



**ENSGTI**  
ÉCOLE D'INGÉNIEURS

Ecole Nationale Supérieure en Génie  
des Technologies Industrielles

# LIVRET DES COURS

Troisième Année (3A – M2)

**2022 - 2023**

La formation est structurée en Unités d'Enseignement (UE) qui correspondent aux domaines thématiques principaux. Les Unités d'Enseignement sont divisées en Éléments constitutifs (EC). La répartition et l'évaluation des Unités Pédagogiques sont adaptées aux objectifs d'acquisition de compétences de l'Unité d'Enseignement (contrôles écrits individuels, présentations orales, réalisation de projets).

*Article 3.1 du règlement de scolarité*

Les Unités d'Enseignement sont capitalisables. Une fois validées, elles restent acquises à l'étudiant pour une durée de trois ans après la fin de ses études à l'ENSGTI.

*Article 6.1 du règlement de scolarité*

## **Nomenclature**

**UE** : Unité d'Enseignement  
**EC** : Élément Constitutif

**CM** : Cours Magistraux  
**TD** : Travaux Dirigés  
**TP** : Travaux Pratiques  
**Proj.** : Projet  
**TA** : Travail en autonomie

**TC** : Tronc Commun

**EN** : Spécialité « Energétique »  
**GP** : Spécialité « Génie des Procédés »  
**GEII** : Spécialité « Génie Electrique et Informatique Industrielle »

**EN SB** : Spécialité « Energétique » - Parcours (3A) « Smart Building »  
**EN TEDDI** : Spécialité « Energétique » - Parcours (3A) « Transition Énergétique et Développement Durable dans l'Industrie »

**GP PE** : Spécialité « Génie des Procédés » – Parcours (3A) « Procédés pour l'Environnement »  
**GP CPAO** : Spécialité « Génie des Procédés » – Parcours (3A) « Conception des Procédés assistée par Ordinateur »

**GEII HT** : Spécialité « Génie Electrique et Informatique Industrielle » – Parcours (3A) « Haute Tension »

## NOMENCLATURE DES MODALITÉS D'ÉVALUATION

$\text{Nature}_1 (\text{Modalités}_1) \times \text{Pondération}_1 + \text{Nature}_2 (\text{Modalités}_2) \times \text{Pondération}_2 + \dots$

### Nature de l'évaluation

CC : Contrôle Continu

Proj : Projet

Sta : Stage

TP : Epreuve de Travaux Pratiques

CoE : Compréhension Ecrite (langues)

CoO : Compréhension Orale (langues)

ExE : Expression Ecrite (langues)

ExO : Expression Orale (langues)

IntO : Interaction Orale (langues)

Cert : Test de certification (langues)

EvalC : Evaluation de compétences

### Modalités de l'évaluation

EE : Epreuve Ecrite (par défaut si aucune information)

EO : Epreuve Orale

EM : Epreuve sur Machine

ES : Epreuve surprise écrite

PA : Participation Active

Sout : Soutenance orale

Rap : Rapport écrit

Prog : Programme informatique

Tr : Travail (dans le cadre d'un stage, d'un projet ou de Travaux Pratiques)

D : Dossier

CR : Compte-Rendu (dans le cadre de TP)

LA : Lecture d'Article

sd : sans document (par défaut si aucune information)

da : documents autorisés (da: précisions sur les documents autorisés)

st : sans objet connecté (téléphone mobile, montre connectée...) (par défaut si aucune information)

ta : objets connectés autorisés

sc : sans calculatrice (par défaut si aucune information)

ca : calculatrice autorisée

### Opérateurs divers

x/y : x ou y

max(x, y) : Maximum entre plusieurs évaluations

moyenne(x) : Moyenne entre plusieurs évaluations de même nature et de même coefficient

Bonus

### Exemples

#### CC (EE, 2h)

Une épreuve écrite de deux heures, sans document, sans calculatrice.

#### CC (EM, 2h, da:tutoriels) x 1/2 + CC (EE, 2h) x 1/2

Une épreuve sur machine de 2h, tutoriels autorisés, coefficient 1/2 et épreuve écrite de deux heures, sans document, sans calculatrice, coefficient 1/2.

#### CC (ES, 15mn) x 1/10 + CC (EE, 2h, da:tous, ca) x 9/10

Une épreuve surprise de 15 minutes sans document, sans calculatrice, coefficient 1/10 et une épreuve écrite de deux heures, tous documents autorisés, calculatrice autorisée, coefficient 9/10.

#### TP(EO, 10mn) x 1/4 + TP(EO, 10mn) x 1/4 + TP(CR) x 1/2

Travaux pratiques évalués par deux interrogations orales, coefficient 1/4 chacune, et un compte-rendu de TP, coefficient 1/2.

#### Proj (PA, Rap, Sout)

Projet évalué par la participation active, un rapport écrit et une soutenance.

#### Sta (Tr, Rap, Sout)

Stage évalué par le travail, un rapport écrit et une soutenance orale.

#### CoE(PA) x 1/4 + CoO(PA) x 1/4 + ExE(EE, 1h) x 1/4 + Cert(TOEIC) x 1/4

Cas d'une langue vivante : compréhension écrite évaluée par la participation active, Compréhension orale évaluée par la participation active, Expression écrite évaluée par une épreuve écrite d'une heure sans document, Test de certification (TOEIC). Même pondération pour les différentes évaluations.

## CHRONOLOGIE GÉNÉRALE DES ENSEIGNEMENTS A L'ENSGTI

### Spécialités ENERGETIQUE (EN) et GENIE DES PROCÉDES (GP)

3 <sup>ème</sup> Année - M2	S10	Août	Stage Ingénieur de fin d'études 30 ECTS	Stage MAE	Contrats de Professionnalisation
		Juil			
		Juin			
		Mai			
		Avr			
Mars					
S9	Févr	Tronc Commun ; Parcours EN : SB ou TEDDI ; GP : PE ou CPAO et UE optionnelle 30 ECTS	Mobilité académique		
	Janv				
	Déc				
	Nov				
	Oct				
2 <sup>ème</sup> Année - M1	S8	Sept	Stage Ingénieur	MAE	
		Août			
		Juil			
		Juin			
		Mai			Tronc Commun et Spécialité 30 ECTS
Avr					
Mars					
Févr					
Janv					
S7	Déc	Tronc Commun et Spécialité 30 ECTS			
	Nov				
	Oct				
	Sept				
	Août		Stage Ouvrier		
Juil					
Juin					
1 <sup>ère</sup> Année - L3	S6	Mai	Tronc Commun et Spécialité 30 ECTS		
		Avr			
		Mars			
		Févr			
		Janv			
S5	Déc	Tronc Commun et Spécialité 30 ECTS			
	Nov				
	Oct				
	Sept				



CPGE – DUT – L3

Livret des cours

## CHRONOLOGIE GÉNÉRALE DES ENSEIGNEMENTS A L'ENSGTI

### Spécialité GENIE ELECTRIQUE ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE (GEII)

<b>3<sup>ème</sup> Année - M2</b>	<b>S10 (30 ECTS)</b>	Août Juil Juin Mai Avr Mars	26 semaines en entreprise	
	<b>S9 (30 ECTS)</b>	Févr Janv Déc Nov Oct	15 semaines en centre de formation 11 semaines en entreprise	<b>Mobilité académique</b>
		Sept Août Juil Juin	12 semaines en entreprise	
<b>2<sup>ème</sup> Année - M1</b>	<b>S8 (30 ECTS)</b>	Mai Avr Mars Févr Janv	14 semaines en centre de formation 8 semaines en entreprise	<b>Mobilité académique</b>
	<b>S7 (30 ECTS)</b>	Déc Nov Oct Sept	10 semaines en centre de formation 8 semaines en entreprise	
		Août Juil Juin	12 semaines en entreprise	
<b>1<sup>ère</sup> Année - L3</b>	<b>S6 (30 ECTS)</b>	Mai Avr Mars Févr Janv	14 semaines en centre de formation 8 semaines en entreprise	
	<b>S5 (30 ECTS)</b>	Déc Nov Oct Sept	11 semaines en centre de formation 7 semaines en entreprise	



DUT - L3 - BTS

Livret des cours



## Semestre 9

### LISTE DES UNITÉS D'ENSEIGNEMENT (UE) DU SEMESTRE

TC, Spé ou Parcours	Code UE	Intitulé UE	ECTS
GP-EN	EC9CI	Culture de l'Ingénieur S9	4
GP-EN	EC9PR	Projet S9	4
GP-EN	EC9SI	Stage Ingénieur S9	4
EN- TEDDI	EE9IP	Production, conversion et distribution de l'énergie	8
EN- TEDDI	EE9IT	Utilisation rationnelle de l'énergie	6
EN-SB	EE9BC	Bâtiment	7
EN-SB	EE9BS	Systèmes Energétiques	7
GP-PE	PT9ET	Procédés de traitement	7
GP-PE	PT9EB	Biologie et analyses	7
GP- CPAO	EP9OO	Conception	7
GP- CPAO	EP9MS	Modélisation et Simulation	7
Option	EE9IG	Approche globale du monde de l'énergie (accessible aux étudiant de la spécialité EN TEDDI)	4
Option	EE9BI	IoT (accessible aux étudiant de la spécialité EN SB)	4
Option	EP9OI	Industrie 4.0 (accessible aux étudiant de la spécialité GP CPAO)	4
Option	PT9EN	Mise en œuvre industrielle (accessible aux étudiant de la spécialité GP PE)	4

## Tronc Commun GP et EN

3ème année - Semestre 9 - Tronc commun EN et GP												
Unité d'Enseignement (UE)	Code		Élément Constitutif (EC)	Horaire (h)							ECTS / Coef.	
	UE	EC		Tot UE	Tot EC	Tot Prés.	CM	TD	TP	TA	Proj.	ECTS UE
Culture de l'Ingénieur S9	EC9CI	EC9CI1	Management de la qualité et de la sécurité	107	28	20	10	10	8		4	0.25
		EC9CI2	Communication et Projet Professionnel et Personnel		22	14	8	6	8	4		0.20
		EC9CI3	Insertion professionnelle et Santé au travail		19	13	6	7	6			0.15
		EC9CI4	Management des ressources humaines		24	18	14	4	6			0.25
		EC9CI5	Évaluation économique des process industriels		14	8	4	4	6	6		0.15
Projet S9	EC9PR	EC9PR1	Projet de conception	100	100				100	100	4	1.00
Stage Ingénieur S9	EC9SI	EC9SI1	Stage ingénieur ou Projet individuel encadré								4	1.00
Total TC				207		73	42	31	0	134	110	12

UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE) :

Culture de l'Ingénieur S9

ECTS : 4

Code UE : EC9CI

COMPÉTENCES VISÉES PAR L'UE :

- Connaître les principes fondateurs de la qualité : norme, audit, certification.
- Connaître les enjeux et méthodes de gestion de la sécurité en entreprise
- Connaître et maîtriser les moyens modernes de communication
- Mieux se connaître pour développer son potentiel, ses softskills et parfaire son projet professionnel
- Être capable de s'intégrer dans une organisation, de l'animer et de la faire évoluer : gestion de projets, gestion des ressources humaines, gestion financière, commerciale et/ou juridique
- Connaître les méthodes de base de l'évaluation économique des procédés

LISTE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS (EC)  
CONSTITUANT L'UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE)

CODE EC	INTITULÉ EC
EC9CI1	Management de la qualité et de la sécurité
EC9CI2	Communication et Projet Professionnel et Personnel III
EC9CI3	Insertion professionnelle et Santé au travail
EC9CI4	Management des ressources humaines
EC9CI5	Evaluation économique des process industriels

EC : Management de la qualité et de la sécurité	EC9CI1	coeff : 0.25
Enseignant(e-s) responsable : Ricarde M.		
CM : 10 h	TD : 10 h	TP : h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

La qualité occupe une importance centrale dans les entreprises. Cette formation a pour but de préparer les ingénieurs à cette dimension, que ce soit pour les aspects managériaux ou pour les aspects plus techniques liés au monde industriel. Cet enseignement s'appuie sur des exemples concrets d'unités de production ou de projets industriels. Ce cours aborde également le système de management HSE. Plateforme pédagogique <https://elearn.univ-pau.fr/>

**COMPÉTENCES VISÉES** Les compétences développées par cet enseignement permettent aux élèves de s'intégrer dans un service qualité ou de décliner la démarche qualité dans d'autres services.

## CONTENU

La qualité - système de management

Principes fondateurs de la qualité / notions / vocabulaire ISO 9000.

Les exigences de la norme ISO 9001.

L'amélioration continue - Plan Do Check Act

Le système documentaire.

Les audits (objectifs et déroulement).

La certification & les normes.

La qualité - les outils de base :

Pareto

5M

Diagramme cause / effet QQQCCP

Brainstorming et réunion efficace Traçabilité

La qualité - les outils de statistiques :

Contrôle de réception normalisé (MIL STD 105.D/NFX 06-022) Capabilité & carte de contrôle

Plan d'expérience (initiation)

---

Systeme de management HSE :

Accident (taux de gravité et taux de fréquence) - La prévention et l'évaluation des risques - Les acteurs de la sécurité - La réglementation - La responsabilité - Substances dangereuses et produits chimiques - L'organisation HSE en entreprise

### **RESSOURCES**

Normes ISO9000 et ISO9001.

Formulaires et outils qualité AFNOR.

Appliquer la maîtrise statistique des procédés MSP-SPC, Maurice PILLET, Editions d'organisation.

Méthodes et outils pour résoudre un problème, Alain-Michel CHAUVEL, L'USINE NOUVELLE.

Qualité en production, Daniel DURET & Maurice PILLET, Editions d'organisation.

### **PRÉREQUIS**

### **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC(EE, 2h, ca)

EC : Communication et Projet Professionnel et Personnel III	EC9CI2	coeff : 0.2
Enseignant(e-s) responsable : Naudy F.		
CM : 8 h	TD : 6 h	TP : h
		Proj : 4 h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

Cet enseignement vise à accompagner l'élève dans une meilleure connaissance de soi et de ses compétences comportementales (soft skills) pour parfaire son projet professionnel.

Il a également comme objectif de transmettre outils et méthodes permettant d'optimiser sa communication écrite et orale, d'appréhender les situations de communication et de s'adapter pour être plus efficace dans le contexte professionnel.

## COMPÉTENCES VISÉES

- Mieux se connaître pour développer une communication efficace
- Apprendre à renforcer son image professionnelle
- Maîtriser les fondamentaux de la communication orale et écrite
- Maîtriser les principaux outils permettant d'améliorer les échanges professionnels et l'animation de groupe

## CONTENU

Connaissance de soi et de ses compétences comportementales (soft skills)  
Communication et type de personnalité  
Besoins et motivation

Construction de son image professionnelle :  
Cv  
Lettre de motivation  
Présentation orale  
Ecrits professionnels  
Rédaction de mails, présentation ppt

---

Les fondamentaux de la communication :  
Modèles et références théoriques  
Communication verbale et non-verbale  
Enjeux de la communication orale interpersonnelle  
Éléments facilitateurs de la relation

## **RESSOURCES**

## **PRÉREQUIS**

## **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC(participation)x0.4 + EO(10 min)x0.6

EC : Insertion professionnelle et Santé au travail	EC9CI3	coeff : 0.15
Enseignant(e-s) responsable : Thibaud J-C.		
CM : 6 h	TD : 7 h	TP : h
EC obligatoire		Proj : h
		Langue Français

## INTRODUCTION

Santé au travail : L'objectif de cet enseignement est de vous donner des repères sur la santé au travail et ses acteurs dans l'entreprise, et de vous apporter des connaissances sur le fonctionnement de l'Homme au travail.

## COMPÉTENCES VISÉES

Insertion professionnelle :

Savoir appréhender l'ensemble des outils liés à la recherche d'emploi et se préparer à l'entretien.

Santé au travail :

Connaître les différents aspects de la santé au travail

Savoir identifier et connaître le rôle des différents acteurs de la santé au travail dans l'entreprise.

Intégrer des repères sur l'analyse des situations de travail

Apprendre à intégrer les conditions réelles de travail dans la conduite des projets.

## CONTENU

Insertion professionnelle :

- Le CV 2.0, les outils (JobBoard, CV Vidéo, réseaux sociaux, le buz

- L'entretien de recrutement : entre théâtre et tragédie.

Santé au travail :

Développer des compétences sur l'analyse des situations de travail

Développer des connaissances sur les dimensions physique et cognitive du travail Développer des connaissances sur les "maux" du travail (TMS, RPS.)

Développer des connaissances sur les acteurs de la santé au travail (internes et externes) Etude d'un cas concret de conduite de projet intégrant les conditions de travail

## RESSOURCES

## PRÉREQUIS

## **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

Insertion professionnelle : CC(PA) Santé au travail : Proj (Sout)

EC : Management des ressources humaines		EC9CI4	coeff : 0.25
Enseignant(e-s) responsable : Fall A.			
CM : 14 h	TD : 4 h	TP : h	Proj : h
EC obligatoire			Langue Français

### INTRODUCTION

Ce cours propose une initiation à la gestion des ressources humaines (GRH). Il se donne pour objectif de former les étudiants aux principaux concepts et techniques nécessaires à la prise de décision dans ce domaine.

### COMPÉTENCES VISÉES

- Maîtriser les outils nécessaires à l'élaboration d'une Gestion Prévisionnelle des emplois et compétences (GPEC).
- Connaître les étapes du recrutement et les outils d'optimisation à disposition
- Connaître les différents dispositifs de la formation professionnelle.
- Être capable d'avoir un regard critique sur le système de rémunération d'une organisation et pouvoir être force de proposition pour son amélioration.
- Maîtriser les outils de l'évaluation du personnel
- Connaître les caractéristiques des équipes et les leviers du management des Hommes
- Être capable d'analyser une politique RH et de prendre les mesures d'ajustement requis

### CONTENU

Introduction à la GRH

Chapitre 1 : l'administration du personnel

Chapitre 2 : le recrutement - processus et optimisation

Chapitre 3 : la formation professionnelle

Chapitre 4 : les systèmes de rémunération

Chapitre 5 : l'évaluation du personnel Chapitre 6 : la GPEC

Chapitre 7 : le management des Hommes et des équipes

---

## **RESSOURCES**

- Encyclopédie des Ressources Humaines, sous la direction de José Allouche, Vuibert, 2006
- Fonction RH, Thévenet et ali., Pearson, 3ième édition, 2012
- Gestion des ressources humaines, de Jean-Marie Peretti, Vuibert, 2007
- Organisation et gestion de l'entreprise, de Richard Soparnot, Dunod, 2006

## **PRÉREQUIS**

## **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC(EE, 2h)

EC : Evaluation économique des process industriels		EC9CI5	coeff : 0.15
Enseignant(e-s) responsable : Alexandrova S.			
CM : 4 h	TD : 4 h	TP : h	Proj : 6 h
EC obligatoire			Langue Français

## INTRODUCTION

L'objectif de cet enseignement est de présenter les méthodes d'évaluation des investissements et des coûts opératoires des procédés.

Cet enseignement théorique est complété par des témoignages de partenaires industriels.

## COMPÉTENCES VISÉES

- Connaître les méthodes de base de l'évaluation économique des procédés.
- Etre capable de réaliser l'évaluation économique d'un procédé.

## CONTENU

### Chapitre 1. Eléments de calcul économique

- Etude de la rentabilité des projets : Impôts et les taxes ; Critères de rentabilité
- Coût opératoire et prix de revient : Définition et découpe du coût opératoire / prix de revient
- Les investissements : les diverses charges d'investissement
- Coût de la main-d'œuvre

### Chapitre 2. Investissements en Limites des Unités de Fabrication (ILUF)

- ILUF : structure moyenne, évaluation et estimation
- Précision des méthodes de calcul d'investissement
- Adaptation des données d'investissements

### Chapitre 3. Méthodes de calcul des investissements

- Les méthodes exponentielles (globales)
- Les méthodes factorielles
- Méthode pré-estimée de l'IFP : exemples

## RESSOURCES

Manuel d'évaluation économique des procédés, A. Chauvel et al - Technip Cost Engineering Analysis, W.R. Park, D.E. Jackson - John Wiley & Sons

---

Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Peters, Timmerhaus - Mc Graw Hill

## **PRÉREQUIS**

## **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC(EE, 1h, da : cours, ca)x1/2 + Proj(Rap)x1/2

UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE) :

Projet S9

ECTS : 4

Code UE : EC9PR

COMPÉTENCES VISÉES PAR L'UE :

Démontrer sa capacité à maîtriser simultanément toutes les compétences acquises précédemment

:

- compétences scientifiques,
- travail en équipe,
- gestion de projet,
- anglais technique et communication

LISTE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS (EC)  
CONSTITUANT L'UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE)

CODE EC	INTITULÉ EC
EC9PR1	Projet de conception

EC : Projet de conception	EC9PR1	coeff : 1
Enseignant(e-s) responsable : Olivier J.		
CM : h	TD : h	TP : h
		Proj : 100 h
EC obligatoire		Langue Français

### INTRODUCTION

Ce projet, effectué en groupe de 3 à 5 étudiants, consiste à concevoir et dimensionner une installation industrielle.

### COMPÉTENCES VISÉES

Démontrer sa capacité à maîtriser simultanément toutes les compétences scientifiques et en sciences humaines (communication écrite et orale, évaluation économique, anglais ...) acquises pendant sa scolarité à l'ENSGTI ainsi que l'aptitude au travail en équipe et à la gestion de projet.

### CONTENU

- Bilan de matière
- Bilan d'énergie
- Dimensionnement de 4 Opération Unitaires (en génie des procédés) ou 3 systèmes et une étude d'optimisation (en énergétique)
- Etude de sécurité
- Etude de contrôle commande
- Evaluation économique détaillée
- Etude de l'impact environnemental
- Bilan des utilités
- Schéma du procédé ou du système

### RESSOURCES

### PRÉREQUIS

Cours de 1A et 2A de l'ENSGTI

### MODALITÉS D'ÉVALUATION

Proj(rap, sout)x1/4 + Proj(rap, sout)x3/4

UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE) :

Stage Ingénieur S9

ECTS : 4

Code UE : EC9SI

COMPÉTENCES VISÉES PAR L'UE :

- Appliquer les compétences scientifiques acquises dans un environnement professionnel.
- Acquérir de nouvelles compétences scientifiques et techniques.
- Démontrer sa capacité à communiquer ses résultats sur tous supports.
- Développer ses compétences relationnelles (démontrer ses capacités au travail en équipe).
- Développer ses compétences cognitives (organiser son travail, transférer ses connaissances scientifiques et techniques).
- Démontrer sa connaissance de la gestion de la Sécurité et de la Santé au travail.
- Démontrer sa connaissance de la Gouvernance et de la gestion de l'Éthique de l'entreprise.

LISTE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS (EC)

CONSTITUANT L'UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE)

CODE EC	INTITULÉ EC
EC9SI1	Stage ingénieur ou Projet individuel encadré

EC : Stage ingénieur ou Projet individuel encadré	EC9SI1	coeff : 1
Enseignant(e-s) responsable : Kousksou T., Vaxelaire J.		
CM : h	TD : h	TP : h
		Proj : h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

Stage en entreprise de 2 à 4 mois, avec missions d'ingénieur ou Projet Individuel Encadré.

## COMPÉTENCES VISÉES

- Appliquer les compétences scientifiques acquises dans un environnement professionnel.
- Acquérir de nouvelles compétences scientifiques et techniques.
- Démontrer sa capacité à communiquer ses résultats sur tous supports.
- Développer ses compétences relationnelles (démontrer ses capacités au travail en équipe).
- Développer ses compétences cognitives (organiser son travail, transférer ses connaissances scientifiques et techniques).
- Démontrer sa connaissance de la gestion de la Sécurité et de la Santé au travail.
- Démontrer sa connaissance de la Gouvernance et de la gestion de l'Éthique de l'entreprise.

## CONTENU

Le stage ingénieur doit permettre à l'étudiant :

- de consolider et de mobiliser les connaissances acquises au cours des deux premières années du cycle ingénieur ;
- de compléter sa formation grâce à une mise en situation ;
- d'analyser l'adéquation entre son projet professionnel et la nature du stage ;
- de savoir rendre compte du travail accompli et des résultats obtenus ;
- de s'autoévaluer en termes de compétences (bilan personnel à la fin du stage) ;
- d'acquérir des connaissances en termes de Sécurité et de Santé au travail ;
- d'acquérir des connaissances au niveau de la Gouvernance et de la gestion de l'Éthique de l'entreprise.

Items spécifiques à développer pendant le stage d'ingénieur :

1. Sécurité et Santé au Travail (S&ST) :

- Comprendre les enjeux (humains, sociaux, économiques et juridiques) de la S&ST ;
- Préciser le classement du site industriel au sens réglementaire (site soumis à déclaration, enregistrement, autorisation, site SEVESO). Pourquoi ce classement par les services de l'Etat ?
- Observer la sécurité dans l'entreprise :
  - Définir les indicateurs (Taux de Fréquence, Taux de Gravité, Taux de cotisations accident du travail, ...). Existence d'indicateurs spécifiques à la sous-traitance ?
  - Identifier les sources d'informations disponibles (document unique, médecine du travail...)
  - Définir l'organisation du Retour d'Expérience ?
  - La déclaration d'accident (premiers soins, accident sans/avec arrêt de travail). Qui fait quoi ?
  - Analyse d'accident (recueil des faits, analyse d'accident, méthode d'analyse des accidents -par exemple construction d'Arbre des Causes-). Décrire l'organisation de ces procédures d'analyse d'accident.
  - Les actions de communication sur la sécurité ? Existence de bulletin à diffusion générale, type "flash sécurité", "flash accident".
  - Connaître l'organisation mise en place pour gérer une situation de crise : P.O.I. (Plan d'opération interne, P.P.I. (Plan Particulier d'Intervention),... ; identifier les acteurs.
  - Indiquer quelques actions préventives prévues dans l'entreprise
  - Indiquer les formations à la sécurité du personnel et des sous-traitants prévues

Analyse personnelle : l'étudiant doit indiquer les répercussions des contraintes de sécurité sur son poste de travail au sens large.

2. Gouvernance et Gestion de l'éthique de l'entreprise. Gouvernance de l'entreprise : Organisation de la gouvernance

Présentation de l'entreprise :

- Quel est le statut de l'entreprise (SA, SARL, filiale... ) ?
- Présenter l'organigramme de l'entreprise.
- Expliquer les rôles et responsabilités des services principaux dans cette gouvernance.
- Quelles sont les axes stratégiques de l'entreprise ?
- Quelles sont les valeurs mises en avant par l'entreprise (éthique, intégrité, innovation, satisfaction client...)
- Quels sont les liens entre la gouvernance de l'entreprise et l'équipe (service) dans laquelle se déroule le stage?

L'éthique en entreprise :

L'élève-ingénieur observera le comportement de l'entreprise par rapport aux partenaires économiques, étudiera les valeurs de l'entreprise, la lutte contre la fraude et la corruption, la conformité aux règles et règlements, la lutte contre le harcèlement et les discriminations...

Analyse personnelle : par exemple, comment la gouvernance a impacté le stage et/ou donner son

---

avis sur la gouvernance.

L'élève doit présenter dans son rapport de stage les deux items obligatoires (environ 2 pages par item), d'abord de manière générale, puis il développera sa propre analyse sur les sujets.

### **RESSOURCES**

Référentiel BES&ST : Bases Essentielles en Santé et Sécurité au Travail

### **PRÉREQUIS**

### **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

Sta(Tr, Rap, Sout)

## SPECIALITE Énergétique - Parcours TEDDI

3ème année - Semestre 9 - Spécialité Énergétique												
Parcours Transition Énergétique et Développement Durable dans l'Industrie (TEDDI)												
Unité d'Enseignement (UE)	Code		Élément Constitutif (EC)	Horaire (h)							ECTS / Coef.	
	UE	EC		Tot UE	Tot EC	Tot Prés.	CM	TD	TP	TA Proj.	ECTS UE	Coef. EC
Production, conversion et distribution de l'énergie	EE9IP	EE9IP1	Énergie nucléaire	225	54	36	32	4	18		8	0.24
		EE9IP2	Énergie du carbone		24	16	8	8	8			0.10
		EE9IP3	Renouvelable I : solaire		52	26	12	14	26	18		0.23
		EE9IP4	Renouvelable II : hydro et éolien		18	12	8	4	6			0.08
		EE9IP5	Renouvelable III : filières en développement		33	22	14	8	11			0.14
		EE9IP6	Réseaux énergétiques		44	20	12	8	24	12		0.21
Utilisation rationnelle de l'énergie	EE9IT	EE9IT1	Audit énergétique	177	60	30	30	0	30	10	6	0.34
		EE9IT2	Efficacité énergétique		48	28	14	14	20	20		0.27
		EE9IT3	Stockage		16	8	8	0	8			0.09
		EE9IT4	Physique avancée		53	28	22	6	25	25		0.30
<b>Total Parcours</b>				<b>402</b>	<b>226</b>	<b>160</b>	<b>66</b>	<b>0</b>	<b>176</b>	<b>85</b>	<b>14</b>	
<b>Total TC + Parcours</b>				<b>609</b>	<b>299</b>						<b>26</b>	

UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE) :

Production, conversion et distribution de l'énergie

ECTS : 8

Code UE : EE9IP

COMPÉTENCES VISÉES PAR L'UE :

- Maîtrise de l'ensemble des filières de production de l'énergie
- Maîtrise des vecteurs énergétiques et des opérateurs et modes de livraison de l'énergie
- Savoir-faire en termes de dimensionnement et de modes de fonctionnement

LISTE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS (EC)  
CONSTITUANT L'UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE)

CODE EC	INTITULÉ EC
EE9IP1	Énergie nucléaire
EE9IP2	Énergie du carbone
EE9IP3	Renouvelable I : solaire
EE9IP4	Renouvelable II : hydro et éolien
EE9IP5	Renouvelable III : filières en développement
EE9IP6	Réseaux énergétiques

EC : Énergie nucléaire	EE9IP1	coeff : 0.24
Enseignant(e-s) responsable : DOUCET S., POIXBLANC N.		
CM : 32 h	TD : 4 h	TP : h
		Proj : h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

L'objet de ce cours est de présenter aux étudiants le fonctionnement d'un réacteur à eau sous pression, et les paramètres intrinsèques associés, ainsi que les grands principes de la sûreté nucléaire en exploitation.

## COMPÉTENCES VISÉES

- Être capables de décrire le fonctionnement d'un réacteur.
- Être capables d'identifier et de maîtriser les paramètres de production.
- Être initiés aux principes de la sûreté nucléaire.
- Pouvoir analyser un incident nucléaire.

## CONTENU

### Partie 1 : Risques et sûreté

1. Généralités
2. La radioprotection
3. Sûreté nucléaire
4. Rédaction d'une analyse de sûreté / principes
5. Les risques
6. L'impact en fonctionnement normal et incidentel
7. Étude de cas

### Partie 2 : Réacteurs

1. Introduction : la production d'énergie nucléaire
2. Principes de fonctionnement d'un REP
3. Physique nucléaire
4. Interactions Primaire/Secondaire
5. Sûreté

- 
6. Radioprotection
  7. Situations accidentelles et accidents graves
  8. Three Mile Island
  9. Tchernobyl
  10. Fukushima

## **RESSOURCES**

## **PRÉREQUIS**

Thermodynamique des cycles combinés, Transferts thermiques

## **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC (EE, 2h, sd) \*0.5 + CC (EE, 2h, sd) \*0.5

EC : Énergie du carbone	EE9IP2	coeff : 0.1
Enseignant(e-s) responsable : DUCOUSSO M.		
CM : 8 h	TD : 8 h	TP : h
		Proj : h
EC obligatoire		Langue Anglais

### INTRODUCTION

L'objet de ce cours est de présenter aux étudiants les grands moyens de production d'énergie basés sur des ressources fossiles, du pétrole au gaz en passant par le charbon.

### COMPÉTENCES VISÉES

- Etre capables de décrire le fonctionnement et d'opérer une centrale thermique.
- Etre capables d'identifier et de maîtriser les paramètres de production.

### CONTENU

- Contexte et enjeux de l'utilisation des centrales thermiques pour la production d'électricité
- Fonctionnement des installations motrices à vapeur
- Fonctionnement des turbines à gaz
- Fonctionnement des centrales à cycles combinés

### RESSOURCES

R. Gicquel, Systèmes énergétiques, Tomes 1 et 2, Paris : Presse de l'Ecole des Mines, 2009, 372 p et 378 p  
J. H. Horlock, Advance gas turbine cycles, Elsevier Sciences, 2003, 230 p

### PRÉREQUIS

Cours de : Combustion industrielle (2A), Thermodynamique des cycles (2A)

### MODALITÉS D'ÉVALUATION

CC (EE, 1h, sd) x 0.5 + CC (EE, 1h, sd) x 0.5

EC : Renouvelable I : solaire	EE9IP3	coeff : 0.23
Enseignant(e-s) responsable : GIBOUT S., MASSIP G., SERRA S.		
CM : 12 h	TD : 14 h	TP : h
		Proj : 18 h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

L'objet de ce cours est de présenter aux étudiants les spécificités des énergies renouvelables basées sur le solaire.

## COMPÉTENCES VISÉES

- Être capables de distinguer les diverses formes de renouvelable solaire.
- Être capables d'estimer la ressource solaire.
- Être capables de développer et opérer des centrales de productions solaires.

## CONTENU

La ressource solaire

1. Généralités
2. Rayonnement solaire hors atmosphère
3. Ressource disponible au sol et interaction avec l'atmosphère

Solaire thermique et hélio-thermodynamique

1. Introduction
2. Les différents types de capteur
3. Production de chaleur et/ou d'électricité

Solaire photovoltaïque

1. Rappels d'électricité
2. La conversion photo-électrique
3. Organisation d'une centrale de production (récepteurs, onduleurs...)

## RESSOURCES

---

## **PRÉREQUIS**

Thermodynamique, Transferts thermiques, Électricité

## **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC (EE, 1h, sd) x 0.8 + CC (EE, 1h, sd, ca) x 0.2

EC : Renouvelable II : hydro et éolien	EE9IP4	coeff : 0.08
Enseignant(e-s) responsable : CHABANAS. C, LARA CRUZ J.		
CM : 8 h	TD : 4 h	TP : h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

L'objet de ce cours est de présenter aux étudiants les spécificités des énergies renouvelables basées sur la ressource marine et hydraulique, et éolienne.

## COMPÉTENCES VISÉES

- Être capables de distinguer les diverses formes de renouvelable hydraulique et éolien.
- Connaître les divers moyens de transformation de l'énergie mécanique afin de développer et opérer des centrales électriques.

## CONTENU

### 1. Eolien:

- Comparaison éolien onshore x offshore
- Mesure et représentation statistique de la ressource éolienne
- Principe d'estimation de la production
- Energie du vent et part récupérable (théorie de Betz)
- Technologie des aéro-générateurs

### 2. Hydroélectricité offshore:

- Energie marémotrice
- Hydroliennes
- Energie des vagues

### 3. Hydroélectricité onshore

## RESSOURCES

Adcock T. et al.: The fluid mechanics of tidal stream energy conversion, Annual Review of Fluid Mechanics, 2021, 287-310

Barbarit A.: L'énergie des vagues: ressource, technologies et performance, ISTE editions, 2018

---

Bonefille R.: Energie des marées et des courants en France, Techniques de l'Ingénieur, 2013  
Lampérière F.: Usines marémotrices pour le XXIème siècle, Techniques de l'Ingénieur, 2013  
Rapin M. et Laconte P.: Eoliennes, principes de base et potentiel de conversion, Techniques de l'Ingénieur, 2017

### **PRÉREQUIS**

Mécanique des fluides I (EC16TM4) et technologies des turbomachines (EE28AP4)

### **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC (EE, 1h, sd) x 0.5 + CC (EE, 1h, sd) x 0.5

EC : Renouvelable III : filières en développement	EE9IP5	coeff : 0.14
Enseignant(e-s) responsable : Porfirio J., MARIAS F., CHABAB S., Rahain W., Lalanne L.		
CM : 14 h	TD : 8 h	TP : h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

L'objet de ce cours est de présenter aux étudiants les spécificités des énergies renouvelables en cours de développement ou de déploiement.

## COMPÉTENCES VISÉES

- Être capables d'identifier les futures filières de production renouvelable, et les sauts technologiques et/ou économiques nécessaires à leur développement
- Connaître les divers aspects technologiques du développement de ces filières.
- Maîtriser les bases physiques de chaque filière

## CONTENU

### Filière hydrogène

1. Mieux connaître l'hydrogène
2. Stockage d'énergie
3. Piles à combustible
4. Domaines d'application

### Géothermie

1. Contexte
2. Généralités
3. Applications
4. Etudes de cas

### Biomasse

1. Introduction
2. Bio-combustibles
3. Bio-gaz

---

#### 4. Agro-carburants

##### **RESSOURCES**

##### **PRÉREQUIS**

##### **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC (EE, 1h, sd) x 0.4 + CC (EE, 1h, sd) x 0.3 + CC (EE, 1h, sd) x 0.3

EC : Réseaux énergétiques

EE9IP6

coeff : 0.21

Enseignant(e-s) responsable : ALBERDI G., RICAUD X. FONT-SALLES O., CONQUES F., PERRIN G.

CM : 12 h

TD : 8 h

TP : h

Proj : 12 h

EC obligatoire

Langue Français

## INTRODUCTION

L'objectif de ce cours est de présenter aux étudiants les divers types de réseaux de transport de l'énergie, et les techniques associées ainsi que les méthodes de gestion en production.

## COMPÉTENCES VISÉES

- Être capables de décrire les divers réseaux énergétiques.
- Maîtriser les notions associées à leur utilisation quotidienne.

## CONTENU

1. Les réseaux électriques
  - 1.1 Production de l'électricité
  - 1.2 Transport de l'électricité
  - 1.3 Distribution
  - 1.4 Régimes de concession
  - 1.5 Smart-grids
2. Les réseaux gaz
  - 2.1 Généralités
  - 2.2 La chaîne gazière
  - 2.3 Le marché du gaz naturel
3. Les réseaux de chaleur et de froid
  - 3.1 Introduction
  - 3.2 Constituants d'un RDC/RDF

## RESSOURCES

---

## **PRÉREQUIS**

Thermodynamique des cycles combinés, Transferts thermiques

## **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC (EE, 1h, sd) x 0.5 + Proj (rap) x 0.5

UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE) :

Utilisation rationnelle de l'énergie

ECTS : 6

Code UE : EE9IT

COMPÉTENCES VISÉES PAR L'UE :

- Maîtrise de la situation globale du monde de l'énergie et des différents acteurs
- Maîtrise des différents aspects socio-économiques et politiques autour de l'énergie
- Maîtrise de la consommation énergétique
- Maîtrise de l'impact d'un projet énergétique

LISTE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS (EC)  
CONSTITUANT L'UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE)

CODE EC	INTITULÉ EC
EE9IT1	Audit énergétique
EE9IT2	Efficacité énergétique
EE9IT3	Stockage
EE9IT4	Physique avancée

EC : Audit énergétique	EE9IT1	coeff : 0.34
Enseignant(e-s) responsable : BARBE L.		
CM : 30 h	TD : 0 h	TP : h
		Proj : 10 h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

L'objectif de ce cours est d'aborder les différentes méthodes de réalisation d'un audit énergétique, puis de proposer des sources d'économie en analysant le fonctionnement de certains appareils.

## COMPÉTENCES VISÉES

- Être capables de réaliser un bilan énergétique électrique.
- Être capables de réaliser un bilan énergétique thermique.
- Maîtriser les différentes sources d'optimisation énergétique.

## CONTENU

1. Introduction
2. Notions de base
  - a. Ratios
  - b. Tarifications
  - c. Méthodologie
3. Matériels de mesure
4. Gisements d'économie d'énergie
  - a. Chauffage et ECS
  - b. Éclairage, ventilation et traitement de l'air
  - c. Froid et climatisation
5. Utilisation et intégration d'énergies renouvelables

## RESSOURCES

Mémotech Génie Energétique

---

Guides techniques ADEME

## **PRÉREQUIS**

## **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC (EE, 1h, sd) x 0.5 + CC (EE, 1h, sd) x 0.5

EC : Efficacité énergétique	EE9IT2	coeff : 0.27
Enseignant(e-s) responsable : GUELLIL M., SOCHARD S.		
CM : 14 h	TD : 14 h	TP : h
		Proj : 20 h
EC obligatoire		Langue Fr/En

## INTRODUCTION

L'objectif de ce cours est d'aborder l'efficacité énergétique, dont le but est de produire autant ou plus en consommant moins. Ceci permet d'allier des impératifs de développement industriel et économique à des critères de respect de l'environnement et de diminution des consommations.

## COMPÉTENCES VISÉES

- Connaître et maîtriser les flux d'énergie.
- Savoir conduire des études intégrant les notions d'efficacité.

## CONTENU

1. Les enjeux de l'efficacité énergétique
2. L'efficacité énergétique dans la production d'énergie
  - a. Les combustibles
  - b. La production d'électricité
  - c. La production de chaleur
3. Gestion et management de projets industriels
4. Analyse pinch

## RESSOURCES

Mémotech Génie Energétique  
Guides techniques ADEME

## PRÉREQUIS

## MODALITÉS D'ÉVALUATION

Proj (PA) x 0.5 + Proj (Rap) x 0.5

EC : Stockage

EE9IT3

coeff : 0.09

Enseignant(e-s) responsable : BEDCARRATS J.-P.

CM : 8 h

TD : 0 h

TP : h

Proj : h

EC obligatoire

Langue Anglais

## INTRODUCTION

L'idée de stocker de l'énergie pour l'utiliser à la demande reste un des défis importants à relever pour un système énergétique plus sûr et plus performant. L'objectif de ce cours est d'apporter aux étudiants une connaissance des bases et des applications sur le stockage de l'énergie.

## COMPÉTENCES VISÉES

- Maîtriser les mécanismes de stockage de l'énergie.
- Connaître les installations de stockage de l'électricité.
- Connaître les installations de stockage du froid et de la chaleur.
- Connaître les installations de stockage du  $CO_2$ .

## CONTENU

1. Introduction
2. Les besoins énergétiques
3. Technologies de stockage
  - a. Stockage mécanique
  - b. Stockage chimique
  - c. Stockage magnétique
  - d. Stockage thermique
4. L'hydrogène pour stocker de l'énergie
  - a. Caractéristiques de l'hydrogène
  - b. Technologies de stockage
  - c. Production d'hydrogène

---

5. Comparaison des technologies

6. Capture et stockage du CO<sub>2</sub>

### **RESSOURCES**

Thermal Energy Storage : Systems and Applications. Ibrahim Dincer, Marc Rosen. Wiley, 2002.  
Stockage par chaleur latente. Jean-Pierre Dumas. Techniques de l'Ingénieur BE9-7751-22, 2002.  
Heat and cold storage with PCM. An up to date introduction into basics and applications.  
Harald Mehling. Luisa F. Cabeza. Series: Heat and Mass Transfer. Springer, 2008.

### **PRÉREQUIS**

### **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC (EE,2h, da:cours et TD, ca)

EC : Physique avancée	EE9IT4	coeff : 0.3
Enseignant(e-s) responsable : CHABAB S., MANCEAU R.		
CM : 22 h	TD : 6 h	TP : h
		Proj : 25 h
EC obligatoire		Langue Anglais

## INTRODUCTION

L'objectif de ce cours est d'apporter des éléments théoriques supplémentaires nécessaires à l'analyse de systèmes énergétiques complexes.

## COMPÉTENCES VISÉES

- Être capables de concevoir un système complet.
- Être capables d'optimiser un système énergétique.

## CONTENU

1. Turbines à gaz
  - a. Différentes familles
  - b. Principes de fonctionnement
  - c. Conception et développement
  - d. Essais moteur et certification
2. Modélisation de la turbulence
  - a. Rappels de CFD
  - b. RANS
  - c. LES, URANS and hybrid RANS, LES

## RESSOURCES

## PRÉREQUIS

## MODALITÉS D'ÉVALUATION

CC (EE, 1h30min, da:tous, ca) x 0.25 + Proj (Rap) x 0.75

## SPECIALITE Energétique - Parcours SB

3ème année - Semestre 9 - Spécialité Energétique												
Parcours Smart Building (SB)												
Unité d'Enseignement (UE)	Code		Élément Constitutif (EC)	Horaire (h)							ECTS / Coef.	
	UE	EC		Tot UE	Tot EC	Tot Prés.	CM	TD	TP	TA	Proj.	ECTS UE
Bâtiment	EE9BC	EE9BC1	Bâtiment	210	52	30	22	8	22	0	7	0.25
		EE9BC2	Confort		66	42	30	12	24	0		0.31
		EE9BC3	Energétique		92	32	24	8	60	56		0.44
Systèmes Energétiques	EE9BS	EE9BS1	Fluidique	210	100	40	20	20	60	60	7	0.48
		EE9BS2	ENR et R1 - Solaire		68	32	16	16	36	48		0.32
		EE9BS3	ENR et R2 - Biomasse - Stockage		42	18	12	6	24			0.20
<b>Total Parcours</b>				<b>420</b>	<b>194</b>	<b>124</b>	<b>70</b>	<b>0</b>	<b>226</b>	<b>164</b>	<b>14</b>	
<b>Total TC + Parcours</b>				<b>627</b>	<b>267</b>						<b>26</b>	

UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE) :

Bâtiment

ECTS : 7

Code UE : EE9BC

COMPÉTENCES VISÉES PAR L'UE :

- Maîtriser le vocabulaire technique propre au domaine de la construction
- Comprendre et prédire le comportement thermique des bâtiments
- Évaluer les performances en termes de confort et connaître les technologies de remédiations

LISTE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS (EC)  
CONSTITUANT L'UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE)

CODE EC	INTITULÉ EC
EE9BC1	Bâtiment
EE9BC2	Confort
EE9BC3	Energétique

EC : Bâtiment	EE9BC1	coeff : 0.25
Enseignant(e-s) responsable : Garnesson T. ; S. Gibout, PEREVOZCHIKOV I.		
CM : 22 h	TD : 8 h	TP : h
		Proj : 0 h
EC obligatoire		Langue Français

### INTRODUCTION

L'objectif de ce module est de fournir aux élèves ingénieurs énergéticiens les connaissances et le vocabulaire de base du domaine de la construction. Les maquettes numériques (BIM) seront abordées.

Il comprend également une introduction aux systèmes de Gestion Technique Centralisée/du Bâtiment.

### COMPÉTENCES VISÉES

- Pouvoir identifier les différents corps de métier intervenant dans la construction
- Connaître les différents matériaux et leurs domaines d'utilisation
- Lire et comprendre un plan
- Identifier – sur plan ou sur chantier – les différents points singuliers pouvant avoir un impact sur les performances thermiques.
- Connaître les fonctionnalités et usages des systèmes de GTB/GTC.

### CONTENU

- Matériaux de construction et technique constructive associée
- Technologie de la construction
- Lecture de plan
- Points singuliers : ponts thermiques et infiltrations
- Maquettes numériques et BIM
- Visites de chantier (si possible)
- Les systèmes de GTB / GTC

### RESSOURCES

Cours de thermique du bâtiment

### PRÉREQUIS

---

**MODALITÉS D'ÉVALUATION**  
CC (EE, 2h, sd, ca)

EC : Confort	EE9BC2	coeff : 0.31
Enseignant(e-s) responsable : C. HORT, LARRIEU B., L. ZALEWSKI		
CM : 30 h	TD : 12 h	TP : h
		Proj : 0 h
EC obligatoire		Langue Français

### INTRODUCTION

Le rôle premier d'un bâtiment est de créer un "espace intérieur" dans le but d'assurer un niveau de confort aux usagers. On pensera en premier lieu au confort hygrothermique, mais il est nécessaire de considérer également la qualité de l'air intérieur et l'éclairage.

### COMPÉTENCES VISÉES

- définir les contraintes de confort propres à un usage
- évaluer les performances d'un local par rapport à ces contraintes
- définir les moyens à mettre en œuvre pour atteindre cet objectif

### CONTENU

- Qualité de l'air
- Confort thermique
- Éclairage naturel et artificiel

### RESSOURCES

### PRÉREQUIS

Thermique du Bâtiment, Traitement de l'Air

### MODALITÉS D'ÉVALUATION

CC(2h,EE)\*3/4 + CC(1h,EE)\*1/8 + CC(1h,EE)\*1/8

EC : Energétique	EE9BC3	coeff : 0.44
Enseignant(e-s) responsable : B. DELFORGES		
CM : 24 h	TD : 8 h	TP : h
Proj : 56 h		
EC obligatoire	Langue Français	

### INTRODUCTION

Ce module regroupe dans une approche cohérente les outils prédiction et d'analyse du comportement thermique d'un bâtiment et les outils.

### COMPÉTENCES VISÉES

- Appréhender les lois physiques propres au domaine du bâtiment
- Savoir utiliser un logiciel de STD
- Analyser les résultats de STD et identifier les pistes d'amélioration
- Savoir réaliser une étude réglementaire
- Maitriser l'outil Pléiades

### CONTENU

- Les réglementations thermiques (RT)
- Simulation thermique Dynamique
- Audit énergétique dans le bâtiment

### RESSOURCES

### PRÉREQUIS

Thermique du bâtiment, Traitement de l'Air, Transferts thermiques

### MODALITÉS D'ÉVALUATION

CC (EE, 1h, sd) x 1/2 + Proj(Rap.) x 1/2

UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE) :

Systemes Energétiques

ECTS : 7

Code UE : EE9BS

COMPÉTENCES VISÉES PAR L'UE :

- Connaître les équipements thermiques permettant de maintenir le niveau de confort choisi
- Savoir dimensionner les réseaux fluides
- Savoir dimensionner les systèmes de production renouvelables

LISTE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS (EC)  
CONSTITUANT L'UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE)

CODE EC	INTITULÉ EC
EE9BS1	Fluidique
EE9BS2	ENR et R1 - Solaire
EE9BS3	ENR et R2 - Biomasse - Stockage

EC : Fluidique		EE9BS1	coeff : 0.48
Enseignant(e-s) responsable : N. CHARTRAIN			
CM : 20 h	TD : 20 h	TP : h	Proj : 60 h
EC obligatoire			Langue Français

## INTRODUCTION

Conception et dimensionnement des installations de ventilation, chauffage, climatisation et plomberie

## COMPÉTENCES VISÉES

- Savoir dimensionner une installation complète
- Évaluer et sélectionner les différentes options technologiques
- Rédiger de notes de calculs

## CONTENU

- Introduction Ventilation

- VMC simple/double flux

- o Centrale de traitement de l'air
- o Extraction et diffusion
- o Protection incendie Chauffage et climatisation

- Rappels RT2012

- o Bilans thermique et climatique
- o Types d'émetteur
- o Réseau de distribution (Pertes de charges, calorifugeage, etc)
- o La production de chaleur et de froid
- o Schémas d'installation type

- Plomberie – Eau chaude sanitaire

- o Définition des besoins
- o Types de production
- o Schémas d'installation type

---

## **RESSOURCES**

Mémotech Génie Énergétique

## **PRÉREQUIS**

Thermique du bâtiment, traitement de l'air, Thermodynamique appliquée, réseaux fluides

## **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

Proj(Rap)

EC : ENR et R1 - Solaire

EE9BS2

coeff : 0.32

Enseignant(e-s) responsable : S. GIBOUT, R. SUBILEAU

CM : 16 h

TD : 16 h

TP : h

Proj : 48 h

EC obligatoire

Langue Fr/En

## INTRODUCTION

Ce cours aborde les différentes facettes de l'énergie solaire en partant de la ressource et en se focalisant vers les deux procédés de conversions adaptés aux bâtiments : Solaire thermique et photovoltaïque.

## COMPÉTENCES VISÉES

- Estimer la ressource solaire en un lieu donnée
- Savoir dimensionner un équipement de production thermique (individuel / collectif)
- Comprendre les principes de la conversion photovoltaïque
- Savoir dimensionner un système de production photovoltaïques et connaître le cadre réglementaire associé.

## CONTENU

1. Estimation de la ressource solaire
2. Conversion thermique
3. Conversion photovoltaïque

## RESSOURCES

## PRÉREQUIS

## MODALITÉS D'ÉVALUATION

CC (EE, 2h, sd) \* 1/3 + Proj (Rap) x 2/3

EC : ENR et R2 - Biomasse - Stockage

EE9BS3

coeff : 0.2

Enseignant(e-s) responsable : J.-P. BEDECARRATS, Marias F.

CM : 12 h

TD : 6 h

TP : h

Proj : h

EC obligatoire

Langue Français

## INTRODUCTION

Ce cours se décompose en deux parties distinctes concernant respectivement l'utilisation énergétique de la biomasse (combustion principalement) et la problématique du stockage de l'énergie.

## COMPÉTENCES VISÉES

- Connaître les installations de stockage de l'électricité.
- Connaître les installations de stockage du froid et de la chaleur.
- Connaître les principales utilisations énergétiques de la biomasse.

## CONTENU

1. Technologies de stockage de l'énergie thermique (sensible, latent, chimique)
2. Technologies de stockage de l'énergie électrique
3. Biomasse et valorisation énergétique

## RESSOURCES

## PRÉREQUIS

## MODALITÉS D'ÉVALUATION

CC (EE,2h, da:cours et TD, ca)x2/3+CC (EE, 1h, sd)x1/3

## SPECIALITE Génie des Procédés - Parcours PE

3ème année - Semestre 9 - Spécialité Génie des Procédés												
Parcours Procédés pour l'Environnement (PE)												
Unité d'Enseignement (UE)	Code		Élément Constitutif (EC)	Horaire (h)							ECTS / Coef.	
	UE	EC		Tot UE	Tot EC	Tot Prés.	CM	TD	TP	TA	Proj	ECTS UE
Procédés de traitement	PT9ET	PT9ET1	Traitement des eaux usées	193	55	25	18	7	30	20	7	0.29
		PT9ET2	Traitement des déchets		52	27	27	25	8	0.29		
		PT9ET3	Traitement des polluants gazeux		56	26	13	13	30	20		0.29
		PT9ET4	Eau potable		30	20	20	10		0.13		
Biologie et analyses	PT9EB	PT9EB1	Biologie et microbiologie	190	55	30	20	10	25	20	7	0.29
		PT9EB2	Cinétiques et réactions biologiques		27	15	8	7	12			0.14
		PT9EB3	Métriologie de l'eau		31	16	8	8	15			0.21
		PT9EB4	Métriologie de l'air		45	25	13	13	20			0.21
		PT9EB5	Travaux Pratiques		32	32			32			0.15
<b>Total Parcours</b>				<b>383</b>	<b>216</b>	<b>127</b>	<b>58</b>	<b>32</b>	<b>167</b>	<b>68</b>	<b>14</b>	
<b>Total TC + Parcours</b>				<b>590</b>	<b>289</b>						<b>26</b>	

UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE) :

Procédés de traitement

ECTS : 7

Code UE : PT9ET

COMPÉTENCES VISÉES PAR L'UE :

- Connaître et savoir sélectionner les procédés de traitement d'effluents et de déchets gazeux, liquides ou solides
- Savoir dimensionner les principales Opérations Unitaires spécifiques aux différentes filières de traitement envisageables

LISTE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS (EC)  
CONSTITUANT L'UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE)

CODE EC	INTITULÉ EC
PT9ET1	Traitement des eaux usées
PT9ET2	Traitement des déchets
PT9ET3	Traitement des polluants gazeux
PT9ET4	Eau potable

EC : Traitement des eaux usées	PT9ET1	coeff : 0.29
Enseignant(e-s) responsable : Vaxelaire J., Salin D.		
CM : 18 h	TD : 7 h	TP : h
		Proj : 20 h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

Dans un but de protection de l'environnement de nombreux procédés ont été développés pour le traitement des eaux usées. Ce cours présente une revue des principaux procédés utilisés pour l'épuration des eaux urbaines et industrielles. Des éléments de dimensionnement des divers systèmes sont également décrits.

**COMPÉTENCES VISÉES** Après ce cours, les étudiants doivent :

- avoir les connaissances de base relatives au domaine du traitement des eaux usées
- avoir les connaissances de base en ce qui concerne les phénomènes physiques, chimiques et biologiques impliqués dans les procédés classiques de traitement
- être capable de dimensionner et de suivre des installations classiques de traitement des eaux usées

## CONTENU

Partie I: Traitements physico- chimiques

Prétraitements (Dégrillage-Tamissage- Dessablage- dégraissage)

Décantation

Flottation

Filtration sur lit granulaire

Partie II:

Traitement biologique

Principes de l'épuration biologique (les différents processus impliqués, élimination du carbone, azote, phosphore)

Les procédés à cultures libres (boues activées, lagunages, bioréacteurs à membranes)

Les procédés à cultures fixés (notion de biofilm, lits immergés, lits bactériens, biodisques,)

---

## Les procédés adaptés aux petites collectivités

Partie III:  
Retour d'expérience

### RESSOURCES

- DEGREMONT "Memento technique de l'eau", Ed. Degrémont Suez, 10th édition, 2005.
- HENDRICKS D., "Water treatment unit processes, physical and chemical", Ed. Taylor and Francis, 2006.
- HENZE M., HARREMOES P., LA COUR JANSEN J., ARVIN E. "Wastewater treatment", Ed. Springer, 1996.

### PRÉREQUIS

Introduction au génie chimique

### MODALITÉS D'ÉVALUATION

Proj (Rap, Sout)x1/2 + CC (EE, 1h, sd) x1/2 + CC(EE, 5 min, à chaque CM/TD, sd, note unique/20  
= bonus (+1 si note  $\geq 10$ , +2 si note  $\geq 15$ ))x1

EC : Traitement des déchets	PT9ET2	coeff : 0.29
Enseignant(e-s) responsable : Baron T., Le Boulicaut C. , Mercadier J., Vaxelaire J.		
CM : 27 h	TD : h	TP : h
		Proj : 8 h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

Dans un but de protection de l'environnement de nombreux procédés ont été développés pour le traitement des déchets. Ce cours présente une revue des principaux procédés utilisés pour le traitement des déchets urbains et industriels. Des éléments de dimensionnement des divers systèmes sont également décrits

**COMPÉTENCES VISÉES** Après ce cours, les étudiants doivent :

- avoir les connaissances de base relatives au domaine du traitement des déchets
- avoir les connaissances de base en ce qui concerne les phénomènes physiques, chimiques et biologiques impliqués dans les procédés classiques de traitement
- être capable de dimensionner et de suivre des installations classiques de traitement

## CONTENU

### Partie I: Incinération

Introduction à la gestion des déchets

Le procédé d'incinération : stockage, four chaudière, cogénération, traitement de fumées

### Partie II: Oxydation Hydrothermale

Oxydation sous critique de déchets organique : présentation de différents procédés

Oxydation dans l'eau supercritique : intérêt et pilotes

### Partie III: Traitement des boues

Production de boues et législation

Caractérisation (physique, chimique et biologique)

Options pour l'utilisation des boues biologiques et pour leur élimination

Options de traitement,

-Stabilisation (digestions anaérobie et aérobie, stabilisation chimique, compostage)

---

-Déshydratation (conditionnement, épaissement, déshydratation mécanique, séchage thermique)

Partie IV: Etude de cas.

Traitement des déchets plastiques

Evolution des plastiques et sources de déchets

Avantages et difficultés du recyclage des plastiques : aspects environnementaux, économiques et sociaux

Différents procédés de traitement : mécanique, incinération avec récupération d'énergie

Analyse du cycle de vie

### **RESSOURCES**

Sludge into biosolids. Processing, disposal and utilization, Ed L. Spinoso and P.A. Vesilind, IWA Publishing, 2001.

Sludge engineering, Ed. F.D. Sanin, W.W. Clarkson, P.A. Vesilind, DEStech Publications, Inc., 2011.

Traiter et valoriser les boues, OTV, 1997.

L'incinération des déchets ménagers, J.Y Legoux et C. Le Douce. Economica, 1995

### **PRÉREQUIS**

Notions de base de génie des procédés

### **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC (EE, 2h, sd, ca)x4/5 + Projx1/5

EC : Traitement des polluants gazeux	PT9ET3	coeff : 0.29
Enseignant(e-s) responsable : Hort C., Sochard S.		
CM : 13 h	TD : 13 h	TP : h
		Proj : 20 h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

Dans l'objectif de protéger notre environnement et notre santé de nombreux procédés ont été développés pour le traitement de l'air. Ce cours présente l'état de l'art des principaux procédés utilisés pour le traitement d'effluents gazeux industriels. Les procédés de traitement de l'air intérieur seront aussi abordés. Des éléments de dimensionnement des divers systèmes sont également décrits.

**COMPÉTENCES VISÉES** Après ce cours, les étudiants doivent :

- avoir les connaissances de base relatives au domaine du traitement de l'air
- avoir les connaissances de base en ce qui concerne les phénomènes physiques, chimiques et biologiques impliqués dans les procédés classiques de traitement
- être capable de dimensionner et de suivre des installations classiques de traitement de l'air

## CONTENU

Partie I: Traitement des effluents gazeux

- Introduction aux traitements de l'air et des effluents gazeux
  - Les polluants de l'air
  - Approche globale des traitements de l'air
- Dépoussiérage
- Traitement des gaz acides
- Dénitrification des fumées
- Oxydations thermique et catalytique
- Adsorption
- Absorption
- Stockage géologique de CO<sub>2</sub>

## Partie II: Traitements biologiques

- Traitements biologiques

  - Etat de l'art

  - Biofiltre

  - Biolaveur

  - Filtre percolateur

  - Autres traitements biologiques (bio-réacteur membranaire...)

  - Aspects de modélisation

  - Mise en œuvre de biofiltres et biolaveurs industriels

- Applications au traitement de l'air intérieur

### RESSOURCES

Popescou M., Blanchard J.M., Carré J. – Analyse et traitement physicochimique des rejets atmosphériques industriels, Tec & Doc Lavoisier Paris, 1998, ISBN 2-7430-0247-6

Le Cloirec P. – Les composés organiques volatils (COV) dans l'environnement, Tec & Doc Lavoisier Paris, 1998, ISBN 2-7430-0232-8

Kennes C. and Veiga M.C. – Bioreactors for waste Gas Treatment, Kluwer Academic Publishers 2001

Shareefdeen Z. and Singh A. – Biotechnology for odor and air pollution control, Springer, 2005

S. Biccocchi - Les polluants et les techniques d'épuration des fumées, Lavoisier Tec & Doc, Paris 1998

### PRÉREQUIS

Introduction au génie chimique, thermodynamique des solutions, modélisation, Techniques séparatives, réacteurs biologiques

### MODALITÉS D'ÉVALUATION

CC(EE, 2h, ca) x0.67+ Proj(Sout)x0.33

EC : Eau potable		PT9ET4	coeff : 0.13
Enseignant(e-s) responsable : Salin D.			
CM : 20 h	TD : h	TP : h	Proj : h
EC obligatoire			Langue Français

## INTRODUCTION

Dans un but sanitaire de nombreux procédés ont été développés pour la production d'eau potable. Ce cours présente une revue des principaux procédés mis en œuvre ainsi que les éléments de base nécessaire à la mise en place des réseaux de distribution de l'eau potable. Des éléments de dimensionnement des divers systèmes sont également décrits.

**COMPÉTENCES VISÉES** Après ce cours, les étudiants doivent :

- avoir les connaissances de base relatives au domaine de la production et la distribution de l'eau potable
- avoir les connaissances de base en ce qui concerne les phénomènes physiques, chimiques et biologiques impliqués dans les procédés classiques de traitement
- être capable de dimensionner et de suivre des installations classiques

## CONTENU

Partie I: Production d'eau potable

Généralités : besoins, ressources, réglementations

Traitement des eaux souterraines :

- déferrisation et démanganisation
- traitement de l'ammoniaque
- autres traitements : arsenic, fluor...
- désinfection par chloration

-traitements complémentaires : neutralisation, équilibre calco-carbonique

Traitement des eaux de surface

- filière classique : prétraitements, floculation, décantation, filtration
- stérilisation : ozonation, UV, chloration
- traitements complémentaires : procédés membranaires, charbon actif

## Partie II: Hydraulique et réseaux

### Notions d'hydraulique

- rappels sur la notion d'énergie – théorème de Bernoulli
- notions de pertes de charge – ligne piézométrique
- formules de calcul simplifiées Calcul des réseaux d'eau potable
- Typologie des tuyaux et des pièces d'un réseau
- Conception et dimensionnement d'un réseau de distribution Stations de pompage
- éléments constitutifs
- dimensionnement
- problèmes particuliers : coup de bélier

### RESSOURCES

- DEGREMONT "Memento technique de l'eau", Ed. Degrémont Suez, 10th édition, 2005.
- Techniques appliquées au traitement de l'eau, Ed ellipses, 2001
- Guide de conception (Canada) – [www.mddep.gouv.qc.ca/eau/guide](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/guide)

### PRÉREQUIS

Introduction au génie chimique et à la mécanique des fluides

### MODALITÉS D'ÉVALUATION

CC (EE, 1,5h, da, ca)

UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE) :

Biologie et analyses

ECTS : 7

Code UE : PT9EB

COMPÉTENCES VISÉES PAR L'UE :

- Comprendre les enjeux du management environnemental
- Savoir identifier et mesurer les différents éléments polluants

LISTE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS (EC)  
CONSTITUANT L'UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE)

CODE EC	INTITULÉ EC
PT9EB1	Biologie et microbiologie
PT9EB2	Cinétiques et réactions biologiques
PT9EB3	Méetrologie de l'eau
PT9EB4	Méetrologie de l'air
PT9EB5	Travaux Pratiques

EC : Biologie et microbiologie	PT9EB1	coeff : 0.29
Enseignant(e-s) responsable : Ginchard M.P., Olivier J.		
CM : 20 h	TD : 10 h	TP : h
		Proj : 20 h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

Le but de ce module est de présenter les bases de la biochimie (macromolécules) et de la biologie cellulaire (procaryotes et eucaryotes) afin de pouvoir aborder le domaine des biotechnologies et leur application dans le domaine du traitement des pollutions.

**COMPÉTENCES VISÉES** Après ce cours, les étudiants doivent pouvoir :

- connaître les structures et propriétés des principales molécules biologiques
- connaître les principales caractéristiques des microorganismes utilisés à l'échelle industrielle (bactéries, champignons)
- comprendre les principales voies métaboliques utilisées dans l'industrie (fermentation, production d'enzymes ...)
- comprendre les mécanismes biologiques impliqués dans le domaine du traitement des pollutions
- comprendre les mécanismes impliqués dans le domaine de la potabilisation et de l'hygiénisation
- avoir des notions de génétique pour appréhender l'utilisation des OGM (Organismes génétiquement modifiés)

## CONTENU

Partie I : Biochimie

Lipides, glucides, acides aminés, protéines, réactions d'oxydoréduction

Partie II : Cellule et biologie moléculaire

Constituants des cellules Eucaryotes et Procaryotes.

---

Partie III : Génétique et biotechnologie  
ADN, ARN, protéines de synthèses et biotechnologies (OGM).

Partie IV : Métabolisme cellulaire et applications industrielles  
Respiration, fermentation, traitement des eaux usées, potabilisation de l'eau...

### **RESSOURCES**

- G. KARP, "Biologie cellulaire et moléculaire", Ed. De Boeck Université, 1998
- D. VOET, J.G. VOET, "Biochimie", Ed. De Boeck Université, 1998
- K. ARMS, P.S. CAMP "Biologie", Ed. De Boeck Université, 1989
- P. ATKINS, L. JONES, "Chimie", Ed. De Boeck Université, 1998

### **PRÉREQUIS**

Notions de biologie

### **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

Proj (Sout, Rap)

EC : Cinétiques et réactions biologiques		PT9EB2	coeff : 0.14
Enseignant(e-s) responsable : Vaxelaire J.,			
CM : 8 h	TD : 7 h	TP : h	Proj : h
EC obligatoire			Langue Français

## INTRODUCTION

Les réacteurs biologiques sont au centre de nombreux procédés biologiques impliqués dans l'industrie chimique, la pharmacie, l'agroalimentaire ou encore le traitement des eaux et des déchets. Ce cours présente des éléments d'analyse et de dimensionnement de ce type de réacteurs.

**COMPÉTENCES VISÉES** Après ce cours, les étudiants doivent :

- avoir les connaissances de bases en ce qui concerne les cinétiques réactionnelles enzymatiques et microbiennes
- être capable d'écrire les principaux bilans sur les réacteurs enzymatiques et microbiens
- avoir les connaissances de bases en termes de dimensionnement et suivi des réacteurs biologiques

## CONTENU

### Partie I : Cinétiques réactionnelles

Cinétiques de réactions catalysées par des enzymes (cinétique enzymatique simple avec un ou deux substrats, activation et inhibition, technologies impliquant des enzymes immobilisées).

Cinétiques microbiennes avec production de biomasse, utilisation du substrat et production de métabolites.

### Partie II : Dimensionnement de réacteur

Réacteurs enzymatiques idéaux (Réacteurs fermés, piston et parfaitement agités) Les différentes technologies de réacteurs enzymatiques

Réacteurs microbiens idéaux (Réacteurs fermés, semi-continu, piston et parfaitement agités) Transfert d'oxygène

Cas des populations microbiennes non pures (mixtes) Critères de sélection pour le choix d'un réacteur microbien.

---

## RESSOURCES

BAILEY J.E., OLLIS D.F. "Biochemical engineering fundamentals", Ed. Mac GRAW HILL, 1986  
SCRIBAN R. " Biotechnologie", Technique et Documentation, Ed. LAVOISIER, 1993, Paris

## PRÉREQUIS

Génie de la réaction

## MODALITÉS D'ÉVALUATION

EE (sd, 2h) x1+ CC(EE, 5 min, à chaque CM/TD, sd, note unique/20 = bonus (+1 si note  $\geq$  10, +2 si note  $\geq$  15))x1

EC : Métrologie de l'eau	PT9EB3	coeff : 0.21
Enseignant(e-s) responsable : Vaxelaire J.		
CM : 8 h	TD : 8 h	TP : h
		Proj : h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

L'importance de l'eau dans l'économie humaine nécessite de procéder à des contrôles fréquents de sa qualité. Ce cours présente les méthodes d'analyse incontournables pour diagnostiquer ou contrôler la qualité des eaux naturelles, usées, ou destinées à la consommation et permettre le suivi d'une filière de traitement.

**COMPÉTENCES VISÉES** Après ce cours, les étudiants doivent pouvoir :

- avoir les connaissances de bases pour mettre en place les prélèvements d'échantillon et les conditions de conservation associées
- être capable de comprendre et d'interpréter une analyse d'eau

## CONTENU

I : Echantillonnage, prélèvement et conservation des échantillons

II : Paramètres classiques de l'analyse physico-chimique des eaux (eaux superficielles, eaux résiduaires, eaux souterraines)

Expression des résultats : unités, présentation des résultats, incertitudes, ...

Principales analyses à effectuer sur site : température, pH, conductivité, oxygène dissous, turbidité

Les titres de l'eau : TA, TAC, dureté, ...

Les paramètres globaux de pollution : pollution organique, pollution azotée et phosphorée,

III : Etude critique d'un rapport d'analyse

## RESSOURCES

Rodier J., Legube B., Merlet N. et coll. "L'analyse de l'eau", 9ème édition, Dunod, 2009

---

## **PRÉREQUIS**

Chimie des solutions

## **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC (EE, 2h)

EC : Métrologie de l'air	PT9EB4	coeff : 0.21
Enseignant(e-s) responsable : Jambert C., Serça D.		
CM : 12.5 h	TD : 12.5 h	TP : h
Proj : h		
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

Les changements des propriétés réactives et radiatives de l'atmosphère (changement planétaire ou "global change") sont une des préoccupations majeures des sciences de l'environnement pour le XXI<sup>e</sup> siècle. Ce cours présente cette problématique et les moyens métrologiques permettant de les étudier.

**COMPÉTENCES VISÉES** Après ce cours, les étudiants doivent pouvoir :

- Avoir des connaissances de base en chimie de l'atmosphère permettant de comprendre les différents phénomènes liés aux changements de composition de l'atmosphère: réchauffement climatique, trou de la couche d'ozone, pollution photochimique
- Connaître les impacts et les tendances de la pollution atmosphérique
- Connaître des éléments de la réglementation du milieu atmosphérique
- Connaître les différentes techniques et approches de mesure des composés en trace gazeux de l'atmosphère, les méthodes de calibration
- Avoir des connaissances sur les méthodes de mesure de flux atmosphériques

## CONTENU

### Partie I: Introduction

Le milieu atmosphérique: description physique et chimique (dynamique, principaux composés en traces);  
les cycles biogéochimiques et leurs perturbations anthropiques;  
principales sources de composés en trace, naturelles et anthropiques;  
notions de photochimie, cinétique et catalyse, temps de vie;  
variabilité des concentrations.

## Partie II: Chimie atmosphérique

Chimie stratosphérique et troposphérique en phase gazeuse;  
cycles catalytiques de destruction;  
réactions radicalaires;  
chimie atmosphérique en phase aqueuse;  
cas du trou de la couche d'ozone.

## Partie III: Pollution

Illustrations de la pollution à différentes échelles spatiales (du local au planétaire);  
impacts de la pollution atmosphérique sur la santé, les écosystèmes et les infrastructures;  
tendances (passées et futures) des émissions et des concentrations de polluants;  
réglementation, gestion (LAURE, conventions internationales, normes d'émissions) et réseaux de surveillance du milieu atmosphérique

## Partie IV: Métrologie des concentrations atmosphériques

Introduction (expressions de la concentration dans l'atmosphère; corrections de P et T) ;  
mesures passive/active ;  
mesure locale, ponctuelle à intégrée ;  
principes de mesure des polluants gazeux, application aux principaux polluants atmosphériques;  
Méthodes de calibration et laboratoires de référence.

## Partie V: Métrologie des flux à l'interface sol/atmosphère

Introduction ;  
modèle de boîte ;  
mesures de flux à différentes échelles – approches micro- météorologiques ;  
dépôts atmosphériques.

## RESSOURCES

- Physique et Chimie de l'Atmosphère : R. Delmas, G. Mégie, V.-H. Peuch, Ed. Belin, Collection Echelles, octobre 2005, ISBN10 : 2-7011-3700-4.
- OMER7-A: Outil nuMERique pédagogique pour l'étude des Sciences de l'Environnement Terrestre-Atmosphère), site Internet (<http://omer7a.obs-mip.fr/>)

## PRÉREQUIS

Notions de base en chimie

## MODALITÉS D'ÉVALUATION

CC (EE, 1,5 h, da : cours uniquement, ca)x1/2+ CC (EE, 1,5 h, da : cours uniquement, ca) x1/2

EC : Travaux Pratiques	PT9EB5	coeff : 0.15
Enseignant(e-s) responsable : Casas L., Vaxelaire J.		
CM : h	TD : h	TP : 32 h
EC obligatoire		Proj : h
		Langue Français

### INTRODUCTION

Les installations pilotes permettent aux étudiants d'appréhender pratiquement quelques procédés communs de traitement des eaux usées

**COMPÉTENCES VISÉES** Après ce cours, les étudiants doivent avoir des connaissances pour aborder pratiquement les procédés les plus classiques du traitement des eaux usées

### CONTENU

Installation de traitement par boues activées  
Traitement biologie en lit immergé  
Méthanisation  
Coagulation-floculation et décantation

### RESSOURCES

- G. KARP, "Biologie cellulaire et moléculaire", Ed. De Boeck Université, 1998
- D. VOET, J.G. VOET, "Biochimie", Ed. De Boeck Université, 1998
- K. ARMS, P.S. CAMP "Biologie", Ed. De Boeck Université, 1989
- P. ATKINS, L. JONES, "Chimie", Ed. De Boeck Université, 1998

### PRÉREQUIS

Notions de base en traitement et analyse des eaux usées

### MODALITÉS D'ÉVALUATION

TP(CR)

## SPECIALITE Génie des Procédés - Parcours CPAO

3ème année - Semestre 9 - Spécialité Génie des Procédés												
Parcours Conception des Procédés Assistée par Ordinateur (CPAO)												
Unité d'Enseignement (UE)	Code		Élément Constitutif (EC)	Horaire (h)							ECTS / Coef.	
	UE	EC		Tot UE	Tot EC	Tot Prés.	CM	TD	TP	TA	Proj.	ECTS UE
Conception	EP9OO	EP9OO1	Contrôle commande - Régulation avancée	210	48	30	10	20	18		7	0.28
		EP9OO2	Synthèse des procédés		40	18	4	14	22	36		0.14
		EP9OO3	Optimisation des procédés		47	20		20	27	47		0.14
		EP9OO4	Supply chain management - Scheduling		54	30	30		24	54		0.29
		EP9OO5	Validation de données		21	10	4	6	11	17		0.15
Modélisation et Simulation	EP9MS	EP9MS1	Modélisation des opérations unitaires II	209	44	24	2	22	20	42	7	0.21
		EP9MS2	Modélisation et simulation en mécanique des fluides		48	20	4	16	28	44		0.21
		EP9MS3	Simulation des procédés industriels		32	20	20		12	32		0.21
		EP9MS4	Procédés Batch		44	24	8	16	20			0.16
		EP9MS5	Modeling, Simulation and optimization using gPRO		41	30	10	20	11			0.21
<b>Total Parcours</b>				<b>419</b>	<b>226</b>	<b>92</b>	<b>118</b>	<b>16</b>	<b>193</b>	<b>272</b>	<b>14</b>	
<b>Total TC + Parcours</b>				<b>626</b>	<b>299</b>						<b>26</b>	

UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE) :

Conception

ECTS : 7

Code UE : EP900

COMPÉTENCES VISÉES PAR L'UE :

- Avoir des notions d'évaluation économique des procédés et de gestion du risque industriel
- Maîtriser les outils (informatiques, heuristiques, thermodynamiques...) de conception et d'optimisation des procédés

LISTE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS (EC)  
CONSTITUANT L'UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE)

CODE EC	INTITULÉ EC
EP9001	Contrôle commande - Régulation avancée
EP9002	Synthèse des procédés
EP9003	Optimisation des procédés
EP9004	Supply chain management - Scheduling
EP9005	Validation de données

EC : Contrôle commande - Régulation avancée	EP9001	coeff : 0.28
Enseignant(e-s) responsable : Ricarde M. Marias F.		
CM : 10 h	TD : 20 h	TP : h
		Proj : h
EC obligatoire		Langue Fr/En

## INTRODUCTION

Contrôle commande et régulation : la théorie et l'application pour les industries gazières, pétrolières, chimiques, pharmaceutiques et agro-alimentaires. Utilisation de simulateur informatique de procédé et de régulation. Plateforme pédagogique <https://elearn.univ-pau.fr/>

**COMPÉTENCES VISÉES** Compétences pour comprendre l'architecture des systèmes de contrôle commande (technologie, découpage SSS PCS).

Compétences pour spécifier les fonctions du système en terme de:

- boucles de sécurité,
- séquences de démarrage,
- boucles de régulation.

## CONTENU

Système numérique de contrôle commande :

- architecture API / Supervision,
- gestion des alarmes,
- séquence et grafcet,
- introduction à la conduite BATCH.

Boucles de sécurité :

- représentation matricielle ou logigramme,
- Système instrumenté de sécurité SIS
- Niveau d'intégrité de sécurité SIL.

Régulation avancée

- rappel PID
- split-range,

- régulation de rapport,
- régulation cascade,
- régulation prédictive.

Exemples et applications: chaudière, échangeur, colonne de distillation. Simulateur informatique pour la mise en œuvre des régulations avancées et pour le paramétrage du gain et de l'intégrale.

### **RESSOURCES**

Régulation industrielle, Emmanuel Godoy, Collectif Dunod, L'Usine Nouvelle. Régulation P.I.D, Daniel Lequesne, Lavoisier.

Régulation de chaudières (Conférence Framatome).

Système et instrumentation de sécurité (Yokogawa, Triconex, ICS...). RsBatch (Rockwell). SIMATIC Safety Matrix (Siemens)

### **PRÉREQUIS**

Connaissances en régulation PID

### **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC(EE, 2h, ca)

EC : Synthèse des procédés	EP9002	coeff : 0.14
Enseignant(e-s) responsable : Sochard S.		
CM : 4 h	TD : 14 h	TP : h
		Proj : 36 h
EC obligatoire		Langue Fr/En

## INTRODUCTION

La synthèse des procédés est une démarche s'appuyant sur l'expérience et le savoir-faire des ingénieurs. Cette démarche qualitative, mettant en œuvre des règles heuristiques, conduit généralement à une bonne définition d'un procédé acceptable, d'un point de vue technique et économique.

**COMPÉTENCES VISÉES** A l'issue de ce cours, les étudiants doivent :

- connaître les principales étapes de la méthode de décision hiérarchisée proposée par Douglas
- connaître, à chaque étape, les principales heuristiques

## CONTENU

En s'appuyant sur le procédé HDA, les principales étapes de la méthode sont illustrées :

1. définition des entrées et des sorties du procédé,
2. choix des réacteurs et définition de la structure des recyclages,
3. définition des systèmes de séparation vapeur puis liquide,
4. définition du réseau d'échangeurs de chaleur.

## RESSOURCES

Conceptual Design of Chemical Processes ; J.M. Douglas; McGraw-Hill, Inc.; New York, 1988

## PRÉREQUIS

## MODALITÉS D'ÉVALUATION

Proj(Rap)

EC : Optimisation des procédés	EP9003	coeff : 0.14
Enseignant(e-s) responsable : Ventant J. (Proesis)		
CM : h	TD : 20 h	TP : h
EC obligatoire		Proj : 47 h
		Langue Fr/En

## INTRODUCTION

A la suite du cours de deuxième année qui les a initiés à l'optimisation (formulation et résolution d'un problème relativement simple), les élèves abordent ici des notions plus complexes telles que la programmation disjonctive, les stratégies de résolution réalisables ou irréalisables... Ils utiliseront également des environnements (logiciels) déjà vus en deuxième année mais en utilisant des fonctionnalités avancées (scripts...).

**COMPÉTENCES VISÉES** A l'issue de ce cours, les étudiants doivent :

- Avoir des connaissances avancées sur les principaux algorithmes (SQP) et les stratégies de résolution (Feasible ou Infeasible Path)
- Être capables de formuler et de résoudre un problème complexe, en utilisant des outils commerciaux : ProSim Plus ®, Pro II ®

## CONTENU

Dans un contexte de classe inversée, chaque élève doit, en binôme, faire au reste de la classe un exposé sur une notion précise d'optimisation (proposée par l'enseignant) : algorithme (SQP, OA/ER...), stratégie (Feasible vs Infeasible...), formulation (Big M...).

Les élèves doivent également résoudre un problème proposé par l'enseignant. Les principales étapes du projet sont les suivantes :

- Formulation des hypothèses
- Définition des variables d'optimisation, des contraintes et de la fonction objectif
- Programmation et résolution du problème ainsi formulé dans un environnement adapté (GAMS® ou ProSim Plus®)
- Analyse critique des résultats et analyse de sensibilité

## RESSOURCES

Optimization of Chemical Processes T.F. Edgar, D.M. Himmelblau – McGraw Hill International

---

Edition

**PRÉREQUIS**

Méthodes d'Optimisation - EC28MI2

**MODALITÉS D'ÉVALUATION**

Proj (Rap, Prog) x 0.75 + CC(EO) x 0.25

EC : Supply chain management - Scheduling		EP9004	coeff : 0.29
Enseignant(e-s) responsable : Lelkes Z.			
CM : 30 h	TD : h	TP : h	Proj : 54 h
EC obligatoire			Langue Fr/En

### INTRODUCTION

L'objectif est de familiariser les étudiants avec le logiciel d'optimisation AIMMS et d'introduire les notions de base en Gestion de la Chaîne Logistique (GCL) et en Ordonnancement (Scheduling) : planning à court terme, flow-shop, job-shop

**COMPÉTENCES VISÉES** A l'issue de ce cours, les étudiants doivent :

- savoir utiliser le logiciel AIMMS
- savoir formuler un problème d'optimisation de la Gestion de la Chaîne Logistique (Supply Chain Management)
- connaître les principales méthodes heuristiques et méta-heuristiques pour les problèmes d'Ordonnancement

### CONTENU

Le cours est structure de la façon suivante:

- Présentation du logiciel AIMMS
- Structure d'un projet sous AIMMS, Algorithmes
- Etude de cas : optimisation GCM de la société SAB Miller
- Programmer, sous AIMMS, un exemple simple d'optimisation GCM
- Optimisation à horizon glissant sous AIMMS
- Flow-shop, job-shop scheduling, heuristiques and meta-heuristiques
- Etude de cas : ordonnancement dans la société Graboplast
- Etudier, sous AIMMS, un exemple simple d'ordonnancement

### RESSOURCES

Johannes Bisschop: AIMMS Optimization Modeling  
 Marcel Roelofs, Johannes Bisschop: AIMMS User's Guide

---

## **PRÉREQUIS**

Méthodes d'optimisation (GC2MI2)

## **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC(EE)x0.2 + CC(PA)x0.4 + Proj(Rap)x0.4

EC : Validation de données	EP9005	coeff : 0.15
Enseignant(e-s) responsable : Sochard S.		
CM : 4 h	TD : 6 h	TP : h
		Proj : 17 h
EC obligatoire		Langue Fr/En

### INTRODUCTION

Dans un grand nombre de situations un ingénieur de procédé peut être confronté à la question suivante : "Mon expérience ou ma mesure est-elle mauvaise ou est-ce mon équation voire ma théorie qui est inadéquate ?". L'objectif de ce module de cours est d'initier le lecteur à des techniques systématiques qui vont pouvoir apporter des éléments de réponse à cette question.

**COMPÉTENCES VISÉES** Le cours est structure de la façon suivante :

- La problématique
- Calcul d'un jeu cohérent de mesures
- Diagnostic sur le fonctionnement des capteurs
- Validation sur des systèmes incomplètement observés
- Découverte du logiciel VALI

### CONTENU

Le cours est structure de la façon suivante:

-LA PROBLÉMATIQUE

-CALCUL D'UN JEU COHÉRENT DE MESURES

-DIAGNOSTIC SUR LE FONCTIONNEMENT DE CAPTEURS

-VALIDATION SUR DES SYSTÈMES INCOMPLÈTEMENT OBSERVÉS

### RESSOURCES

Validation de données et diagnostic ; J. Ragot, D. Maquin, G. Bloch, M. Darouach ; HERMES, Paris 1990.

Ensembles et statistique ; C. Tricot, J.M. Picard ; Mac Graw Hill, Montréal, 1969.

Modélisation et estimation des erreurs de mesure ; M. Neuilly ; Tech. et Doc., Lavoisier, 1993.

Méthodes numériques appliquées ; A. Gourdin, M. Bouhmeurat ; Tech. et Doc., 1983.

---

## **PRÉREQUIS**

## **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

Proj(Rap)

UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE) :

Modélisation et Simulation

ECTS : 7

Code UE : EP9MS

COMPÉTENCES VISÉES PAR L'UE :

- Maîtriser les outils informatiques pour la modélisation et la simulation des procédés
- Savoir modéliser et simuler un problème industriel complexe non nécessairement complètement défini

LISTE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS (EC)  
CONSTITUANT L'UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE)

CODE EC	INTITULÉ EC
EP9MS1	Modélisation des opérations unitaires II
EP9MS2	Modélisation et simulation en mécanique des fluides
EP9MS3	Simulation des procédés industriels
EP9MS4	Procédés Batch
EP9MS5	Modeling, Simulation and optimization using gPROMS

EC : Modélisation des opérations unitaires II		EP9MS1	coeff : 0.21
Enseignant(e-s) responsable : Marias F.			
CM : 2 h	TD : 22 h	TP : h	Proj : 42 h
EC obligatoire			Langue Fr/En

### INTRODUCTION

Ce cours a pour objet d'approfondir les compétences et connaissances acquises en deuxième année sur la modélisation des opérations unitaires. Il s'agit ici de modéliser et simuler le fonctionnement d'une colonne à distiller continue (comportant N plateaux théoriques).

### COMPÉTENCES VISÉES A l'issue du cours les étudiants doivent savoir

- Ecrire les équations bilans traduisant la conservation de la matière, des espèces et de l'énergie dans la colonne
- Formaliser l'écriture de ces équations sous la forme la plus adaptée pour assurer leur résolution par une méthode de Newton Raphson
- Utiliser le modèle numérique développé dans le cadre de l'unité pédagogique pour intensifier leurs connaissances dans le domaine de la distillation

### CONTENU

Rappels sur les méthodes de résolution de systèmes non linéaires  
Modélisation de procédés de séparation multiétagés multiconstituants  
Résolution  
Conclusion

### RESSOURCES

Techniques de l'ingénieur (J1076, J1021, J 2623)  
Process modeling simulation and control for chemical engineers, W.L. Luyben, Mc Graw-Hill 1990

### PRÉREQUIS

Thermodynamique-Opérations unitaires, Modélisation des opérations unitaires I

### MODALITÉS D'ÉVALUATION

Proj(Rap)

EC : Modélisation et simulation en mécanique des fluides		EP9MS2	coeff : 0.21
Enseignant(e-s) responsable : David M. (INRIA)			
CM : 4 h	TD : 16 h	TP : h	Proj : 44 h
EC obligatoire			Langue Fr/En

## INTRODUCTION

La mécanique des fluides numérique est un outil récent de plus en plus utilisé pour la conception de nouvelles opérations unitaires (réaction, séparation, échange de chaleur. . . ) La maîtrise de cet outil est donc un plus pour les étudiants désireux de concevoir et dimensionner de nouveaux procédés

**COMPÉTENCES VISÉES** Après ce cours, les étudiants doivent :

- Connaître les méthodes numériques utilisées en mécanique des fluides numérique
- Connaître les principaux modèles permettant de représenter un système physique
- Effectuer une simulation complète (Entrée de la géométrie, maillage, lancement du calcul) avec le logiciel Fluent
- Connaître l'influence des principaux paramètres permettant d'atteindre la convergence de la simulation (maillage, relaxation, interpolation).
- Analyser et valider la solution obtenue

## CONTENU

- 1) Introduction à la mécanique des fluides numérique
  - Applications de la CFD
  - Stratégie utilisée en CFD
  - Discrétisation volumes finis
  - Exemples
  - Modélisation de la turbulence
- 2) Environnement de simulation Ansys WorkBench
- 3) Etude de Cas

---

## **RESSOURCES**

An Introduction to Computational Fluid Dynamics : 2nd Edition (H. Henk Kaarle Versteeg, Weeratunge Malalasekera) Pearson Education

Ansys Fluent User Guide

## **PRÉREQUIS**

Notions de mécanique des Fluides. Méthodes numériques

## **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

Proj(Rap)

EC : Simulation des procédés industriels		EP9MS3	coeff : 0.21
Enseignant(e-s) responsable : Baudouin O.			
CM : 20 h	TD : h	TP : h	Proj : 32 h
EC obligatoire			Langue Fr/En

## INTRODUCTION

L'objectif de ce cours est de confronter les étudiants avec des problèmes relativement complexes de simulation de procédés continus en régime permanent. Ce cours se structurera autour de la simulation d'une unité de traitement de gaz. Plusieurs modèles thermodynamiques seront à utiliser et les étudiants seront amenés à mettre en œuvre différents niveaux de complexité des différentes opérations unitaires présentes dans le procédé. Le simulateur de procédés continus en régime permanent utilisé sera ProSimPlus ®.

**COMPÉTENCES VISÉES** A l'issue de ce cours, les compétences acquises par les étudiants seront :

- Découpage de courbes de distillation (TBP, ASTM. . .) et pseudo-constituants
- Sélection de modèles thermodynamiques
- Analyse d'enveloppes de phases et de courbes d'équilibre (condensation rétrograde)
- Méthodologie pour la modélisation d'une unité complexe avec un simulateur de procédés en régime continu (recyclages multiples, spécifications procédés, absorbeurs, colonnes à distiller, opérations unitaires "utilisateur" . . .)

## CONTENU

Tout au long du cours, les étudiants seront amenés à réfléchir à la modélisation du système matériel, impactée par les différentes opérations unitaires en présence (caractérisation d'une charge avec des courbes de distillation, lavage de gaz acides avec des amines, phénomènes de démixtion liés à la présence d'eau. . .)

Une méthodologie pour la mise en place d'un fichier de simulation complexe sera présentée, la complexité de la modélisation des opérations unitaires étant introduite au fur et à mesure du projet. Un exemple de module "utilisateur" sera également introduit avec un codage en VBS, ces modules étant utilisés dans l'industrie pour capitaliser un savoir faire propre à l'industriel. Les outils

---

d'analyse, notamment thermodynamiques, disponibles dans le simulateur seront également largement utilisés.

## **RESSOURCES**

### **PRÉREQUIS**

Language Visual Basic

### **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

Proj(Rap)

EC : Procédés Batch	EP9MS4	coeff : 0.16
Enseignant(e-s) responsable : Serin J-P., Contamine F., Cézac P.		
CM : 8 h	TD : h	TP : 16 h
Proj : h		
EC obligatoire		Langue Fr/En

## INTRODUCTION

Ce cours a pour objectif de familiariser les étudiants avec la simulation d'un procédé batch. Le couplage de la simulation avec deux exemples pratiques (distillation batch, réacteur batch) leurs permettra de confronter l'approche numérique et les contraintes expérimentales

**COMPÉTENCES VISÉES** A l'issue de ce cours, les étudiants doivent être capable d'utiliser les simulateurs BATCHREACTOR©et BATCHCOLUMN©et de simuler le fonctionnement d'une colonne à distiller et d'un réacteur batch.

## CONTENU

- Rappels de modélisation
- Présentation de batch reactor© et batch column©
- Application à :

la Simulation dynamique de l'emballement thermique d'un réacteur

la Simulation et optimisation d'une colonne de distillation Acétone / Eau/ IPA

## RESSOURCES

Process modeling, simulation, and control for chemical engineers W.L. Luyben McGraw-Hill, 1990

## PRÉREQUIS

Modélisation, distillation, cinétique, thermodynamique des solutions, thermochimie

## MODALITÉS D'ÉVALUATION

TP(PA)1/3 + TP(PA)1/3 + TP(CR)1/3

EC : Modeling, Simulation and optimization using gPROMS		EP9MS5	coeff : 0.21	
Enseignant(e-s) responsable : Nauta M.				
CM : 10 h	TD : 20 h	TP : h	Proj : h	
EC obligatoire			Langue Anglais	

### INTRODUCTION

Formation des étudiants à l'utilisation du logiciel gPROMS pour la modélisation et la simulation de procédés en régime stationnaire et dynamique

**COMPÉTENCES VISÉES** A l'issue de la formation, les étudiants doivent être capables de :

- Convertir un système mathématique composé d'équations intégrales, algébriques, et aux dérivées partielles et ordinaires (IPDAEs) en un modèle gPROMS
- utiliser ce modèle pour simuler le procédé correspondant en régime stationnaire et transitoire
- Mettre en œuvre des procédures de calcul dans gPROMS
- Effectuer des calculs d'optimisation stationnaire et dynamique dans gPROMS
- Ajuster certains des paramètres du modèle en utilisant les résultats des simulations stationnaires et transitoires
- utiliser l'interface gPROMS ModelBuilder pour construire et manipuler les modèles

### CONTENU

Le contenu contient les sujets intimement liés au développement des compétences décrites dans le paragraphe précédent.

### RESSOURCES

gPROMS Introductory Training Course notes

gPROMS Dynamic Optimisation/Parameter Estimation Training Course notes.

### PRÉREQUIS

Modélisation des Opérations Unitaires (I)

### MODALITÉS D'ÉVALUATION

CC(EM,2h)

## UE Optionnelles par Parcours

3ème année - Semestre 9 - UE OPTIONNELLES													
Unité d'Enseignement (UE)	Code		Élément Constitutif (EC)	Horaire (h)							ECTS / Coef.		
	UE	EC		Tot UE	Tot EC	Tot Prés.	CM	TD	TP	TA	Proj.	ECTS UE	Coef. EC
<b>Approche globale du monde de l'énergie</b> (accessible aux étudiant de la spécialité EN TEDDI)	EE9IG	EE9IG1	Situation géopolitique et panorama mondial	120	30	20	20			10		4	0.25
		EE9IG2	Business model et financement de projet		20	10	2	8	10	14	0.17		
		EE9IG3	Droit de l'énergie		30	12	12		18		0.25		
		EE9IG4	Économie de l'énergie		40	16	16		24		0.33		
<b>IoT</b> (accessible aux étudiant de la spécialité EN SB)	EE9BI	EE9BI1	Machine learning pour l'énergétique	120	46	34	18	16	0	12	24	4	0.38
		EE9BI2	Architecture matérielle		40	20	12	8	20	20	0.34		
		EE9BI3	Architecture logicielle		34	16	8	8	18	28	0.28		
<b>Industrie 4.0</b> (accessible aux étudiant de la spécialité GP CPAO)	EP9OI	EP9OI1	Machine Learning et Data Science	116	28	14	10	4		14	5	4	0.25
		EP9OI2	Intelligence Artificielle et Systemes industriels		28	14	10	4		14	5		0.25
		EP9OI3	Industry 4.0 cyber-physical Systems Engineering		60	40	40	0		20	5		0.50
<b>Mise en œuvre industrielle</b> (accessible aux étudiant de la spécialité GP PE)	PT9EN	PT9EN1	Synthèse de procédés	110	40	18	4	14		22	30	4	0.36
		PT9EN2	Evaluation du risque industriel		34	24		24		10			0.31
		PT9EN3	Étude de marchés de travaux		16	8	8			8			0.15
		PT9EN4	Management de l'environnement		20	10	5	5		10	8		0.18

UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE) :

Approche globale du monde de l'énergie (accessible aux étudiants de la spécialité EN TEDDI)

ECTS : 4

Code UE : EE9IG

COMPÉTENCES VISÉES PAR L'UE :

- Développer une vision multifactorielle et large du monde de l'énergie
- Savoir appréhender les problèmes énergétiques avec une approche croisée
- Apprendre à communiquer et travailler des thèmes transverses

**Accessible aux étudiants de la spécialité EN : TEDDI**

LISTE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS (EC)

CONSTITUANT L'UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE)

CODE EC	INTITULÉ EC
EE9IG1	Situation géopolitique et panorama mondial
EE9IG2	Business model et financement de projet
EE9IG3	Droit de l'énergie
EE9IG4	Économie de l'énergie

EC : Situation géopolitique et panorama mondial	EE9IG1	coeff : 0.25
Enseignant(e-s) responsable : GUERITTE C.		
CM : 20 h	TD : h	TP : h
		Proj : h
EC obligatoire		Langue Français

### INTRODUCTION

L'objet de ce cours est de dresser un inventaire global de l'état des forces et présences en jeu dans le monde actuel de l'énergie. Un focus particulier est mis sur l'origine et les méthodes d'exploitation des ressources principales.

### COMPÉTENCES VISÉES

- Être capables de situer et citer les grands pôles, et les routes majoritaires.
- Maîtriser le triptyque des notions économiques/sociétales/sociales.
- Connaître et anticiper l'évolution future des besoins énergétiques et leurs impacts sur l'économie, les modes de vie, la planète
- Savoir articuler les démarches de développement soutenable avec les contraintes économiques et politiques, tant au niveau local que national.
- Savoir rechercher, investiguer, respecter et anticiper les normes et réglementations.

### CONTENU

Panorama

1. L'énergie et le climat

Éléments de contexte

Financement et réglementation

2. L'agenda

3. Les énergies fossiles

Définition

Origine et répartition mondiale

Utilisations dans la chaîne industrielle

---

## Enjeux

### 4. Les énergies renouvelables

Définition

Types et technologies

Potentiel de développement

Enjeux

### 5. Économie de l'énergie

L'énergie sous une perspective économique

Le bilan actuel et les perspectives futures

Le financement du développement soutenable

## **RESSOURCES**

## **PRÉREQUIS**

## **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC (EE, 1h30, da, ca)

EC : Business model et financement de projet	EE9IG2	coeff : 0.17
Enseignant(e-s) responsable : Latour S.		
CM : 2 h	TD : 8 h	TP : h
		Proj : 14 h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

L'objet de ce cours est d'apprendre le montage et la présentation d'un plan d'affaires en vue de la démonstration économique et financière d'un projet.

## COMPÉTENCES VISÉES

- Être capables de concevoir un business model.
- Être capables d'estimer et améliorer la rentabilité d'un projet.

## CONTENU

1. Construction du plan d'affaires
  - a. Productible
  - b. Charges fixes et variables
  - c. Taxes et impôts
  - d. Revenus
2. Indicateur micro-économiques
  - a. VAN, TRI, taux d'actualisation
  - b. La levée de financement par la dette
  - c. Vitalité et pérennité d'un projet

## RESSOURCES

## PRÉREQUIS

## MODALITÉS D'ÉVALUATION

Proj (Rap)

EC : Droit de l'énergie	EE9IG3	coeff : 0.25
Enseignant(e-s) responsable : De Fontenelle L., Drouiller C.		
CM : 12 h	TD : h	TP : h
		Proj : h
EC obligatoire		Langue Français

### **INTRODUCTION**

L'objet de ce cours est d'apprendre les bases juridiques et autorités compétentes en matière de droit de l'énergie.

### **COMPÉTENCES VISÉES**

- Connaître l'organisation générale de l'autorité judiciaire.
- Être capables de trouver un texte législatif.
- Être capables de comprendre les décisions judiciaires.

### **CONTENU**

1. Introduction
2. L'organisation du droit et de la justice
3. Code de l'énergie
4. Origines du droit et sources
5. Les décisions judiciaires

### **RESSOURCES**

### **PRÉREQUIS**

### **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC (EE, 1h)

EC : Économie de l'énergie	EE9IG4	coeff : 0.33
Enseignant(e-s) responsable : LE CACHEUX J., Guellil M.		
CM : 16 h	TD : h	TP : h
		Proj : h
EC obligatoire		Langue Français

### INTRODUCTION

L'objet de ce cours est d'apprendre les modes de fonctionnement et le contexte du marché de l'énergie.

### COMPÉTENCES VISÉES

- Connaître les bases de l'économie de l'énergie.
- Être capables d'appréhender le contexte économique (type de concurrence, rôle d'organisation de la puissance publique, etc.).
- Être capables de comprendre les modèles d'affaires.
- Être capables de comprendre l'évolution du marché de l'énergie.

### CONTENU

1. Introduction
2. Bases d'économie et d'économétrie
3. Les acteurs
4. Les enjeux

### RESSOURCES

### PRÉREQUIS

### MODALITÉS D'ÉVALUATION

CC(EE, 30 min, da)x0.5 + CC (EE, 30 min, sd)x0.5

UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE) :

IoT (accessible aux étudiant de la spécialité EN SB)

ECTS : 4

Code UE : EE9BI

COMPÉTENCES VISÉES PAR L'UE :

- Connaître les nouvelles approches dans l'analyse et le pilotage intelligent des bâtiments
- Savoir concevoir et mettre en œuvre des capteurs connectés

**Accessible aux étudiants de la spécialité EN : SB**

LISTE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS (EC)

CONSTITUANT L'UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE)

CODE EC	INTITULÉ EC
EE9BI1	Machine learning pour l'énergétique
EE9BI2	Architecture matérielle
EE9BI3	Architecture logicielle

EC : Machine learning pour l'énergétique	EE9BI1	coeff : 0.38
Enseignant(e-s) responsable : W. Maréchal, Philippe Cotte, Matteo Rizzato		
CM : 18 h	TD : 16 h	TP : 0 h
		Proj : 24 h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

Les techniques d'apprentissage automatique ont bouleversé l'ensemble des strates de nos sociétés et de nos activités. Le domaine du bâtiment n'échappe pas à cette tendance.

Ce cours introductif vous permettra, à partir d'application concrètes, de connaître et utiliser les principaux algorithmes de l'apprentissage machine (Machine Learning).

## COMPÉTENCES VISÉES

- Connaître les cas d'utilisation des différentes méthodes du ML
- Comprendre l'utilisation des principaux algorithmes dans le contexte du bâtiment intelligent (Smart Building)

## CONTENU

- Introduction : Qu'est-ce que le Machine Learning
- Les principaux types d'apprentissage : supervisé, non supervisé, à renforcement
- Algorithmes de régressions
- Algorithmes de classification
- Réseaux de neurones et Deep Learning

## RESSOURCES

## PRÉREQUIS

Calcul scientifique 1, Optimisation, Programmation

## MODALITÉS D'ÉVALUATION

CC (EE, 1h, sd) \* 1/3 + Proj(Rap) \* 2/3

EC : Architecture matérielle	EE9BI2	coeff : 0.34
Enseignant(e-s) responsable : C. PHAM, C. ARRABIE, S. GIBOUT		
CM : 12 h	TD : 8 h	TP : h
Proj : 20 h		
EC obligatoire		Langue Français

### **INTRODUCTION**

Ce cours aborde la partie "matérielle" de la chaîne d'acquisition de données. Il comprend un rappel sur les principaux capteurs pertinents dans le domaine du bâtiment, ainsi que leur mise en œuvre sur les plateformes Arduino et Raspberry Pi. La communication sans fil longue distance / bas débit (LoRa / Sigfox) sera également présenté.

### **COMPÉTENCES VISÉES**

- Savoir spécifier et concevoir un capteur connecté autonome
- Appréhender les problématiques liées à l'autonomie
- Savoir transmettre les données vers un service "cloud"

### **CONTENU**

- Introduction à l'IoT
- Communication sans fil
- Capteurs et interfaçage

### **RESSOURCES**

### **PRÉREQUIS**

### **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC (EE, 1h, sd) \* 1/3 + Proj (Rap) x 2/3

EC : Architecture logicielle	EE9BI3	coeff : 0.28
Enseignant(e-s) responsable : C. ARRABIE, S. GIBOUT		
CM : 8 h	TD : 8 h	TP : h
		Proj : 28 h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

Les données produites par les capteurs ont pour vocation à être exploitées afin d'en déduire une information pertinente (cf. Audit et Data Mining). Pour ce faire, il est nécessaire que ces données soient stockées, classées et accessibles. Ce cours aborde, toujours sous forme pratique, les technologies logicielles qui le permettent.

## COMPÉTENCES VISÉES

- Savoir interroger une base de données SQL
- Savoir définir une structure de base de données
- Connaître le protocole http et les technologies du WEB
- Savoir s'interfacer avec une source de données tierce (API REST)

## CONTENU

- Introduction aux bases de données et au langage SQL
- Technologie du WEB
- Api Rest

## RESSOURCES

## PRÉREQUIS

Programmation

## MODALITÉS D'ÉVALUATION

CC (EE, 1h, sd) \* 1/3 + Proj (Rap) x 2/3

UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE) :

Industrie 4.0 (accessible aux étudiant de la spécialité GP CPAO)

ECTS : 4

Code UE : EP9OI

COMPÉTENCES VISÉES PAR L'UE :

- Appréhender les outils et méthodes digitales en cours de mise en place pour la conception, le pilotage et la surveillance des unités industrielles de production
- Discerner l'intérêt de leur mise en place et la faisabilité associée

**Accessible aux étudiants de la spécialité EN : CPAO**

LISTE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS (EC)

CONSTITUANT L'UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE)

CODE EC	INTITULÉ EC
EP9OI1	Machine Learning et Data Science
EP9OI2	Intelligence Artificielle et Systemes industriels
EP9OI3	Industry 4.0 cyber-physical Systems Engineering

EC : Machine Learning et Data Science		EP9OI1	coeff : 0.25
Enseignant(e-s) responsable : Kobayashi M.			
CM : 10 h	TD : 4 h	TP : h	Proj : 5 h
EC obligatoire			Langue Français

## INTRODUCTION

### COMPÉTENCES VISÉES

- Maîtriser l'utilisation des principales techniques de Machine Learning
- Appliquer ces techniques à des situations de production industrielle

### CONTENU

#### 1. Data Science at the service of Process Modelling (1/2)

- o What can a process engineer learn from statistics, machine learning, and data analysis?
- o How can a process engineer take part in the digital transformation?
- o How is the "Industry 4.0" changing our daily activities and companies' organizational charts?
- o How important is data and what is its Technology Readiness Level in the energy sector?
- o principles of AI, machine learning, and deep learning;
- o other use cases outside the industrial sector;
- o discovering some existing online free tools to start a project;
- o Understand Process Modeling using:
  - Process modeling software: using physical and chemical-based
  - Mathematical expressions: physical and chemical-based and statistical-based
  - Machine learning: data-based

#### 2. Data Science at the service of Process Modelling (1/2)

- o Process optimization
  - o How process models are integrated into the economic optimization chain
  - o How AI models can improve industrial profitability
  - o How to optimize the supply chain using linear programming
- o Digital twin: the importance of process models

### 3. Data Driven Strategy Project

In this workshop students will solve an industrial and business problem applying a data-driven solution method. They will first identify the real problem, the scope of the project, pertinent features, necessary data, and useful technologies. They will apply a mathematical and/or machine learning algorithm to solve the proposed problem. Students will work individually or in pairs and will have a couple of days to complete the project.

#### **RESSOURCES**

In this hands-on session, students will work individually or in pairs. We will need one computer for each student/group. We will focus on process modeling using:

1. Mathematical expressions. We will do some exercises using Excel.
  - a. physical and chemical-based models
  - b. statistical-based models
2. Machine learning. We'll apply Python to analyze industrial data, using Google Notebook Colab, a free and online tool. Students will receive a Python start guide to be able to use right away some functions and visualizations.
  - a. data-based models, so called black-box models

#### **PRÉREQUIS**

#### **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

Proj (Rap, Sout)

---

EC : Intelligence Artificielle et Systemes industriels	EP9OI2	coeff : 0.25
Enseignant(e-s) responsable : Lenir Y., JOURDAN A.		
CM : 10 h	TD : 4 h	TP : h
		Proj : 5 h
EC obligatoire		Langue Français

## **INTRODUCTION**

## **COMPÉTENCES VISÉES**

- Maitriser l'utilisation des principales techniques de Machine Learning
- Appliquer ces techniques à des situations de production industrielle

## **CONTENU**

## **RESSOURCES**

## **PRÉREQUIS**

## **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

EE(1h, da, ca)

EC : Industry 4.0 cyber-physical Systems Engineering	EP9OI3	coeff : 0.5
Enseignant(e-s) responsable : Alexandrouiu F., Baron T.		
CM : 40 h	TD : 0 h	TP : h
		Proj : 5 h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

## COMPÉTENCES VISÉES

- Appréhender les différentes architectures digitales et outils connectés utilisés dans les systèmes industriels de demain
- Comprendre les enjeux et moyens à mettre en œuvre pour assurer leur développement.
- Analyser les bénéfices apportés par ces solutions.

## CONTENU

## RESSOURCES

## PRÉREQUIS

## MODALITÉS D'ÉVALUATION

EE(1h, da,ca)x0.5 + EE(1h, da, ca)x0.5

UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE) :

Mise en œuvre industrielle (accessible aux étudiants de la spécialité GP PE)

ECTS : 4

Code UE : PT9EN

COMPÉTENCES VISÉES PAR L'UE :

- Avoir les notions de base relatives à la conception et la gestion de la mise en œuvre d'un procédé industriel

**Accessible aux étudiants de la spécialité EN : PE**

LISTE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS (EC)

CONSTITUANT L'UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE)

CODE EC	INTITULÉ EC
PT9EN1	Synthèse de procédés
PT9EN2	Evaluation du risque industriel
PT9EN3	Etude de marchés de travaux
PT9EN4	Management de l'environnement

EC : Synthèse de procédés	PT9EN1	coeff : 0.36
Enseignant(e-s) responsable : Sochard S.		
CM : 4 h	TD : 14 h	TP : h
		Proj : 30 h
EC obligatoire		Langue Français

### INTRODUCTION

La synthèse des procédés est une démarche s'appuyant sur l'expérience et le savoir-faire des ingénieurs. Cette démarche qualitative, mettant en œuvre des règles heuristiques, conduit généralement à une bonne définition d'un procédé acceptable, d'un point de vue technique et économique.

**COMPÉTENCES VISÉES** A l'issue de ce cours, les étudiants doivent :

- connaître les principales étapes de la méthode de décision hiérarchisée proposée par Douglas
- connaître, à chaque étape, les principales heuristiques

### CONTENU

En s'appuyant sur le procédé HDA, les principales étapes de la méthode sont illustrées :

1. définition des entrées et des sorties du procédé,
2. choix des réacteurs et définition de la structure des recyclages,
3. définition des systèmes de séparation vapeur puis liquide,
4. définition du réseau d'échangeurs de chaleur.

### RESSOURCES

Conceptual Design of Chemical Processes ; J.M. Douglas; McGraw-Hill, Inc.; New York, 1988  
Process Design Principles; W.D. Seider, J.D. Seader, D.R. Lewin. J Wiley&Sons 1999  
Analysis, Synthesis and Design of chemical Processes; R. Turton, RC Bailie, W.B. Whiting, J.A. Shaeiwitz. Prentice Hall 1998

### PRÉREQUIS

Opérations unitaires, bilans de matière et de chaleur

### MODALITÉS D'ÉVALUATION

Proj (Rap)

EC : Evaluation du risque industriel	PT9EN2	coeff : 0.31
Enseignant(e-s) responsable : Baron T.		
CM : h	TD : 24 h	TP : h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

Qu'il s'agisse de la conception d'une nouvelle ligne de production, du dégoulotage ou de la reconversion de lignes existantes, l'ingénieur Procédé est amené à prendre des décisions dans un contexte industriel, financier, social et culturel qu'il ne peut ignorer. Ce cours, effectué par un industriel ayant une grande expérience sur ces sujets, a donc pour objectif de sensibiliser les futurs ingénieurs à la notion de Risque Industriel

**COMPÉTENCES VISÉES** A l'issue de ce cours, les étudiants doivent :

- être sensibilisés aux enjeux et aux risques (industriels, financiers, sociétaux...) liés à la conception, au dégoulotage et à la reconversion d'une ligne de production
- connaître les principales étapes d'un projet de conception
- être capable d'évaluer les résultats d'une activité industrielle

## CONTENU

### I – Economie d'une activité industrielle

- composition des frais variables d'une ligne de production
- estimation d'une marge sur coût variable
- composition des frais fixes d'une ligne de production
- résultats d'une activité industrielle

### II – Conception et gestion des risques

- fabrication d'un nouveau produit demandé par le marché : processus de définition et de mise au point de ce produit (R&D, essais industriels, pilotage ...)
- dégoulotage/adaptation d'une ligne existante
- reconversion de lignes de fabrication
- analyse de la valeur des étapes du projet

- 
- gestion des risques : questions préalables à un investissement (aspects marché, industriel, technologie, social...)

## **RESSOURCES**

## **PRÉREQUIS**

## **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

Proj (Soutx1/3 + Rapx2/3)

EC : Etude de marchés de travaux	PT9EN3	coeff : 0.15
Enseignant(e-s) responsable : Salin D.		
CM : 8 h	TD : h	TP : h
EC obligatoire		Proj : h
		Langue Français

## INTRODUCTION

Ce cours a pour vocation de donner aux étudiants le vocabulaire et les bases nécessaires pour comprendre le déroulement d'une opération de travaux.

**COMPÉTENCES VISÉES** A l'issue de ce cours, les étudiants doivent :

- Connaître les intervenants dans un marché de travaux
- avoir les connaissances de base du rôle de chacun et de l'enchaînement des phases, de la conception à la réalisation
- être capable de comprendre les différentes formes des marchés et les pièces constituant un marché
- Avoir les bases du déroulement d'un chantier, des documents à préparer, des enjeux administratifs et financiers

## CONTENU

Partie I: Généralités et vocabulaire La notion de marché

Les intervenants à l'acte de construire :

- Donneur d'ordres
- Conception et contrôle
- Intervenants sur la sécurité
- Entreprise, groupement et sous-traitance

Partie II: La phase de conception

Programme de l'opération

- Etudes préliminaires
- Choix des modalités de passation des contrats Le rôle de la maîtrise d'œuvre
- Définition de la mission et passation du contrat

- Contenu des études et documents produits Les autres intervenants
- Coordonnateur SPS
- Contrôleur technique
- OPC

#### Partie III: La passation des marchés

##### Règles générales

- Notion de marché, prix forfaitaires ou unitaires
  - Forme et déroulement d'un appel d'offres
- Règles de passation des marchés privés et publics  
Dossier de consultation et réponses des entreprises  
Choix des attributaires et conclusions des marchés

#### Partie IV: La phase chantier

##### Phase préparatoire

- Document à préparer
- Réunion préparatoire
- Planification Phase travaux
- Ordre de service
- Réunion et PV
- Suivi administratif et financier Fin du chantier
- Phase d'essais
- Procédures de réception
- Le décompte général et définitif
- Contentieux

#### **RESSOURCES**

- CODE DES MARCHES PUBLICS – [www.legifrance.fr](http://www.legifrance.fr) - Guide de bonnes pratiques en matière de marchés publics -2012 -Circulaire du 14 février 2012 - Guide pratique des conducteurs de chantiers – 2006 – [www.fntp.fr](http://www.fntp.fr) - 170 séquences pour mener une opération de construction – H. Debaveye et P. Haxaire – 7ème Ed 2010 Edition Le Moniteur

#### **PRÉREQUIS**

#### **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC (EE, 30min, da, ca)

EC : Management de l'environnement	PT9EN4	coeff : 0.18
Enseignant(e-s) responsable : Tetgein T.		
CM : 5 h	TD : 5 h	TP : h
		Proj : 8 h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

Ce cours intervient en complément des connaissances acquises pas ailleurs sur les procédés de traitement des eaux, de l'air et des sols. Il s'agit d'appréhender le milieu industriel de part son organisation et son contexte réglementaire en matière d'environnement.

**COMPÉTENCES VISÉES** A l'issue de ce cours, les étudiants doivent :

- Connaître la déclinaison de la norme ISO 14001 (management environnemental) dans l'entreprise afin de s'intégrer parfaitement dans une société déjà certifiée ISO 14001 ou afin de participer activement à la mise en place d'un système de management environnemental
- Savoir réaliser une analyse de risques environnementaux liés à une entreprise
- Connaître les principales réglementations environnementales et leur impact sur le dimensionnement ou l'exploitation d'unités industrielles

## CONTENU

Partie I: Système de management de l'environnement : Norme ISO 14001

Boucle d'amélioration continue traduisant les principales étapes de la mise en œuvre d'un système de management environnemental :

- analyse des impacts
- planification
- réalisation
- contrôle
- amélioration

Partie II: Analyse des risques HSE

- Hygiène : gestion des produits chimiques
- Environnement :
  - Le droit des Installations Classées pour la Protection de l'environnement

- 
- Prévention et surveillance de la pollution atmosphérique
  - Protection des ressources en eaux et des milieux aquatiques
  - Les déchets
  - Prévention et surveillance des nuisances sonores et des vibrations
  - Sécurité : prévention des risques technologiques et sécurité au poste de travail

### **RESSOURCES**

Techniques de l'ingénieur : Environnement (vol G1 à G5)

Réglementation sur les déchets, eaux, ICPE, air (Collection Recueils de textes réglementaires ACFCI, AFNOR)

### **PRÉREQUIS**

Notions de base en génie chimique

### **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

CC (EE, 2h)

## Semestre 10

### LISTE DES UNITÉS D'ENSEIGNEMENT (UE) DU SEMESTRE

TC, Spé ou Parcours	Code UE	Intitulé UE	ECTS
GP-EN	ECOSS	Stage long S10	30

## Tronc Commun GP et EN

3ème année - Semestre 10 - Tronc commun GP+EN													
Unité d'Enseignement (UE)	Code		Élément Constitutif (EC)	Horaire (h)							ECTS / Coef.		
	UE	EC		Tot UE	Tot EC	Tot Prés.	CM	TD	TP	TA	Proj.	ECTS UE	Coef. UP
Stage long S10	EC0SS	EC0SS1	Stage ingénieur de fin d'études ou Projet de fin d'étu			-						30	1.000
Total TC				0	0	0	0	0	0	0	0	30	

UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE) :

Stage long S10

ECTS : 30

Code UE : ECOSS

COMPÉTENCES VISÉES PAR L'UE :

- Appliquer les compétences scientifiques acquises dans un environnement professionnel.
- Acquérir de nouvelles compétences scientifiques et techniques
- Démontrer sa capacité à communiquer sur ses résultats de façon professionnelle.
- Développer ses compétences relationnelles (démontrer ses capacités au travail en équipe)
- Démontrer son aptitude à travailler en autonomie, à gérer un projet sur du long terme en rapport avec les contraintes du service...
- Développer ses compétences cognitives (organiser, planifier, faire preuve de créativité, être force de proposition, mobiliser ses connaissances scientifiques et techniques en fonction du public visé, mobiliser son esprit critique...)
- Comprendre l'intelligence économique et ses conséquences en termes de protection.
- Démontrer sa connaissance de la gestion du développement durable (politique environnementale, ACV, économie circulaire, politique sociale, Handicap...) dans l'entreprise

LISTE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS (EC)  
CONSTITUANT L'UNITE D'ENSEIGNEMENT (UE)

CODE EC	INTITULÉ EC
ECOSS1	Stage ingénieur de fin d'études ou Projet de fin d'études

EC : Stage ingénieur de fin d'études ou Projet de fin d'études	EC0SS1	coeff : 1
Enseignant(e-s) responsable : Kousksou T., Vaxelaire J.		
CM : h	TD : h	TP : h Proj : h
EC obligatoire		Langue Français

## INTRODUCTION

Stage en entreprise de 6 mois, avec missions d'ingénieur ou Projet de Fin d'Études

## COMPÉTENCES VISÉES

- Appliquer les compétences scientifiques acquises dans un environnement professionnel.
- Acquérir de nouvelles compétences scientifiques et techniques.
- Démontrer sa capacité à communiquer sur ses résultats de façon professionnelle.
- Développer ses compétences relationnelles (démontrer ses capacités au travail en équipe)
- Démontrer son aptitude à travailler en autonomie, à gérer un projet sur du long terme en rapport avec les contraintes du service,...
- Développer ses compétences cognitives (organiser, planifier, faire preuve de créativité, être force de proposition, mobiliser ses connaissances scientifiques et techniques en fonction du public visé, mobiliser son esprit critique...).
- Comprendre l'intelligence économique et ses conséquences en termes de protection.
- Démontrer sa connaissance de la gestion du développement durable (politique environnementale, ACV, économie circulaire, politique sociale, Handicap...) dans l'entreprise.

## CONTENU

Le stage ingénieur (le projet) de fin d'études doit permettre à l'étudiant :

- de mettre en pratique les connaissances acquises pendant les trois années d'études du cycle ingénieur ;
- de conforter et d'affiner son projet professionnel et sa connaissance du monde professionnel ;
- de compléter son aptitude aux missions d'ingénieur ;
- de faire preuve d'initiative et de créativité ;

- de savoir rendre compte du travail accompli, défendre ses résultats en fonction de son interlocuteur ;
- de s'insérer dans le monde professionnel ;
- d'acquérir des connaissances en termes d'intelligence économique ;
- d'acquérir des connaissances au niveau de la gestion du développement durable (politique environnementale, ACV, économie circulaire, politique sociale, Handicap...) dans l'entreprise.

Deux items spécifiques seront développés durant le stage d'ingénieur de fin d'études :

### 1. Intelligence économique, les contraintes de protection

L'intelligence économique est l'ensemble des activités coordonnées de collecte, de traitement et de diffusion de l'information utile aux acteurs économiques, auxquelles s'ajoute les actions d'influence et de notoriété. Au sein de ce domaine complexe, il s'agit pour l'étudiant de décrire la protection au sein de l'entreprise :

1/ La protection des données :

Quelles sont les mesures pour protéger des données ? Comment les salariés sont-ils sensibilisés?...

2/ La protection de l'innovation :

L'entreprise protège-t-elle son innovation par des actions juridiques (brevet, dépôt de marque,...).

Analyse personnelle : par exemple quelle est l'interaction entre l'intelligence économique et le stage et/ou avec l'équipe (service) dans laquelle le stage s'est déroulé ? Quelles sont vos remarques sur l'intelligence économique et la protection au sein de l'entreprise.

### 2. Développement durable

Il s'agit pour l'étudiant de décrire la politique de l'entreprise sur l'un ou plusieurs des thèmes suivants : politique environnementale et ACV (analyse du cycle de vie), économie circulaire et ou politique sociale, handicap, en ce qui concerne les propres activités de l'entreprise (et non le produit ou service vendu) et d'indiquer les impacts de cette politique sur sa mission, son poste de travail et l'équipe dans laquelle se déroule le stage.

En ce qui concerne le handicap (plutôt pour les entreprises de plus de 20 salariés), l'étudiant devra notamment connaître

- le taux d'emploi des personnes ayant une RQTH (Reconnaissance Qualité de Travailleur Handicapé) dans l'entreprise ;
- le montant de la contribution versée à l'AGEFIPH (Association Nationale de Gestion du Fonds pour l'Insertion Professionnelle des Personnes Handicapées) ;
- FIPHFP (fonds pour l'insertion des personnes handicapées dans la fonction publique) ;
- les accords signés avec l'AGEFIPH ou le FIPHFP ;
- la politique de recrutement des personnels en situation de handicap, de sensibilisation au handicap, les procédures de maintien dans l'emploi mis en place et les liens existants avec le service de médecine du travail pour l'aménagement des postes de travail.

L'élève doit développer dans son rapport de stage les deux items obligatoires (environ 2 pages

---

par item), d'abord de manière générale, puis il développera sa propre analyse sur les sujets.

### **RESSOURCES**

<https://travail-emploi.gouv.fr/emploi/emploi-et-handicap/>

<https://www.agefiph.fr/>

<http://www.fiphfp.fr/>

### **PRÉREQUIS**

stage d'ingénieur S9

### **MODALITÉS D'ÉVALUATION**

Sta(Tr, Rap, Sout)