Fazzini, M. Lagouin, H. Weleman

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	10 H
	TD	10 H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>20 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>A l'issue de cet EC, les étudiants seront capables de comprendre les enjeux liés aux sols dans le domaine de la construction et de déterminer leurs paramètres caractéristiques. Ils seront en mesure d'utiliser les outils spécifiques de la mécanique et de l'étude des écoulements pour déterminer l'état de ces milieux poreux (initial/après construction ; avec ou sans écoulement) et analyser leur tenue mécanique.</p> <p><i>At the end of this course, students will be able to understand the issues related to soils in the construction field and determine their characteristic parameters. They will be able to use the specific tools of mechanics and flow studies to determine the state of these porous media (initial/after construction; with or without flow) and analyze their mechanical strength.</i></p>
---------------	---

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*DS1)/1
----------------------	-----------

## Langue d'enseignement

Langue	Français/French
--------	-----------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

### Objectifs généraux

- Comprendre le comportement mécanique des sols sous l'effet de sollicitations induites par des structures du Génie Civil (terrassements, réalisation d'ouvrages, retenue d'eau),
  - Réaliser le calcul des paramètres caractéristiques d'un sol à partir de résultats expérimentaux et en déduire sa classification,
  - Connaître les notions théoriques et équations nécessaires à l'étude des milieux poreux saturés,
  - Réaliser le calcul d'états de contraintes initiaux et induits au sein des sols,
  - Réaliser la caractérisation d'écoulements souterrains,
  - Réaliser le calcul des paramètres à rupture en cisaillement d'un sol à partir de résultats expérimentaux,
  - Effectuer une analyse de la stabilité des sols suite à une construction d'ouvrages (tenue au cisaillement, interactions écoulements-sols).
- Understand the mechanical behavior of soils under the stresses induced by civil engineering structures (earthworks, structures, water retention),*
- Calculate the characteristic parameters of a soil based on experimental results and deduce its classification,*
- Know the theoretical concepts and equations required to study saturated porous media,*
- Calculate initial and induced stress states in soils,*
- Characterize underground flows,*
- Calculate shear failure parameters of soils based on experimental results,*
- Analyze soil stability following construction of structures (shear strength, flow-soil interactions).*

### Contenus

Chapitre 1 : 2h (CM) + 2h (TD)

Classification des sols

- enjeux géotechniques
- structure des sols, constituants,
- paramètres caractéristiques pour la classification,
- TD sur la détermination des paramètres caractéristiques, classification LCPC.

Chapitre 2 : 2h (CM) + 3h (TD)

Contraintes dans les sols

- contraintes effectives,
- calcul des contraintes initiales,
- calcul des contraintes induites par des surcharges
- TD sur la détermination des contraintes initiales et induites dans les sols.

Chapitre 3 : 4h (CM) + 3h (TD)

Hydraulique souterraine

- charge hydraulique, loi de Darcy, perméabilité,
- écoulements : équations de continuité, résolution numérique, réseaux (cas d'un rideau de palplanches)
- interactions écoulements-sols : équations d'équilibre en contraintes effectives,
- risques de renard hydraulique et boulanges,
- TD sur la caractérisation d'écoulements uni et bi-directionnels, l'analyse de stabilité de massif suite aux écoulements.

Chapitre 4 : 2h (CM) + 2h (TD)

Résistance au cisaillement

- comportement en drainage des sols,
- critères de rupture des sols grenus et des sols fins,
- essais de laboratoire : boîte de cisaillement, appareil triaxial, procédures,
- TD sur l'interprétation d'essais de cisaillement et l'analyse de la tenue mécanique.

Chapter 1: 2h (CM) + 2h (TD)

Soil classification

- geotechnical issues
- soil structure, constituents,
- characteristic parameters for classification,
- TD on determining characteristic parameters, LCPC classification.

Chapter 2: 2h (CM) + 3h (TD)

Stresses in soils

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- effective stresses,</li> <li>- calculation of initial stresses,</li> <li>- calculation of stresses induced by surcharges</li> <li>- TD on determining initial and induced stresses in soils.</li> </ul> <p>Chapter 3: 4h (CM) + 3h (TD) Underground hydraulics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hydraulic head, Darcy's law, permeability,</li> <li>- flows: continuity equations, numerical resolution, networks (case of a sheet pile curtain)</li> <li>- flow-soil interactions: equilibrium equations under effective constraints,</li> <li>- risks of hydraulic foxing and bolting,</li> <li>- TD on characterization of uni-directional and bi-directional flows, mass stability analysis following flows.</li> </ul> <p>Chapter 4: 2h (CM) + 2h (TD) Shear strength</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Soil drainage behavior,</li> <li>- failure criteria for granular and fine soils,</li> <li>- laboratory tests: shear box, triaxial apparatus, procedures,</li> <li>- TD on shear test interpretation and mechanical strength analysis.</li> </ul>
Méthodes et/ou moyens pédagogiques	<p>L'enseignement est dispensé sous la forme de présentations en Cours Magistral (CM) suivies d'exercices d'applications lors de Travaux Dirigés (TD). L'ensemble des supports sont rédigés en langue anglaise afin de faciliter l'accueil d'étudiants étrangers et de contribuer à l'amélioration du niveau de langue dans le domaine technique des étudiants français.</p> <p><i>Teaching methods Teaching takes the form of lectures, followed by practical exercises during tutorials. All teaching materials are written in English, to make it easier to welcome foreign students and to help improve the technical language skills of French students.</i></p>

## Prérequis pour l'EC

<b>Prérequis</b>	<p>Statique des solides et des fluides (IGENI-EC0521A) Résistance des matériaux (IGENI-EC0522A)</p> <p><i>Statics of solids and fluids (IGENI-EC0521A) Strength of materials (IGENI-EC0522A)</i></p>
------------------	--

## Travail personnel hors présentiel

<b>Volume horaire</b>	6 heures
<b>Type de travail</b>	<p>Révisions, reprise des exercices</p> <p><i>Reviewing and repeating exercises</i></p>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## *Ressources bibliographiques*

Éléments de mécanique des sols, F. Schlosser, Ed. Presses des Ponts et Chaussées, 2003.

Fondations et ouvrages en terre, G. Philipponnat, B. Hubert, Ed. Eyrolles, 2005.

Mécanique des sols, D. Cordary, Ed. Lavoisier-Tech & Doc, 1994.

## Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code UE	IGENI-UE0706AG
Crédits ECTS	4
Coefficient interne à l'UE	4,4

### Présentation de l'UE

Nom de l'UE	OPTION GENIE MECANIQUE ET GENIE INDUSTRIEL
Nom(s) du/des enseignant(s)	

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	32 H
	TD	12 H
	TP	22 H
	Projet encadré	0 H
	Projet en autonomie	0 H
	<b>Total</b>	<b>66 heures</b>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Thèmes et Objectifs de la formation visés

<b>Principaux thèmes abordés</b>	<p>L'UE aborde de manière intégrée des problématiques techniques et environnementales propres au génie mécanique et au génie industriel, à travers quatre axes principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Caractérisation et durabilité des matériaux métalliques</b>, notamment par des techniques avancées (microscopie, diffraction, électrochimie) et les stratégies de protection contre la corrosion.</li><li>• <b>Procédés de traitements thermiques et thermochimiques superficiels</b>, leur choix et leur mise en œuvre selon les contraintes mécaniques, économiques et environnementales.</li><li>• <b>Robotique et vision industrielle</b>, en lien avec l'automatisation de la production, la modélisation, la programmation, l'intégration de capteurs, la planification de trajectoires et les systèmes de vision.</li><li>• <b>Éco-conception</b>, comme approche transversale de la conception de produits tenant compte de leurs impacts environnementaux, dans une logique d'ingénierie durable.</li></ul>
<b>Principaux objectifs généraux visés</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Maîtriser des outils avancés de <b>caractérisation des matériaux</b> et comprendre les phénomènes physiques associés à leur dégradation.</li><li>• Être capable d'évaluer la <b>durabilité</b> de matériaux métalliques et de proposer des <b>solutions de protection</b> adaptées dans différents contextes industriels.</li><li>• Choisir et appliquer <b>des traitements thermiques ou thermochimiques superficiels</b>, en tenant compte des propriétés visées, des contraintes techniques et environnementales.</li><li>• Concevoir et programmer des <b>systèmes robotiques industriels intégrés</b>, en tenant compte de la modélisation géométrique, des capteurs, des actionneurs, et de la vision industrielle.</li><li>• Intégrer les principes de <b>l'écoconception</b> dans une démarche d'ingénierie, en analysant quantitativement les impacts environnementaux d'un produit et en justifiant les choix de reconception.</li></ul>

## Acquis d'apprentissage visés

<b>Compétence(s)</b>	<p><b>Compétence principale :</b> À l'issue de l'UE, les étudiants seront en mesure, lorsqu'ils sont confrontés à des problématiques de conception, d'optimisation ou de maintenance d'un système industriel ou mécanique, de <b>analyser, concevoir et justifier des solutions techniques intégrant les matériaux, les procédés de traitement, les systèmes robotiques et les contraintes environnementales</b>, en montrant qu'ils maîtrisent les outils scientifiques et technologiques, les méthodes d'analyse critique, et les exigences de durabilité.</p> <p><b>Compétences complémentaires :</b> À l'issue de l'UE, les étudiants seront en mesure, lorsqu'ils travaillent sur une ligne de production automatisée, de <b>concevoir, programmer et optimiser des cellules robotiques intégrant capteurs et vision</b>, en montrant qu'ils savent modéliser, planifier et intégrer des solutions technologiques dans une perspective d'efficacité et de sécurité.</p> <p>À l'issue de l'UE, les étudiants seront en mesure, lors d'un projet de conception ou de reconception d'un produit, de <b>intégrer une démarche d'écoconception fondée sur des indicateurs quantitatifs</b>, en montrant qu'ils sont capables de structurer une analyse environnementale rigoureuse et de justifier leurs choix devant un public professionnel.</p>
----------------------	--

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0761AG
Code UE	IGENI-UE0706AG
Coefficient interne à l'EC	1

Coordinateur ENIT de l'EC	Loïc LACROIX
---------------------------	--------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Matériaux métalliques avancés
Nom(s) du/des enseignant(s)	Loïc LACROIX

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	8 H
	TD	6 H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>14 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p><b>1. Connaissances (Domaine Cognitif)</b></p> <p>L'étudiant aura acquis les connaissances pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Décrire</b> les principes physiques et les composants clés d'un microscope optique, d'un microscope électronique à balayage (MEB) et d'un diffractomètre de rayons X (DRX).</li> <li>• <b>Identifier</b> les types de signaux générés lors des interactions électrons-matière en MEB (électrons secondaires, rétrodiffusés, rayons X caractéristiques).</li> <li>• <b>Connaître</b> la loi de Bragg et son application à l'identification de phases cristallines et à la détermination des paramètres de maille par DRX.</li> <li>• <b>connaître</b> les mécanismes fondamentaux de la corrosion (chimique et électrochimique), de comprendre les principes thermodynamiques et cinétiques qui régissent le phénomène, et d'avoir des notions sur les différents types de corrosion et les facteurs qui les influencent.</li> <li>• <b>savoir-faire</b> l'interprétation de diagrammes de Pourbaix et de courbes de polarisation, de réaliser des mesures de vitesse de corrosion, et d'effectuer le choix et la mise en œuvre de méthodes de protection contre la corrosion (protections cathodique et anodique, revêtements, inhibiteurs, etc.).</li> <li>• <b>Distinguer</b> les principaux types de corrosion (uniforme, galvanique, piqûres, intergranulaire, fissuration sous contrainte) et leurs caractéristiques.</li> <li>• <b>Comprendre</b> les aspects cinétiques de la corrosion (surtensions, courant de corrosion, résistance de polarisation) et les facteurs environnementaux qui les influencent.</li> <li>• <b>Énumérer et décrire</b> les différentes méthodes de protection contre la corrosion (revêtements, inhibiteurs, passivation, protection cathodique/anodique).</li> <li>• <b>Connaître</b> les particularités et les problématiques de corrosion des alliages d'aluminium utilisés dans le secteur aéronautique.</li> </ul>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## 2. Savoir-faire (Domaine Pragmatique)

L'étudiant sera capable de :

- **Interpréter** des micrographies optiques pour identifier les grains, les phases et les défauts majeurs dans la microstructure.
- **Analyser** des images MEB pour évaluer la morphologie de surface, la topographie et, si possible, la composition élémentaire locale via des spectres EDX (à partir de données ou d'images fournies).
- **Utiliser** la loi de Faraday pour des calculs de cinétique de corrosion électrochimique (par exemple, perte de masse).
- **Exploiter** des courbes de polarisation pour déterminer la tendance et la cinétique de corrosion.
- **Construire et interpréter** des diagrammes de Pourbaix simplifiés pour évaluer la stabilité des métaux en fonction du pH et du potentiel.
- **Appliquer** des connaissances spécifiques à des études de cas (ex: corrosion d'alliages d'aluminium), en identifiant les facteurs contributifs et les solutions potentielles.

## 3. Savoir-être (Domaine Affectif)

L'étudiant manifestera :

- **Adopter** une approche méthodique et rigoureuse dans la caractérisation des matériaux et l'analyse des phénomènes de dégradation.
- **Être conscient** des limites des techniques de caractérisation et de l'importance d'une approche complémentaire.
- **Développer** un esprit d'analyse critique face aux informations relatives à la durabilité des matériaux et aux solutions de protection.
- **Avoir conscience** des implications éthiques, sécuritaires et environnementales des choix de matériaux et des stratégies anti-corrosion dans l'industrie.
- **Faire preuve de** collaboration et de rigueur en équipe lors des travaux dirigés, notamment pour l'analyse de cas complexes.

## 1. Knowledge (Cognitive Domain)

*Upon completion of this module, students will have acquired the knowledge to:*

- **Describe** the physical principles and key components of an optical microscope, a scanning electron microscope (SEM), and an X-ray diffractometer (XRD).
- **Identify** the types of signals generated during electron-matter interactions in SEM (secondary electrons, backscattered electrons, characteristic X-rays).
- **Understand** Bragg's Law and its application to crystalline phase identification and lattice parameter determination using XRD.
- **understand** the thermodynamic and kinetic principles that govern the phenomenon of corrosion, and have an understanding of the different types of corrosion and the factors that influence them.
- **know how** to interpret Pourbaix diagrams and polarization curves, be able to carry out measurements of corrosion rate, and be able to choose and implement methods of corrosion protection (cathodic and anodic protection, coatings, inhibitors, etc.).
- **Know** the fundamental mechanisms of corrosion (chemical and electrochemical), **understand** the thermodynamic and kinetic principles governing the phenomenon, and **have a good grasp** of the different types of corrosion and the factors influencing them.
- **Know** the specific characteristics and corrosion issues of aluminum alloys used in the aeronautical sector.

## 2. Know-how (Pragmatic Domain)

*Upon completion of this module, students will be able to:*

- **Perform** the interpretation of Pourbaix diagrams and polarization curves.
- **Carry out** corrosion rate measurements.
- **Select and implement** corrosion protection methods (cathodic and anodic protection, coatings, inhibitors, etc.).
- **Distinguish** the main types of corrosion (uniform, galvanic, pitting, intergranular, stress corrosion cracking) and their characteristics.
- **Understand** the kinetic aspects of corrosion (overpotentials, corrosion current, polarization resistance) and the environmental factors that influence them.
- **List and describe** the various corrosion protection methods (coatings, inhibitors, passivation, cathodic/anodic protection).

## 3. Soft Skills (Affective Domain)

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Upon completion of this module, students will:

- **Develop** a rigorous and critical scientific approach to chemical and electrochemical problems.
- **Be aware** of the importance of laboratory safety and good chemical handling practices.
- **Be conscious** of the technical, economic, and environmental challenges related to corrosion phenomena and energy storage and conversion technologies (batteries, fuel cells).
- **Develop** a spirit of teamwork and collaboration during practical sessions.

## Modalités d'évaluation

**Formule d'évaluation**

(1\*DS1)/1

## Langue d'enseignement

**Langue**

Français/French

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

### Objectifs généraux

À l'issue de ce module, l'étudiant sera capable de :

- **Être capable de** caractériser la microstructure de matériaux à l'aide de techniques appropriées.
- **Être capable d'**évaluer la durabilité d'un matériau et d'anticiper ses modes de dégradation (notamment la corrosion).
- **Être capable de** proposer et de justifier des solutions de protection contre la corrosion adaptées à des applications spécifiques.
- **Être capable de** comprendre l'impact des conditions environnementales sur la performance à long terme des matériaux.
- **être conscients de** l'impact économique, **environnemental** et sécuritaire de la corrosion dans divers domaines de l'ingénierie, et à **avoir conscience** de la nécessité d'intégrer les aspects de prévention de la corrosion dès la conception des ouvrages et des systèmes.

*Upon completion of this module, the student will be able to:*

- **Be capable of** characterizing the microstructure of materials using appropriate techniques.
- **Be capable of** evaluating a material's durability and anticipating its degradation modes (especially corrosion).
- **Be capable of** proposing and justifying corrosion protection solutions adapted to specific applications.
- **Be capable of** understanding the impact of environmental conditions on the long-term performance of materials.
- **Be aware of** the economic, **environmental**, and safety impact of corrosion in various engineering fields, and **be conscious of** the necessity to integrate corrosion prevention aspects from the design stage of structures and systems.

### Contenus

#### Partie 1 : Caractérisation de la Microstructure (2 heures)

Cette partie vise à familiariser les étudiants avec les outils essentiels d'observation et d'analyse de la microstructure des matériaux.

- **Séance 1 : 2h**

##### Microscopie Optique (0,5h)

- Principes physiques et fonctionnement d'un microscope optique.
- Préparation des échantillons (polissage, attaque métallographique).
- Observation des microstructures (grains, phases, inclusions, défauts).
- Applications et limites de la microscopie optique dans l'analyse des matériaux.

##### Microscopie Électronique à Balayage (MEB) 1h)

- Principes du MEB (interactions électrons-matière : électrons secondaires, électrons rétrodiffusés, rayons X caractéristiques).
- Mode de fonctionnement et formation de l'image.
- Analyse chimique qualitative (EDX - Energy Dispersive X-ray Spectroscopy).
- Avantages par rapport à la microscopie optique et champs d'application (morphologie de surface, fractures, etc.).

##### Diffraction des Rayons X (DRX) (0,5h)

- *Rappels / Connexion avec S6APP (Structure des matériaux, cristallographie)*
- Principes de la diffraction des rayons X par les solides cristallins (loi de Bragg).
- Identification de phases, détermination des paramètres de maille, mesure de la taille des cristallites.
- Applications dans la caractérisation des matériaux (métaux, céramiques, polymères semi-cristallins).

#### Partie 2 : Durabilité des Matériaux (6 heures)

Cette partie explore les mécanismes de dégradation des matériaux, en se concentrant sur la corrosion et les stratégies de protection.

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

- **Séance 4 : Tendance à la Corrosion (2h)**
  - Aspects thermodynamiques de la corrosion : couples redox, potentiel standard.
  - Notion de potentiel d'équilibre, diagrammes de Pourbaix (introduction).
  - Influence du pH et du potentiel sur la stabilité des métaux.
  - Types de corrosion : uniforme, galvanique, par piqûres, intergranulaire, fissuration sous contrainte, etc.
- **Séance 5 : Cinétique de Corrosion et Protection (2h)**
  - Aspects cinétiques de la corrosion : surtensions, courant de corrosion, résistance de polarisation.
  - Influence de l'environnement (température, concentration, agents agressifs).
  - Méthodes de protection contre la corrosion :
    - Revêtements (peintures, polymères, métalliques).
    - Inhibiteurs de corrosion.
    - Passivation.
    - Protection cathodique et anodique.
- **Séance 6 : Étude de Cas : Corrosion des Alliages d'Aluminium Aéronautiques (2h)**
  - Présentation des alliages d'aluminium utilisés en aéronautique.
  - Spécificités et problématiques de corrosion propres à ces alliages (corrosion intergranulaire, fissuration par corrosion sous contrainte).
  - Stratégies de prévention et de maintenance dans le secteur aéronautique.
  - Conséquences des dégradations sur la sécurité et la performance.
- **Contenu des Travaux Dirigés (TD - 6h)**

TD1 : phénomène de contraction, dans les acier

TD2 : Étude de micrographie MEB et spectres EDX pour la compréhension de la corrosion d'alliage d'

TD3 : QCM d'apprentissage du cours de corrosion

TD4 : Cinétique de corrosion d'un alliage d'aluminium

TD5 : Inconel dans l'industrie nucléaire : diagramme de Pourbaix, passivation, courbes de polarisation et loi de Faraday

## Part 1: Microstructure Characterization (2h)

This section aims to familiarize students with essential tools for observing and analyzing the microstructure of materials.

- **Session 1: 2h**
  - **Optical Microscopy (0.5h)**
    - Physical principles and operation of an optical microscope.
    - Sample preparation (polishing, metallographic etching).
    - Observation of microstructures (grains, phases, inclusions, defects).
    - Applications and limitations of optical microscopy in materials analysis.
  - **Scanning Electron Microscopy (SEM) (1h)**
    - SEM principles (electron-matter interactions: secondary electrons, backscattered electrons, characteristic X-rays).
    - Operating mode and image formation.
    - Qualitative chemical analysis (EDX - Energy Dispersive X-ray Spectroscopy).
    - Advantages over optical microscopy and fields of application (surface morphology, fractures, etc.).
  - **X-ray Diffraction (XRD) (0.5h)**
    - Review / Connection with S6APP (Materials Structure, Crystallography)
    - Principles of X-ray diffraction by crystalline solids (Bragg's Law).
    - Phase identification, lattice parameter determination, crystallite size measurement.
    - Applications in materials characterization (metals, ceramics, semi-crystalline polymers).

## Part 2: Material Durability (6h)

This section explores the degradation mechanisms of materials, focusing on corrosion and protection strategies.

- **Session 4: Corrosion Tendency (2h)**
  - Thermodynamic aspects of corrosion: redox couples, standard potential.
  - Notion of equilibrium potential, Pourbaix diagrams (introduction).
  - Influence of pH and potential on metal stability.
  - Types of corrosion: uniform, galvanic, pitting, intergranular, stress corrosion cracking, etc.
- **Session 5: Corrosion Kinetics and Protection (2h)**
  - Kinetic aspects of corrosion: overpotentials, corrosion current, polarization resistance.
  - Influence of the environment (temperature, concentration, aggressive agents).

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Corrosion protection methods:             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coatings (paints, polymers, metallic).</li> <li>▪ Corrosion inhibitors.</li> <li>▪ Passivation.</li> <li>▪ Cathodic and anodic protection.</li> </ul> </li> <li>• <b>Session 6: Case Study: Corrosion of Aeronautical Aluminum Alloys (2h)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Presentation of aluminum alloys used in aeronautics.</li> <li>○ Specific corrosion issues and challenges for these alloys (intergranular corrosion, stress corrosion cracking).</li> <li>○ Prevention and maintenance strategies in the aerospace sector.</li> <li>○ Consequences of degradation on safety and performance.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Tutorial Sessions (TD - 6 hours)</b></p> <p>These tutorial sessions will provide opportunities to practice and deepen the concepts covered in lectures.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TD1: Contraction Phenomena in Steels</li> <li>• TD2: SEM Micrograph and EDX Spectra Study for Understanding Corrosion of Alloys</li> <li>• TD3: Corrosion Course Learning Quiz (QCM)</li> <li>• TD4: Corrosion Kinetics of an Aluminum Alloy</li> <li>• TD5: Inconel in the Nuclear Industry: Pourbaix Diagram, Passivation, Polarization Curves, and Faraday's Law</li> </ul>
Méthodes et/ou moyens pédagogiques	<p>Cours classique, TD en groupes avec restitution et explicitation des difficultés rencontrées dans la méthode de résolution des problèmes posés.</p> <p><i>Classic course, group tutorials with feedback and explanation of the difficulties encountered in the method of solving the problems posed.</i></p>

## Prérequis pour l'EC

Prérequis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chimie</li> <li>• Initiation aux matériaux</li> <li>• Science des matériaux</li> </ul>
-----------	---

## Travail personnel hors présentiel

Volume horaire	7 Heures
Type de travail	<p>Cours classique, TD en groupes avec restitution et explicitation des difficultés rencontrées dans la méthode de résolution des problèmes posés.</p> <p><i>Classic course, group tutorials with feedback and explanation of the difficulties encountered in the method of solving the problems posed.</i></p>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## *Ressources bibliographiques*

- La corrosion des métaux, B. Baroux, L'usine nouvelle, Dunod, 2014
- Prévention et lutte contre la corrosion - Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2004
- "Science et Génie des Matériaux" de W.D. Callister Jr. ;
- "Matériaux" de M.F. Ashby et D.R.H. Jones

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0761AG
Code UE	IGENI-UE0706AG
Coefficient interne à l'EC	1

Coordinateur ENIT de l'EC	Loïc LACROIX
---------------------------	--------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Matériaux métalliques avancés
Nom(s) du/des enseignant(s)	Loïc LACROIX

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	8 H
	TD	6 H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>14 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p><b>1. Connaissances (Domaine Cognitif)</b></p> <p>L'étudiant aura acquis les connaissances pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Décrire</b> les principes physiques et les composants clés d'un microscope optique, d'un microscope électronique à balayage (MEB) et d'un diffractomètre de rayons X (DRX).</li> <li>• <b>Identifier</b> les types de signaux générés lors des interactions électrons-matière en MEB (électrons secondaires, rétrodiffusés, rayons X caractéristiques).</li> <li>• <b>Connaître</b> la loi de Bragg et son application à l'identification de phases cristallines et à la détermination des paramètres de maille par DRX.</li> <li>• <b>connaître</b> les mécanismes fondamentaux de la corrosion (chimique et électrochimique), de comprendre les principes thermodynamiques et cinétiques qui régissent le phénomène, et d'avoir des notions sur les différents types de corrosion et les facteurs qui les influencent.</li> <li>• <b>savoir-faire</b> l'interprétation de diagrammes de Pourbaix et de courbes de polarisation, de réaliser des mesures de vitesse de corrosion, et d'effectuer le choix et la mise en œuvre de méthodes de protection contre la corrosion (protections cathodique et anodique, revêtements, inhibiteurs, etc.).</li> <li>• <b>Distinguer</b> les principaux types de corrosion (uniforme, galvanique, piqûres, intergranulaire, fissuration sous contrainte) et leurs caractéristiques.</li> <li>• <b>Comprendre</b> les aspects cinétiques de la corrosion (surtensions, courant de corrosion, résistance de polarisation) et les facteurs environnementaux qui les influencent.</li> <li>• <b>Énumérer et décrire</b> les différentes méthodes de protection contre la corrosion (revêtements, inhibiteurs, passivation, protection cathodique/anodique).</li> <li>• <b>Connaître</b> les particularités et les problématiques de corrosion des alliages d'aluminium utilisés dans le secteur aéronautique.</li> </ul>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## 2. Savoir-faire (Domaine Pragmatique)

L'étudiant sera capable de :

- **Interpréter** des micrographies optiques pour identifier les grains, les phases et les défauts majeurs dans la microstructure.
- **Analyser** des images MEB pour évaluer la morphologie de surface, la topographie et, si possible, la composition élémentaire locale via des spectres EDX (à partir de données ou d'images fournies).
- **Utiliser** la loi de Faraday pour des calculs de cinétique de corrosion électrochimique (par exemple, perte de masse).
- **Exploiter** des courbes de polarisation pour déterminer la tendance et la cinétique de corrosion.
- **Construire et interpréter** des diagrammes de Pourbaix simplifiés pour évaluer la stabilité des métaux en fonction du pH et du potentiel.
- **Appliquer** des connaissances spécifiques à des études de cas (ex: corrosion d'alliages d'aluminium), en identifiant les facteurs contributifs et les solutions potentielles.

## 3. Savoir-être (Domaine Affectif)

L'étudiant manifestera :

- **Adopter** une approche méthodique et rigoureuse dans la caractérisation des matériaux et l'analyse des phénomènes de dégradation.
- **Être conscient** des limites des techniques de caractérisation et de l'importance d'une approche complémentaire.
- **Développer** un esprit d'analyse critique face aux informations relatives à la durabilité des matériaux et aux solutions de protection.
- **Avoir conscience** des implications éthiques, sécuritaires et environnementales des choix de matériaux et des stratégies anti-corrosion dans l'industrie.
- **Faire preuve de** collaboration et de rigueur en équipe lors des travaux dirigés, notamment pour l'analyse de cas complexes.

## 1. Knowledge (Cognitive Domain)

*Upon completion of this module, students will have acquired the knowledge to:*

- **Describe** the physical principles and key components of an optical microscope, a scanning electron microscope (SEM), and an X-ray diffractometer (XRD).
- **Identify** the types of signals generated during electron-matter interactions in SEM (secondary electrons, backscattered electrons, characteristic X-rays).
- **Understand** Bragg's Law and its application to crystalline phase identification and lattice parameter determination using XRD.
- **understand** the thermodynamic and kinetic principles that govern the phenomenon of corrosion, and have an understanding of the different types of corrosion and the factors that influence them.
- **know how** to interpret Pourbaix diagrams and polarization curves, be able to carry out measurements of corrosion rate, and be able to choose and implement methods of corrosion protection (cathodic and anodic protection, coatings, inhibitors, etc.).
- **Know** the fundamental mechanisms of corrosion (chemical and electrochemical), **understand** the thermodynamic and kinetic principles governing the phenomenon, and **have a good grasp** of the different types of corrosion and the factors influencing them.
- **Know** the specific characteristics and corrosion issues of aluminum alloys used in the aeronautical sector.

## 2. Know-how (Pragmatic Domain)

*Upon completion of this module, students will be able to:*

- **Perform** the interpretation of Pourbaix diagrams and polarization curves.
- **Carry out** corrosion rate measurements.
- **Select and implement** corrosion protection methods (cathodic and anodic protection, coatings, inhibitors, etc.).
- **Distinguish** the main types of corrosion (uniform, galvanic, pitting, intergranular, stress corrosion cracking) and their characteristics.
- **Understand** the kinetic aspects of corrosion (overpotentials, corrosion current, polarization resistance) and the environmental factors that influence them.
- **List and describe** the various corrosion protection methods (coatings, inhibitors, passivation, cathodic/anodic protection).

## 3. Soft Skills (Affective Domain)

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Upon completion of this module, students will:

- **Develop** a rigorous and critical scientific approach to chemical and electrochemical problems.
- **Be aware** of the importance of laboratory safety and good chemical handling practices.
- **Be conscious** of the technical, economic, and environmental challenges related to corrosion phenomena and energy storage and conversion technologies (batteries, fuel cells).
- **Develop** a spirit of teamwork and collaboration during practical sessions.

## Modalités d'évaluation

**Formule d'évaluation**

(1\*DS1)/1

## Langue d'enseignement

**Langue**

Français/French

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

### Objectifs généraux

À l'issue de ce module, l'étudiant sera capable de :

- **Être capable de** caractériser la microstructure de matériaux à l'aide de techniques appropriées.
- **Être capable d'**évaluer la durabilité d'un matériau et d'anticiper ses modes de dégradation (notamment la corrosion).
- **Être capable de** proposer et de justifier des solutions de protection contre la corrosion adaptées à des applications spécifiques.
- **Être capable de** comprendre l'impact des conditions environnementales sur la performance à long terme des matériaux.
- **être conscients de** l'impact économique, **environnemental** et sécuritaire de la corrosion dans divers domaines de l'ingénierie, et à **avoir conscience** de la nécessité d'intégrer les aspects de prévention de la corrosion dès la conception des ouvrages et des systèmes.

*Upon completion of this module, the student will be able to:*

- **Be capable of** characterizing the microstructure of materials using appropriate techniques.
- **Be capable of** evaluating a material's durability and anticipating its degradation modes (especially corrosion).
- **Be capable of** proposing and justifying corrosion protection solutions adapted to specific applications.
- **Be capable of** understanding the impact of environmental conditions on the long-term performance of materials.
- **Be aware of** the economic, **environmental**, and safety impact of corrosion in various engineering fields, and **be conscious of** the necessity to integrate corrosion prevention aspects from the design stage of structures and systems.

### Contenus

#### Partie 1 : Caractérisation de la Microstructure (2 heures)

Cette partie vise à familiariser les étudiants avec les outils essentiels d'observation et d'analyse de la microstructure des matériaux.

- **Séance 1 : 2h**

##### Microscopie Optique (0,5h)

- Principes physiques et fonctionnement d'un microscope optique.
- Préparation des échantillons (polissage, attaque métallographique).
- Observation des microstructures (grains, phases, inclusions, défauts).
- Applications et limites de la microscopie optique dans l'analyse des matériaux.

##### Microscopie Électronique à Balayage (MEB) 1h)

- Principes du MEB (interactions électrons-matière : électrons secondaires, électrons rétrodiffusés, rayons X caractéristiques).
- Mode de fonctionnement et formation de l'image.
- Analyse chimique qualitative (EDX - Energy Dispersive X-ray Spectroscopy).
- Avantages par rapport à la microscopie optique et champs d'application (morphologie de surface, fractures, etc.).

##### Diffraction des Rayons X (DRX) (0,5h)

- *Rappels / Connexion avec S6APP (Structure des matériaux, cristallographie)*
- Principes de la diffraction des rayons X par les solides cristallins (loi de Bragg).
- Identification de phases, détermination des paramètres de maille, mesure de la taille des cristallites.
- Applications dans la caractérisation des matériaux (métaux, céramiques, polymères semi-cristallins).

#### Partie 2 : Durabilité des Matériaux (6 heures)

Cette partie explore les mécanismes de dégradation des matériaux, en se concentrant sur la corrosion et les stratégies de protection.

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

- **Séance 4 : Tendance à la Corrosion (2h)**
  - Aspects thermodynamiques de la corrosion : couples redox, potentiel standard.
  - Notion de potentiel d'équilibre, diagrammes de Pourbaix (introduction).
  - Influence du pH et du potentiel sur la stabilité des métaux.
  - Types de corrosion : uniforme, galvanique, par piqûres, intergranulaire, fissuration sous contrainte, etc.
- **Séance 5 : Cinétique de Corrosion et Protection (2h)**
  - Aspects cinétiques de la corrosion : surtensions, courant de corrosion, résistance de polarisation.
  - Influence de l'environnement (température, concentration, agents agressifs).
  - Méthodes de protection contre la corrosion :
    - Revêtements (peintures, polymères, métalliques).
    - Inhibiteurs de corrosion.
    - Passivation.
    - Protection cathodique et anodique.
- **Séance 6 : Étude de Cas : Corrosion des Alliages d'Aluminium Aéronautiques (2h)**
  - Présentation des alliages d'aluminium utilisés en aéronautique.
  - Spécificités et problématiques de corrosion propres à ces alliages (corrosion intergranulaire, fissuration par corrosion sous contrainte).
  - Stratégies de prévention et de maintenance dans le secteur aéronautique.
  - Conséquences des dégradations sur la sécurité et la performance.
- **Contenu des Travaux Dirigés (TD - 6h)**

TD1 : phénomène de contraction, dans les acier

TD2 : Étude de micrographie MEB et spectres EDX pour la compréhension de la corrosion d'alliage d'

TD3 : QCM d'apprentissage du cours de corrosion

TD4 : Cinétique de corrosion d'un alliage d'aluminium

TD5 : Inconel dans l'industrie nucléaire : diagramme de Pourbaix, passivation, courbes de polarisation et loi de Faraday

## Part 1: Microstructure Characterization (2h)

*This section aims to familiarize students with essential tools for observing and analyzing the microstructure of materials.*

- **Session 1: 2h**
  - **Optical Microscopy (0.5h)**
    - Physical principles and operation of an optical microscope.
    - Sample preparation (polishing, metallographic etching).
    - Observation of microstructures (grains, phases, inclusions, defects).
    - Applications and limitations of optical microscopy in materials analysis.
  - **Scanning Electron Microscopy (SEM) (1h)**
    - SEM principles (electron-matter interactions: secondary electrons, backscattered electrons, characteristic X-rays).
    - Operating mode and image formation.
    - Qualitative chemical analysis (EDX - Energy Dispersive X-ray Spectroscopy).
    - Advantages over optical microscopy and fields of application (surface morphology, fractures, etc.).
  - **X-ray Diffraction (XRD) (0.5h)**
    - Review / Connection with S6APP (Materials Structure, Crystallography)
    - Principles of X-ray diffraction by crystalline solids (Bragg's Law).
    - Phase identification, lattice parameter determination, crystallite size measurement.
    - Applications in materials characterization (metals, ceramics, semi-crystalline polymers).

## Part 2: Material Durability (6h)

*This section explores the degradation mechanisms of materials, focusing on corrosion and protection strategies.*

- **Session 4: Corrosion Tendency (2h)**
  - Thermodynamic aspects of corrosion: redox couples, standard potential.
  - Notion of equilibrium potential, Pourbaix diagrams (introduction).
  - Influence of pH and potential on metal stability.
  - Types of corrosion: uniform, galvanic, pitting, intergranular, stress corrosion cracking, etc.
- **Session 5: Corrosion Kinetics and Protection (2h)**
  - Kinetic aspects of corrosion: overpotentials, corrosion current, polarization resistance.
  - Influence of the environment (temperature, concentration, aggressive agents).

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Corrosion protection methods:             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coatings (paints, polymers, metallic).</li> <li>▪ Corrosion inhibitors.</li> <li>▪ Passivation.</li> <li>▪ Cathodic and anodic protection.</li> </ul> </li> <li>• <b>Session 6: Case Study: Corrosion of Aeronautical Aluminum Alloys (2h)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Presentation of aluminum alloys used in aeronautics.</li> <li>○ Specific corrosion issues and challenges for these alloys (intergranular corrosion, stress corrosion cracking).</li> <li>○ Prevention and maintenance strategies in the aerospace sector.</li> <li>○ Consequences of degradation on safety and performance.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Tutorial Sessions (TD - 6 hours)</b></p> <p>These tutorial sessions will provide opportunities to practice and deepen the concepts covered in lectures.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TD1: Contraction Phenomena in Steels</li> <li>• TD2: SEM Micrograph and EDX Spectra Study for Understanding Corrosion of Alloys</li> <li>• TD3: Corrosion Course Learning Quiz (QCM)</li> <li>• TD4: Corrosion Kinetics of an Aluminum Alloy</li> <li>• TD5: Inconel in the Nuclear Industry: Pourbaix Diagram, Passivation, Polarization Curves, and Faraday's Law</li> </ul>
Méthodes et/ou moyens pédagogiques	<p>Cours classique, TD en groupes avec restitution et explicitation des difficultés rencontrées dans la méthode de résolution des problèmes posés.</p> <p>Classic course, group tutorials with feedback and explanation of the difficulties encountered in the method of solving the problems posed.</p>

## Prérequis pour l'EC

Prérequis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chimie</li> <li>• Initiation aux matériaux</li> <li>• Science des matériaux</li> </ul>
-----------	---

## Travail personnel hors présentiel

Volume horaire	7 Heures
Type de travail	<p>Cours classique, TD en groupes avec restitution et explicitation des difficultés rencontrées dans la méthode de résolution des problèmes posés.</p> <p>Classic course, group tutorials with feedback and explanation of the difficulties encountered in the method of solving the problems posed.</p>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## *Ressources bibliographiques*

- La corrosion des métaux, B. Baroux, L'usine nouvelle, Dunod, 2014
- Prévention et lutte contre la corrosion - Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2004
- "Science et Génie des Matériaux" de W.D. Callister Jr. ;
- "Matériaux" de M.F. Ashby et D.R.H. Jones

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0762AG
Code UE	IGENI-UE0706AG
Coefficient interne à l'EC	0,9

Coordinateur ENIT de l'EC	Yannick Balcaen
---------------------------	-----------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Traitement Thermiques superficiels
Nom(s) du/des enseignant(s)	Mohamed Abid, Yannick Balcaen

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	6 H
	TD	2 H
	TP	6 H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	Total	14 heures

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>A l'issue de l'EC, les étudiants seront capables lors de la conception d'une pièce de choisir un ou des procédé(s) de traitements thermiques superficiels ou thermochimiques en justifiant leur choix et en indiquant les principaux paramètres de la gamme de fabrication dans le respect des règles environnementales.</p> <p><i>At the end of the course, students will be able to select one or more surface or thermochemical heat treatment processes when designing a part, justifying their choice and indicating the main parameters of the manufacturing range in compliance with environmental regulations.</i></p>
---------------	---

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	$(1 * DS1 + 1 * PJ1) / 2$
----------------------	---------------------------

## Langue d'enseignement

Langue	English Friendly
--------	------------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

### Objectifs généraux

Connaître les matériaux et de leurs propriétés  
Connaître les différents procédés de traitements thermiques superficiels ou thermochimiques (avantages & inconvénients)  
Connaître les facteurs influant sur la qualité des traitements thermiques  
Connaître les moyens de contrôle des traitements superficiels ou thermochimiques à utiliser  
Savoir choisir les traitements superficiels ou thermochimiques en tenant compte des contraintes à satisfaire et des propriétés à obtenir pour des applications mécaniques.  
Savoir mettre en œuvre les traitements superficiels ou thermochimiques.  
Avoir conscience de l'impact environnemental des traitements superficiels ou thermochimiques

*Knowledge of the different superficial heat treatment, or thermochemical treatment processes (advantages and drawbacks)*  
*Knowledge of the factors influencing the quality of heat treatments*  
*Knowledge of the surface or thermochemical treatment control methods to be used*  
*Knowledge of how to select surface or thermochemical treatments, considering the constraints to be met and the properties to be obtained for mechanical applications.*  
*Know how to apply surface or thermochemical treatments.*  
*Be aware of the environmental impact of surface or thermochemical treatments.*

### Contenus

Cours n°1 : 2 heures  
Introduction  
Intérêts des traitements superficiels. Rappel des mécanismes de durcissement  
Chapitre 1 : Les Traitements thermiques superficiels  
1.1 Les différents procédés de TTH superficiels (chalumeau, induction, faisceaux haute énergie)  
1.2 Choix des matériaux  
1.3 Les méthodes de contrôles  
1.4 Les applications

Cours n°2 : 2 heures  
Chapitre 2 : Les traitements thermochimiques  
1  
2  
2.1 Principe, procédés, microstructures & propriétés  
2.2 Cémentation

Cours n°3 : 2 heures  
Chapitre 2 : Les traitements thermochimiques  
2.3 Nitruration  
2.4 Méthodes de contrôles

TD : 2 heures  
Calculs de base pour le dimensionnement des traitements thermiques superficiels par induction, et calculs d'épaisseurs de couches cémentées.

TP n°1 : 3 heures  
1. Choix des matériaux à traiter  
2. Préparation des gammes de traitement thermochimiques dans le respect des règles environnementales.  
3. Préparation métallographique d'échantillons des matériaux sélectionnés avant traitement

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

TP n°2 : 3 heures

1. (Traitement des échantillons en temps masqué)
  2. Caractérisation des échantillons,
  3. Présentation des résultats obtenus.
- 

*Lesson # 1: 2 hours*

*Introduction*

*The benefits of surface treatments. Reminder of hardening mechanisms*

*Chapter 1: Surface heat treatments*

- 1.1 *Different surface heat treatment processes (flashlight, induction, high-energy beams)*
- 1.2 *Choice of materials*
- 1.3 *Control methods*
- 1.4 *Applications*

*Lesson #2: 2 hours*

*Chapter 2: Thermochemical treatments*

- 2.1 *Principle, processes, microstructures & properties*
- 2.2 *Cementation*

*Lesson #3: 2 hours*

*Chapter 2: Thermochemical treatments*

- 2.3 *Nitriding*
- 2.4 *Control methods*

*Tutorial works: 2 hours*

*Basic calculations for sizing surface induction heat treatments, and calculations of case-hardened layer thicknesses.*

*Practical work #1: 3 hours*

1. *Choice of materials to be treated*
2. *Preparation of thermochemical treatment ranges in compliance with environmental regulations.*
3. *Metallographic preparation of samples of selected materials prior to treatment.*

*Practical work #2: 3 hours*

- 1 *(Sample processing in masked time)*
2. *Characterization of samples,*
3. *Presentation of obtained results.*

Méthodes et/ou moyens  
pédagogiques

Les enseignements sont dispensés sous forme de cours, TD et TP.

Des cas applicatifs industriels sont traités sous forme d'exercices en TD et sont réalisés en TP.

Les supports de cours sont donnés sous format papier et sont disponibles sur la plateforme moodle.

Les fascicules de TP sont donnés sous format de papiers et sont disponibles sur la plateforme moodle. Un compte rendu est à déposer sur Moodle après les séances de TP.

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Prérequis pour l'EC

### Prérequis

Prérequis en Science des matériaux : Métallurgie IGENI-EC0623A

## Travail personnel hors présentiel

### Volume horaire

3 Heures

### Type de travail

Révision des cours, rédaction du rapport de TP et préparation de soutenance.  
Les étudiants pourront s'exercer sur des annales d'examens en libre accès.

*Course revision, TP report writing and defense preparation.  
Students can practice on freely-available examination books.*

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Ressources bibliographiques

Claude Leroux, Traitements thermo-chimiques superficiels: présentation et classification, Techniques de l'Ingénieur, M1221

Barry Thomas, Durcissement des aciers : Rôle de la microstructure, Techniques de l'Ingénieurs, M

Guy Murry, Aciers : généralités, Technique de l'Ingénieurs, M300

[www.efd-induction.com](http://www.efd-induction.com)

Olivier PERROT, cours d'électrothermie, I.U.T. de Saint-Omer Dunkerque, Département Génie Thermique et énergie

OTUA, Les différents types d'acier : les connaître pour mieux les choisir, courrier technique n°65

<http://www.joel-houzet.fr/cours/accueilcours.html>

<http://www.bodycote.com/>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0763AG
Code UE	IGENI-UE0706AG
Coefficient interne à l'EC	2

Coordinateur ENIT de l'EC	Mourad Benoussaad
---------------------------	-------------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Robotique et Vision Industrielle
Nom(s) du/des enseignant(s)	Mourad Benoussaad Farid Nouredine

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	14 H
	TD	H
	TP	16 H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>30 heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

<b>Compétence(s)</b>	<p>À l'issue de cet enseignement, les étudiants seront capables dans le cadre d'une automatisation/robotisation d'une ligne de production de concevoir, programmer et optimiser le choix de systèmes robotiques industriels en intégrant la modélisation, la planification des trajectoires, le bon choix de capteurs et des solutions de vision pour améliorer la production.</p> <p>Plus en détails, à l'issue de cet enseignement, les étudiants seront capables de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concevoir et programmer des cellules robotiques industrielles, incluant les bras manipulateurs et leur intégration.</li> <li>• Analyser des espaces articulaires et opérationnels et modélisation pour optimiser les performances des robots.</li> <li>• Appliquer les principes de la modélisation géométrique directe pour déterminer les configurations robotiques.</li> <li>• Planifier et optimiser les trajectoires des robots pour diverses tâches et applications industrielles.</li> <li>• Identifier, sélectionner et implémenter différents types de capteurs et actionneurs pour améliorer les fonctionnalités des robots.</li> <li>• Concevoir une solution de vision pour une tâche robotique et en analyser les limites et les contraintes.</li> </ul>
----------------------	---

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

At the end of this course, students will be able to design, program, and optimize the selection of industrial robotic systems within the framework of automatizing/robotizing a production line, integrating modeling, trajectory planning, and the appropriate choice of sensors to enhance production.

More specifically, students will be able to :

- Design and program industrial robotic cells, including manipulator arms and their integration.
- Analyze and model joint and task spaces to optimize robotic performance.
- Apply the principles of forward kinematic modeling to determine robotic configurations.
- Plan and optimize robot trajectories for various tasks and industrial applications.
- Identify, select, and implement different types of sensors and actuators to enhance robotic functionalities.
- Design a vision solution for a robotic task and analyze its limits and constraints.

## Modalités d'évaluation

**Formule d'évaluation**

(1\*CC1+1\*DS1)/2

## Langue d'enseignement

**Langue**

Français/Anglais French/English

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

### Objectifs généraux

#### **Domaine cognitif (connaissances et compétences intellectuelles)**

- Développer une compréhension approfondie des concepts fondamentaux de la modélisation géométrique directe et des espaces articulaires et opérationnels.
- Analyser et modéliser les systèmes robotiques pour optimiser leur conception et leurs performances dans des environnements industriels.
- Concevoir des cellules robotiques intégrées en utilisant des outils de programmation adaptés pour inclure des manipulateurs, capteurs, et actionneurs variés.
- Identifier les solutions technologiques appropriées (capteurs, actionneurs, systèmes de commande) pour améliorer les fonctionnalités robotiques dans des contextes spécifiques.
- Maîtriser la planification et l'optimisation des trajectoires pour répondre aux besoins des applications industrielles.

#### **Domaine pragmatique (compétences pratiques et applications)**

- Concevoir, configurer et programmer des cellules robotiques en intégrant des bras manipulateurs et des périphériques dans des scénarios industriels concrets.
- Expérimenter et valider des modèles théoriques de configurations robotiques à l'aide de simulations et de tests pratiques.
- Mettre en œuvre des solutions de planification de trajectoires en respectant les contraintes industrielles et les exigences d'optimisation.

#### **Domaine affectif (valeurs, attitudes et engagement)**

- Encourager l'innovation et la créativité dans la conception et la programmation des cellules robotiques.
- Développer une sensibilité à la sécurité dans le contexte de la robotique industrielle
- Développer une sensibilité aux implications éthiques et sociales liées à l'automatisation et à la robotisation industrielle.
- Valoriser le travail collaboratif et multidisciplinaire dans la résolution de problèmes complexes en robotique.
- Cultiver une attitude proactive et une curiosité continue envers les avancées technologiques dans le domaine de la robotique industrielle.

#### **Cognitive Domain (Knowledge and Intellectual Skills)**

- *Develop a deep understanding of the fundamental concepts of forward kinematic modeling and joint and task spaces.*
- *Analyze and model robotic systems to optimize their design and performance in industrial environments.*
- *Design integrated robotic cells using appropriate programming tools to incorporate manipulators, sensors, and various actuators.*
- *Identify suitable technological solutions (sensors, actuators, control systems) to enhance robotic functionalities in specific contexts.*
- *Handle trajectory planning and optimization to meet the requirements of industrial applications.*

#### **Pragmatic Domain (Practical Skills and Applications)**

- *Design, configure, and program robotic cells by integrating manipulator arms and peripherals in real industrial scenarios.*
- *Experiment with and validate theoretical models of robotic configurations through simulations and practical tests.*
- *Implement trajectory planning solutions while adhering to industrial constraints and optimization requirements.*

#### **Affective Domain (Values, Attitudes, and Engagement)**

- *Foster innovation and creativity in the design and programming of robotic cells.*
- *Develop a strong sensitivity to safety in the context of industrial robotics.*
- *Cultivate awareness of the ethical and social implications of automation and industrial robotics.*
- *Value collaborative and multidisciplinary teamwork in solving complex robotics problems.*
- *Nurture a proactive attitude and continuous curiosity toward technological advancements in industrial robotics.*

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## **Cours n° 0 : 2 heures**

Chapitre introductive des cellules robotiques présentes  
0.1 Les différentes cellules disponibles à l'ENIT  
0.2 Fonctionnement et programmation des robots

## **Cours n° 1 : 2 heures**

Chapitre 1 : Introduction aux cellules robotiques  
1.1 Définitions et composants principaux  
1.2 Rôles et applications industrielles

## **Cours n° 2 : 2 heures**

Chapitre 2 : Bras manipulateurs et espaces articulaires  
2.1 Types de bras manipulateurs  
2.2 Analyse des espaces articulaires et opérationnels

## **Cours n° 3 : 2 heures**

Chapitre 3 : Modélisation géométrique directe  
3.1 Introduction aux modèles géométriques  
3.2 Applications pratiques

## **Cours n° 4 : 2 heures**

Chapitre 4 : Planification de trajectoire  
4.1 Méthodes de planification  
4.2 Optimisation des trajectoires

## **Cours n° 5 : 2 heures**

Chapitre 5 : Capteurs et actionneurs  
5.1 Types de capteurs : position, vitesse, force, vision  
5.2 Actionneurs : moteurs, systèmes hydrauliques, systèmes pneumatiques, ...

## **Cours n° 6 : 2 heures**

Chapitre 6 : Vision pour le pilotage des robots  
6.1 Principe de l'asservissement visuel des robots : Intérêt, configuration des caméras, features, ...  
6.2 Types des asservissements visuels (2D, 3D) et principes.

## **Lecture 1: 2 hours**

*Chapter 1: Introduction to Robotic Cells*  
1.1 *Definitions and Main Components*  
1.2 *Roles and Industrial Applications*

## **Lecture 2: 2 hours**

*Chapter 2: Manipulator Arms and Joint Spaces*  
2.1 *Types of Manipulator Arms*  
2.2 *Analysis of Joint and tasks Spaces*

## **Lecture 3: 2 hours**

*Chapter 3: Forward kinematic Modeling*  
3.1 *Introduction to Kinematic Models*  
3.2 *Practical Applications*

## **Lecture 4: 2 hours**

*Chapter 4: Trajectory Planning*  
4.1 *Planning spaces*  
4.2 *Trajectory types*

## **Lecture 5: 2 hours**

*Chapter 5: Sensors and Actuators*  
5.1 *Types of Sensors: Position, Velocity, Force, Vision*  
5.2 *Actuators: Motors, Hydraulic Systems, Pneumatic Systems, etc.*

## **Lecture 6: 2 hours**

*Chapter 6: Vision for robot control*  
6.1 *Principle of visual servoing of robots: Motivation, camera configuration, features, etc.*  
6.2 *Types of visual servoing (2D, 3D) and principles.*

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Méthodes et/ou moyens pédagogiques

- Cours magistraux avec supports visuels
- Évaluation formative continue à travers des QCM, suivi de discussions
- Études de cas industriels pour une application concrète
- Utilisation de logiciels de simulation spécialisés tels que SimPro et Delmia
- Travaux pratiques sur des robots industriels
  
- *Lectures with visual support*
- *Ongoing formative assessment through multiple-choice questions (MCQs) followed by discussions*
- *Industrial case studies for practical application*
- *Use of dedicated simulation software such as SimPro and Delmia Hands-on practical work on industrial robots*

## Prérequis pour l'EC

### Prérequis

- Bases en mathématiques appliquées (géométrie et algèbre linéaire)
- Notions fondamentales en mécanique des solides
- Connaissance préalable des systèmes automatisés
  
- *Foundations in applied mathematics (geometry and linear algebra)*
- *Fundamental concepts in solid mechanics*
- *Prior knowledge of automated system concepts*

## Travail personnel hors présentiel

### Volume horaire

16 Heures

### Type de travail

- Révisions des notions abordées en cours
- Réalisation de travaux pratiques et projets en équipe
- Préparation d'exercices sur Moodle (tests interactifs)
  
- *Review of concepts covered in lectures*
- *Completion of practical work and team projects*
- *Preparation of exercises on Moodle (interactive tests)*

## Ressources bibliographiques

1. Khalil W, Dombre E. Modeling, identification and control of robots. Butterworth-Heinemann Ed., Rev. 2004.
2. Khalil W, Dombre E. Modélisation identification et commande des robots. Hermès - Lavoisier, 2<sup>ème</sup> édition. 1999.

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0764AG
Code UE	IGENI-UE0706AG
Coefficient interne à l'EC	0,5

Coordinateur ENIT de l'EC	Cliquez ici et entrez le nom du coordinateur
---------------------------	--

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Éco-conception
Nom(s) du/des enseignant(s)	Lionel ARNAUD

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	4 H
	TD	4 H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	Total	8 heures

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>À l'issue de l'étude de cet EC, les étudiants seront capables de prendre en compte l'écoconception dans la conception ou la reconception d'un produit, en s'appuyant sur des indicateurs quantitatifs.</p> <p><i>After studying this CE, students will be able to take eco-design into account in the design or re-design of a product, using quantitative indicators.</i></p>
---------------	---

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*PJ1)/1
----------------------	-----------

## Langue d'enseignement

Langue	English friendly
--------	------------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

<b>Objectifs généraux</b>	<p>Identification d'une problématique pertinente d'écoconception (choix libre d'un sujet d'étude avec des discussions avec l'enseignant)                      Recherche d'information pour quantifier les coûts/bénéfices écologiques de la reconception envisagée                      Présentation en public (avec questions) d'une démarche d'écoconception (argumentation, réponses aux questions et critiques)</p> <p><i>Identification of a relevant ecodesign issue (free choice of a study topic with discussions with the teacher)</i>  <i>Search for information to quantify the ecological costs/benefits of the proposed redesign.</i>  <i>Public presentation (with questions) of an eco-design approach (argumentation, answers to questions and criticisms).</i></p>
<b>Contenus</b>	<p>Cours/TD, séances 1,2,3 et 4 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recherche et validation du sujet (par petits groupes)</li> <li>- Recherche d'information et structuration des informations (par petits groupes)</li> <li>- Préparation d'une présentation (par petits groupes)</li> <li>- Présentation finale (par petits groupes)</li> </ul> <p><i>Cours/TD, sessions 1, 2, 3 and 4:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Research and validation of the subject (in small groups)</i></li> <li>- <i>Information retrieval and structuring (in small groups)</i></li> <li>- <i>Preparing a presentation (small groups)</i></li> <li>- <i>Final presentation (small groups)</i></li> </ul>
<b>Méthodes et/ou moyens pédagogiques</b>	<p>Les élèves choisissent librement leur sujet d'étude                      Des petits groupes permettent aux élèves de se répartir le travail et la présentation finale, et chaque élève peut poser des questions à ceux qui présentent.                      Le travail est réalisé dans la salle de pédagogie active (tables en îlots, écrans et tableaux à disposition).                      La présentation est réalisée dans la langue de leur choix (Français, Anglais, Espagnol parfois)</p> <p><i>Students are free to choose their study topic</i>  <i>Small groups allow students to divide up the work and the final presentation, and each student can ask questions of those presenting.</i>  <i>Work is carried out in the active learning room (tables in islands, screens and blackboards available).</i>  <i>The presentation is given in the language of the students' choice (French, English, sometimes Spanish).</i></p>

## Prérequis pour l'EC

<b>Prérequis</b>	
------------------	--

## Travail personnel hors présentiel

<b>Volume horaire</b>	2H Heures
<b>Type de travail</b>	Finalisation de la présentation, répétition. <i>Finalization of presentation, rehearsal.</i>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Ressources bibliographiques

- Plateforme Moodle (documents de travail, exemples de travaux réalisés par les élèves les années précédentes)

- Ouvrages / articles spécialisés :

Article : 'Écoconception : état de l'art des outils disponibles' - Techniques de l'ingénieur

Article : "Écoconception des composants mécaniques" - Techniques de l'ingénieur

Matériaux et environnement - Choix éco-responsable en conception

- Logiciels spécialisés :

Base Impact - Ademe

SimaPro (Logiciel d'ACL)

BEE (Bilan environnemental des emballages), CITEO

## Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code UE	IGENI-UE0707A
Crédits ECTS	2
Coefficient interne à l'UE	2

### Présentation de l'UE

Nom de l'UE	ENTREPRISE
Nom(s) du/des enseignant(s)	

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	H
	TD	H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>heures</b>

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Thèmes et Objectifs de la formation visés

### Principaux thèmes abordés

- Intégration en entreprise industrielle et découverte de son organisation, de ses dimensions humaines, économiques et techniques.
- Mobilisation des connaissances techniques et pratiques dans la réalisation de projets industriels concrets.
- Gestion de projet en contexte professionnel : analyse, planification, mise en œuvre et adaptation des solutions techniques.
- Communication professionnelle orale et écrite : rédaction d'un rapport structuré et présentation orale valorisant l'expérience.
- Travail en équipe et collaboration avec les acteurs de l'entreprise, sous supervision.
- Développement de la posture professionnelle : autonomie, responsabilité, implication, et prise de recul réflexif.

### Principaux objectifs généraux visés

- Comprendre et appliquer l'articulation entre théorie et pratique dans un contexte industriel.
- Renforcer l'autonomie dans la réalisation de missions techniques.
- Identifier et analyser les dimensions techniques, économiques, organisationnelles et humaines d'un projet industriel.
- Concevoir et mettre en œuvre des solutions adaptées aux objectifs et contraintes de l'entreprise.
- Planifier les activités nécessaires à la conduite d'un projet en respectant les délais et exigences.
- Communiquer efficacement les résultats et le bilan de l'expérience, à l'oral et à l'écrit.
- Développer une posture professionnelle conforme aux attentes de l'entreprise.
- Prendre du recul pour évaluer son expérience et mieux définir son projet professionnel.

## Acquis d'apprentissage visés

### Compétence(s)

À l'issue du stage, les étudiants seront en mesure, lorsqu'ils seront placés sous la supervision d'un tuteur industriel dans le cadre d'un projet professionnel en entreprise, de conduire et réaliser ce projet en mobilisant leurs connaissances techniques et pratiques, en montrant qu'ils savent analyser ses dimensions techniques, économiques, organisationnelles et humaines, planifier les étapes de réalisation, collaborer avec les différents acteurs, rédiger un rapport structuré valorisant leur expérience, et présenter oralement leur travail selon les normes de communication professionnelle, tout en adoptant une posture autonome, responsable et réflexive.

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

Code EC	IGENI-EC0771A
Code UE	IGENI-UE0707A
Coefficient interne à l'EC	3

Coordinateur ENIT de l'EC	B. Lorrain
---------------------------	------------

## Présentation de l'EC

Nom de l'EC	Evaluation en entreprise
Nom(s) du/des enseignant(s)	

Volume Horaire/Format	Format	Heures
	CM	H
	TD	H
	TP	H
	Projet encadré	H
	Projet en autonomie	H
	<b>Total</b>	<b>heures</b>

## Acquis d'apprentissage visés

Compétence(s)	<p>À l'issue de ce stage, les étudiants seront en mesure, lorsque placés sous la supervision d'un tuteur industriel dans le cadre d'un projet proposé par une entreprise, de conduire et réaliser ce projet en mobilisant leurs connaissances techniques et pratiques, en montrant qu'ils savent en appréhender les dimensions techniques, économiques, organisationnelles et humaines.</p> <p><i>At the end of this internship, when placed under the supervision of an industrial tutor as part of a project proposed by a company, students will be in a position to lead and carry out this project, drawing on their technical and practical knowledge, and demonstrating their ability to grasp the technical, economic, organizational and human dimensions.</i></p>
---------------	---

## Modalités d'évaluation

Formule d'évaluation	(1*RAP)/1
----------------------	-----------

## Langue d'enseignement

Langue	Français/French
--------	-----------------

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

## Objectifs de la formation visés

### Objectifs généraux

#### Domaine cognitif :

- Comprendre l'articulation entre théorie et pratique, et renforcer l'autonomie dans l'exécution de tâches techniques.
- Découvrir le fonctionnement d'une entreprise industrielle et son environnement organisationnel, humain et technique.
- Appliquer dans un contexte professionnel les compétences techniques acquises en formation.
- Formaliser cette expérience à l'oral, via une soutenance, respectant les exigences de communication technique et professionnelle.

#### Domaine Pragmatique :

- Réaliser des missions concrètes (conception, fabrication, analyse, amélioration...) en autonomie.
- Travailler en équipe dans un cadre réel et contraint.
- Justifier les choix techniques effectués et analyser les résultats obtenus.
- Présenter une entreprise et effectuer une présentation selon les normes de communication orale.

#### Domaine affectif :

- Développer une posture professionnelle (respect des codes, communication, implication).
- Prendre du recul sur son expérience et construire un bilan personnel.
- Mieux cerner son projet professionnel à travers l'expérience vécue.

#### Objectifs spécifiques :

À l'issue de ce stage, les étudiants doivent être capables :

- de s'intégrer dans une organisation professionnelle ;
- de participer à des activités techniques en lien avec la formation ;
- de rédiger un rapport valorisant leur expérience ;
- de réaliser une présentation orale valorisant leur expérience ;
- d'analyser le projet proposé par l'entreprise en identifiant ses dimensions techniques, économiques, organisationnelles et humaines ;
- de mobiliser ses connaissances techniques et pratiques pour définir les étapes de réalisation du projet ;
- de planifier les activités nécessaires à la conduite du projet en tenant compte des contraintes de l'entreprise ;
- de collaborer avec les acteurs de l'entreprise sous la supervision du tuteur industriel ;
- de mettre en œuvre des solutions techniques adaptées dans le respect des objectifs fixés ;
- de rendre compte de l'avancement du projet et d'adapter son travail en fonction des retours et des contraintes rencontrées ;
- de valoriser leur expérience professionnelle à travers la rédaction d'un rapport structuré et la réalisation d'une présentation orale.

#### Cognitive domain :

- *Understanding the link between theory and practice, and reinforcing autonomy in carrying out technical tasks.*
- *Discover how an industrial company operates and its organisational, human and technical environment.*
- *Apply the technical skills acquired during training in a professional context.*
- *Formalise this experience orally, in a presentation that meets the requirements of technical and professional communication.*

#### Pragmatic Domain :

- *Carry out practical tasks (design, manufacture, analysis, improvement, etc.) independently.*
- *Work as part of a team in a real and constrained environment.*
- *Justify the technical choices made and analyse the results obtained.*
- *Present a company and give a presentation in accordance with oral communication standards.*

#### Emotional domain :

- *Develop a professional attitude (respect for codes, communication, involvement).*
- *Take a step back from experience and draw up a personal assessment.*
- *Gain a better understanding of one's career plans through experience.*

#### Specific objectives :

- *At the end of this internship, students should be able to:*
- *integrate into a professional organization by understanding how it works and its culture;*
- *discover the challenges and practices of an industrial company;*
- *mobilize the technical skills acquired during the first two semesters to take part in a concrete project;*
- *contribute to assignments related to a real-life problem identified by the company;*
- *collaborate with members of a professional team;*
- *develop initial autonomy in carrying out simple technical tasks;*

# Syllabus (Français) Titre d'Ingénieur

<b>Contenus</b>	
<b>Méthodes et/ou moyens pédagogiques</b>	

## Prérequis pour l'EC

<b>Prérequis</b>	
------------------	--

## Travail personnel hors présentiel

<b>Volume horaire</b>	Cliquez ici et entrez le nombre d'heures de travail personnel <b>Heures</b>
<b>Type de travail</b>	

## Ressources bibliographiques

--