

SCIENCES, TECHNOLOGIES, SANTÉ

# INGENIEUR SPÉCIALITÉ GENIE BIOLOGIQUE

Sciences pour l'ingénieur



Niveau  
d'études  
visé  
BAC+5



Durée  
année



Composante  
INSTITUT  
NATIONAL DES  
SCIENCES  
APPLIQUÉES  
TOULOUSE

## Présentation

---

### Objectifs

Les biotechnologies sont littéralement les technologies « pour et par le vivant ». Elles comprennent toutes les méthodes et techniques utilisant les capacités génétiques et physiologiques du vivant (plantes, micro organismes, animaux...) pour mieux conduire ou contrôler des processus naturels, ou mieux produire et purifier des substances issues de la transformation biologique de substrats naturels.

On peut distinguer :

- Les biotechnologies traditionnelles (pain, vin, bière...) qui datent de la « nuit des temps ».
- Les biotechnologies modernes (vaccins, antibiotiques) qui datent du XIX<sup>ème</sup> siècle.
- Les biotechnologies moléculaires ou « postmodernes » (génie génétique, génomique...) qui naissent dans les années 70.

Depuis 1969, l'INSA de Toulouse forme des ingénieurs en Génie Biochimique, aptes à maîtriser l'ensemble des méthodologies et des procédés touchant à la conversion par voie biologique du matériel biologique ou non.

## Admissions

---

### Conditions d'accès

Plus de renseignements sur : <http://www.insa-toulouse.fr/fr/admissions.html>

Plus de renseignements sur : <http://admission.groupe-insa.fr/candidater-linsa>

### Public cible

---

### Pré-requis nécessaires

---

### Pré-requis recommandés

---

# Infos pratiques

---

## Lieu(x)

 Toulouse

# Programme

## ANNEE 4 – GB

### 4e ANNEE GENIE BIOLOGIQUE

#### SEMESTRE 7\_4e ANNEE GB

#### DOMAINE INGENIERIE GENETIQUE, ENZYMATIQUE ET METABOLISME\_13 ECTS

DOMAINE INGENIERIE GENETIQUE, ENZYMATIQUE ET METABOLISME 13 crédits 146.25h

Génie génétique et ingénierie enzymatique 82.75h

Biochimie métabolique et physiologie 63.5h

#### DOMAINE GENIE BIOCHIMIQUE \_10 ECTS

DOMAINE GENIE BIOCHIMIQUE 10 crédits 114.25h

Cinétique biochimique et bioréacteurs 74.25h

Transfert de matière 40h

#### DOMAINE HUMANITES – SEMESTRE 7\_ 7 ECTS

DOMAINE HUMANITES 7 crédits 82h

Finance 20h

Stratégie d'entreprise responsable 20h

LV2 20h

APS (Activités physiques et sportives) 22h

#### SEMESTRE 8\_4e ANNEE GB

#### DOMAINE CULTURES MICROBIENNES ET CELLULAIRES\_12 ECTS

DOMAINE CULTURES MICROBIENNES ET CELLULAIRES 12 crédits 137.25h

Culture cellulaire pour les biothérapies 66.75h

Cultures microbiennes 70.5h

#### DOMAINE OUTILS DE L'INGENIEUR\_10 ECTS

DOMAINE OUTILS DE L'INGENIEUR 10 crédits 138h

Opérations Unitaires 76.75h

Projet pluridisciplinaire 61.25h

#### DOMAINES HUMANITES – SEMESTRE 8\_8 ECTS

DOMAINES HUMANITES 8 crédits 88h

LV1 30.5h

Prospective et imaginaires du futur	30.25h
Informatique logicielle	47h
PPI	3.25h
APS (Activités physiques et sportives)	22h

## ANNEE 5 – GB

### 5e ANNEE GENIE BIOLOGIQUE

#### SEMESTRE 9\_5e ANNEE GB

#### 5e ANNEE BI\_ORIENTATION BS\_SEMESTRE 9

#### DOMAINE BIOLOGIE SYSTEMIQUE ET SYNTHETIQUE POUR LES BIOTECHNOLOGIES \_12 ECTS

DOMAINE BIOLOGIE SYSTEMIQUE ET SYNTHETIQUE POUR LES BIOTECHNOLOGIES	12 crédits	145h
Biologie systémique et synthétique pour les biotechnologies		145h

#### DOMAINE PROJET CALCUL\_12 ECTS

DOMAINE PROJET CALCUL	12 crédits	120h
Projet calcul		120h

### DOMAINE HUMANITES – SEMESTRE 9\_ 6 ECTS

DOMAINE HUMANITES	6 crédits	64.5h
Psychologie sociale et éthique		17.5h
Management d'équipe		17.5h
APS		21.5h
PPI		8h

#### 5e ANNEE BI\_ORIENTATION MBI\_SEMESTRE 9

#### DOMAINE BIOCATALYSE ET MICROBIOLOGIE INDUSTRIELLE\_12 ECTS

DOMAINE BIOCATALYSE ET MICROBIOLOGIE INDUSTRIELLE	12 crédits	145h
Biocatalyse		135h
Microbiologie		135h
Biopurification		10h

#### DOMAINE PROJET CALCUL\_12ECTS

DOMAINE PROJET CALCUL	12 crédits	120h
Projet calcul		120h

### DOMAINE HUMANITES – SEMESTRE 9\_ 6 ECTS

DOMAINE HUMANITES	6 crédits	64.5h	Biologie structurale et computationnelle	35h
Psychologie sociale et éthique		17.5h		
Management d'équipe		17.5h		
APS		21.5h		
PPI		8h		
<hr/>				
5e ANNEE BI _ BIOLOGIE COMPUTATIONNELLE POUR LES BIOTECHNOLOGIES_SEMESTRE 9			DOMAINE HUMANITES – SEMESTRE 9_ 6 ECTS	
<hr/>				
DOMAINE PROGRAMMATION ET APPLICATION_10 ECTS	10 crédits	110h	DOMAINE HUMANITES	6 crédits 64.5h
Outils numériques et concepts fondamentaux		60h	Psychologie sociale et éthique	17.5h
Projet Défi bio-informatique		26.25h	Management d'équipe	17.5h
Projet RNA-SEQ		23.75h	APS	21.5h
<hr/>				
DOMAINE DU GENOME AU SYSTEME _14 ECTS			PPI	8h
<hr/>				
DOMAINE PROGRAMMATION ET APPLICATION	10 crédits	110h	5e ANNEE PTP ENERGIE_SEMESTRE 9	
Outils numériques et concepts fondamentaux		60h	DOMAINE COMPRENDRE LES GRANDS ENJEUX DE L'ENERGIE_10 ECTS	
Projet Défi bio-informatique		26.25h	<hr/>	
Projet RNA-SEQ		23.75h	DOMAINE COMPRENDRE LES GRANDS ENJEUX DE L'ENERGIE	10 crédits 147.75h
<hr/>				
DOMAINE DU GENOME AU SYSTEME _14 ECTS			Projet	82.25h
DOMAINE DU GENOME AU SYSTEME	14 crédits	185h	Les enjeux de l'énergie	11.25h
Bio-informatique pour la génomique		63h	Comprendre le mix électrique	18.75h
Post Génomique		45h	Produire de l'électricité	22.75h
Biologie Intégrative		42h	Chaleur et énergie	12.75h
			Energie et mobilité	30h

## DOMAINE METTRE EN OEUVRE LA GESTION DE L'ENERGIE\_14 ECTS

---

DOMAINE METTRE EN OEUVRE LA  
GESTION DE L'ENERGIE 14 crédits 108.75h

Biomasse 28.75h

Gestion de l'énergie électrique 17.5h

Actionneurs et générateur  
électriques 10h

Méthanisation 11.25h

Convertisseurs de puissance 29.5h

Méthanisation II 20h

Photovoltaïque 23h

## DOMAINE HUMANITES – SEMESTRE 9\_6 ECTS

---

DOMAINE HUMANITES 6 crédits 64.5h

Psychologie sociale et éthique 17.5h

Management d'équipe 17.5h

APS 21.5h

PPI 8h

5e ANNEE PTP RISK  
ENGINEERING\_SEMESTRE 9

## Liste d'éléments pédagogiques

---

Qualitative Approach 4 crédits 45h

Quantitative Approach 4 crédits 45h

Designing for safety 4 crédits 42h

Toxic Risks for Humans and  
Environment 5 crédits 42h

Process Safety 5 crédits 45h

Structural Safety 4 crédits 45h

Functional Safety 4 crédits 45h

SEMESTRE 10\_5e ANNEE GB

## Liste d'éléments pédagogiques

---

Stage 4A 9 crédits

Stage 5A – PFE 21 crédits

## DOMAINE INGENIERIE GENETIQUE, ENZYMATIQUE ET METABOLISME



ECTS  
13 crédits



Volume horaire  
146.25h

### Présentation

---

### Description

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

### Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

# Génie génétique et ingénierie enzymatique



ECTS



Volume horaire  
82.75h

## Présentation

---

### Description

- \* Les outils de base (enzymes, plasmides oligonucléotides)
  - \* Techniques de clonage de gènes (avec ou sans enzymes de restriction)
  - \* Expression de protéines chez des bactéries ou levures.
  - \* Analyse d'un gène et de sa fonction (séquençage, études d'interactions protéines-protéines, méthodes d'étude de l'expression d'un ou plusieurs gènes, mutagenèse dirigée..)
  - \* Réalisation d'une revue bibliographique entrant dans le champ thématique de l'ingénierie génétique (édition de génomes, ingénierie de microorganismes, techniques de métagénomiques, expression de gènes, ingénierie des plantes etc.). Présentation orale d'un des articles analysés dans la cadre de la revue à l'ensemble de la classe.
  - \* Techniques d'ingénierie rationnelle et combinatoire des protéines.
  - \* Outils informatiques de traitements des séquences (analyse des bases de données génomiques et protéiques, alignements multiples de séquences protéiques, édition d'arbres phylogénétiques et clusterisation des séquences par approche SSN) et de structure 3D des protéines et de docking moléculaire (Pymol, AutoDock). Etude de cas : oxido-réductases
- 

## Objectifs

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

- Les outils et méthodes de base utilisés en génie génétique (enzymes de restriction, vecteurs, clonage, PCR, séquençage, construction de banques d'ADN, mutagenèse, analyse de l'expression et de la fonction de gènes..)
- Les principales approches d'ingénierie génétique utilisées en biologie synthétique
- Les outils numériques d'analyse bioinformatique pour i) l'analyse des séquences primaires des protéines (sur grands jeux de données) et la recherche de motifs structuraux signatures de spécificité ii) l'analyse des structures 1D, 2D, 3D des protéines iii) la compréhension des mécanismes d'action et l'ingénierie des catalyseurs.
- Les méthodes de recherche bibliographique dans les bases de données scientifiques pour réaliser une synthèse et un exposé bibliographique.

L'étudiant devra être capable de :

- Décrire et/ou résumer les différentes techniques de base et être capable de placer ces techniques dans un contexte scientifique et/ou expérimental plus large
- Connaître et présenter différentes approches et méthodes entrant dans le champ de l'ingénierie génétique
- utiliser un logiciel de clonage « in silico »
- Réaliser des expériences de biologie moléculaire dans des systèmes hôtes bactéries ou levures
- Décrire les méthodes d'analyse bioinformatique des structures protéiques (alignement de séquences, logiciel de graphisme et modélisation moléculaire). Utiliser ces outils pour la compréhension des relations structure activité et l'ingénierie des enzymes.

- Connaître et utiliser les bases de données pour la recherche d'articles scientifiques
- Construire et rédiger une étude bibliographique

---

## Pré-requis nécessaires

Microbiologie, Biochimie structurale  
Biologie moléculaire de base

---

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

---

## Infos pratiques

### Lieu(x)

 Toulouse

# Biochimie métabolique et physiologie



ECTS



Volume horaire  
63.5h

## Présentation

Implication de la compartimentation cellulaire

## Description

Introduction : Place de la biochimie métabolique dans le développement des procédés biotechnologiques.

Thermodynamique et métabolisme : rappels de bioénergétique

Organisation du métabolisme cellulaire

Les processus de transport de molécules dans les cellules

Description des principales voies du « métabolisme central carboné » (Glycolyse, Glucogénogénèse, Glycogénolyse, Voie des Pentoses Phosphates, voie ED, cycle de Krebs, phosphorylation oxydative).

Métabolisme des acides aminés, acides gras, stéroïdes, nucléotides

Métabolisme des réactions de polymérisation

Introduction au calcul des flux métaboliques

## Pré-requis nécessaires

Chimie organique

Biochimie structurale

Microbiologie

Génétique bactérienne et régulation

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Objectifs

Acquisition des concepts de base du métabolisme cellulaire et de sa régulation.

Description des principales voies métaboliques. Thermodynamique et cinétiques. Bilans stœchiométriques. Description des principales voies de régulations connues. Interconnexion des voies du métabolisme central carboné.

## Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

## DOMAINE GENIE BIOCHIMIQUE



ECTS  
10 crédits



Volume horaire  
114.25h

## Présentation

---

### Description

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

# Cinétique biochimique et bioréacteurs



ECTS



Volume horaire  
74.25h

## Présentation

---

### Description

Réaction biologique, réacteur et génie microbiologique  
Le réacteur et son instrumentation  
Cinétique microbienne  
Bilans élémentaires, stœchiométrie et rendements  
Bilans thermodynamique et énergétique de croissance

Étude des réacteurs idéaux (discontinu, parfaitement agité continu, à écoulement piston), de combinaisons de réacteurs idéaux, réacteurs à recyclage et des réacteurs réels.  
Étude de distribution des temps de séjour.  
Modélisation de l'écoulement et du mélange dans les réacteurs.

### Objectifs

Compréhension et mise en œuvre des réactions biochimiques (enzymatiques et microbiennes).  
Acquisition des outils de l'analyse cinétique, des bilans de masse et énergétique.

Acquisition des outils pour le dimensionnement d'un bioréacteur enzymatique et pour le choix raisonné de sa configuration. Diagnostic de dysfonctionnement de bioréacteur.

## Pré-requis nécessaires

Cinétique chimique et enzymatique  
Calcul différentiel et matriciel

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

## Transfert de matière



ECTS



Volume horaire

40h

## Présentation

---

### Description

Réaction biologique, réacteur et génie microbiologique

Le réacteur et son instrumentation

Cinétique microbienne

Bilans élémentaires, stœchiométrie et rendements

Bilans thermodynamique et énergétique de croissance

Étude des réacteurs idéaux (discontinu, parfaitement agité continu, à écoulement piston), de combinaisons de réacteurs idéaux, réacteurs à recyclage et des réacteurs réels.

Étude de distribution des temps de séjour.

Modélisation de l'écoulement et du mélange dans les réacteurs.

Lois des phénomènes de diffusion et de convection.

Régime transitoire. Bilan matières

Coefficient de transfert - Transfert multiphasique.

Transfert et réaction

Application aux biotechnologies (transfert d'oxygène)

Bases de catalyse hétérogène

Plans d'expériences et stratégie expérimentale. Plans factoriels. Surfaces de réponses. Etude de mélanges.

Recherche d'un optimum. Analyse en composantes principales.

Comprendre les phénomènes de transfert de matière (diffusion, convection).

Comprendre et mettre en œuvre des réactions biochimiques (enzymatiques et microbiennes).

L'étudiant devra être capable de :

- lire, interpréter, proposer un flowsheet d'installation,
- écrire des bilans globaux sur un procédé afin de calculer les flux de matière et d'énergie,
- identifier les flux d'information,
- faire une analyse critique d'un procédé
- utiliser la méthodologie des plans d'expériences pour optimiser un procédé
- utiliser des outils de l'analyse cinétique, des bilans de masse et énergétique.
- maîtrise des outils pour le dimensionnement d'un bioréacteur enzymatique et pour le choix raisonné de sa configuration.
- Diagnostiquer les dysfonctionnements d'un bioréacteur.

---

### Pré-requis nécessaires

Cinétique chimique et enzymatique

Calcul différentiel et matriciel

Thermodynamique des solutions

Équations différentielles et aux dérivées partielles.

---

### Objectifs

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en

continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## DOMAINE HUMANITES

 ECTS  
7 crédits

 Volume horaire  
82h

## Présentation

---

### Description

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## Finance



ECTS



Volume horaire  
20h

## Présentation

---

### Description

Le diagnostic financier : Analyse du Bilan. Equilibre financier. Analyse du Compte de Résultat. La capacité d'autofinancement. Ratios.

Décision d'investissement : les Flux Nets de Trésorerie et critères de choix avec ou sans actualisation basés sur la rentabilité économique d'un investissement.

### Objectifs

Être capable de porter un jugement critique sur la santé financière d'une entreprise et d'apprécier la rentabilité d'un investissement.

### Pré-requis nécessaires

Cours de gestion financière de 3<sup>e</sup>A (connaissance des états financiers de l'entreprise, Bilan et compte de résultats)

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

# Stratégie d'entreprise responsable



ECTS



Volume horaire

20h

## Présentation

en œuvre un plan d'action stratégique responsable au regard des enjeux écologiques, économiques et sociétaux.

## Description

Les ressources du module de stratégie d'entreprise responsable sont 100% en ligne dans Moodle

Les grands axes étudiés sont les suivants :

Réflexion sur l'ingénieur de demain

Définitions, enjeux et limites de la stratégie d'entreprise conventionnelle

La connaissance des marchés

Concevoir et développer une offre durable

Construire une politique de prix juste

Élaborer une communication responsable et efficace

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

## Objectifs

A la fin de ce cours, les étudiants seront capable de :

- Réaliser un diagnostic du marché et de l'entreprise pour prendre des décisions et se fixer des objectifs stratégiques

- Mobiliser les connaissances sur le marché pour mettre

LV2



ECTS



Volume horaire  
20h

## Présentation

---

### Description

---

### Objectifs

Les enseignements en langues - anglais, allemand, espagnol, chinois, italien et portugais - ont pour objectif la découverte ou l'approfondissement de la langue à travers une approche culturelle des pays des langues étudiées :

- Communiquer en langues dans un contexte professionnel
- Pouvoir mener une carrière à l'international
- Maîtriser les compétences interculturelles
- Acquérir des techniques d'écoute et de compréhension
- S'exprimer efficacement à l'écrit et à l'oral
- Communiquer en langues vivantes de spécialité
- Acquérir des techniques de négociation en langues vivante

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des

enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## APS (Activités physiques et sportives)



ECTS



Volume horaire  
22h

 Toulouse

## Présentation

---

## Description

---

## Objectifs

DÉFINIR ET METTRE EN OEUVRE UN PROJET

- Concevoir l'objectif du projet
  - Choisir et planifier les actions dans le temps
  - Réguler son action et savoir s'adapter
  - S'impliquer dans le groupe et le projet
- 

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

## Lieu(x)

## DOMAINE CULTURES MICROBIENNES ET CELLULAIRES

 ECTS  
12 crédits

 Volume horaire  
137.25h

### Présentation

---

### Description

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

### Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

# Culture cellulaire pour les biothérapies



ECTS



Volume horaire

66.75h

## Présentation

### Description

Cours et conférences :

- Bases de la culture cellulaire
- Immunologie : réponse innée et adaptative, principe de la vaccination, immunothérapies
- Virologie: bases et production de vaccins viraux entiers
- Biothérapies et nouveaux médicaments (thérapie cellulaire et génique / organes artificiels, ARN médicaments)
- Production de protéines à usage thérapeutique en cellules animales ou insectes (dont protéines virales pour vaccination)
- Réglementation et bonnes pratiques

TP :

Culture de lignées de cellules de mammifères adhérentes ou en suspension dans des boîtes de culture (TP 1) et Production de protéines recombinantes en roller bottles et cell spinners (TP 2)

en termes de conditions et milieux de culture

- Les bases des réponses immunitaires innée et adaptative
- Les principes de vaccination et d'immunothérapie
- La production de protéines à usage thérapeutique
- Les critères de qualité d'un anticorps thérapeutique
- Les principes des thérapies innovantes (thérapie cellulaire et génique, ARN médicaments)
- Les éléments de base de la réglementation et des bonnes pratiques pour la bioproduction de biomédicaments

L'étudiant.e devra être capable de :

- utiliser le vocabulaire propre à la culture cellulaire
- nommer les caractéristiques principales d'une cellule de mammifère
- mettre en œuvre et/ ou manipuler une culture cellulaire en boîte et en système de production de type roller bottle et cell spinner
- comprendre et expliquer les thérapies innovantes à base de protéines, d'acides nucléiques ou de cellules
- analyser, commenter et critiquer une publication scientifique dans le domaine de la culture cellulaire et des biothérapies
- faire un état des lieux des connaissances dans un domaine d'application de la culture de cellules
- aborder les enjeux sociaux-environnementaux de l'industrie pharmaceutique

### Objectifs

A la fin de ce module, l'étudiant.e devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

- Comment établir une lignée cellulaire
- Les spécificités de la culture de cellules mammifères

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes :

examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit,  
évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## Cultures microbiennes



ECTS



Volume horaire  
70.5h

## Présentation

---

### Description

Modèles cinétiques de croissance et de production de métabolites, effets des variables et paramètres d'environnement, interaction dynamique biologique-transfert de masse, équations caractéristiques des bioréacteurs : batch, chémostat, réacteurs en série, fed-batch, réacteurs à recyclage cellulaire, application à la production de métabolites, traitement numérique des données expérimentales.

### Objectifs

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

- Comment établir une lignée cellulaire
- Les spécificités de la culture de cellules mammifères en termes de conditions et milieux de culture
- Quelques utilisations importantes de la culture cellulaire
- Les différents types de cinétiques microbiennes de croissance et de production
- Les différents modes de mise en œuvre des bioréacteurs

L'étudiant devra être capable de :

- mettre en œuvre et/ ou manipuler une culture microbienne

- analyser, commenter et critiquer une publication scientifique dans le domaine des cultures microbiennes

- Calculer les différents paramètres cinétiques et stœchiométriques caractéristiques des cultures microbiennes

- Calculer les potentialités de productions pour les différents types de mise en œuvre en bioréacteurs

### Pré-requis nécessaires

Enseignements de cinétique, de microbiologie, métabolisme, génie des réacteurs.

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

### Infos pratiques

---

#### Lieu(x)

Toulouse

## DOMAINE OUTILS DE L'INGENIEUR



ECTS  
10 crédits



Volume horaire  
138h

## Présentation

---

### Description

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## Opérations Unitaires



ECTS



Volume horaire  
76.75h

### Présentation

---

### Description

Lois des phénomènes de conduction, convection et rayonnement. Résistances thermiques. Conduction dans les solides en régime permanent et transitoire. Convection naturelle et forcée. Échangeurs de chaleur et de matière : théorie, dimensionnement, technologies.

### Objectifs

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :  
Phénomènes de transferts de chaleur au sein des échangeurs (plaques, tubulaires, cuves agitées, ...)  
Fonctionnement d'un échangeur de matière  
Principe de la distillation

L'étudiant devra être capable de :  
Dimensionner les échangeurs de chaleur.  
Dimensionner les échangeurs de matière (distillation, absorption)

### Pré-requis nécessaires

Lois régissant les processus de transferts de chaleur

(conduction, convection, rayonnement)  
bases mathématiques de résolution d'équation différentielle à variable séparable, méthodes de résolution d'une équation implicite

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

### Infos pratiques

---

#### Lieu(x)

Toulouse

## Projet pluridisciplinaire



ECTS



Volume horaire  
61.25h

## Présentation

### Description

Le programme comprend 4 parties :

- La méthodologie de conduite de projet
- Les principes de la démarche « qualité, sécurité et environnement »
- La réalisation d'un projet pluridisciplinaire qui mobilise des connaissances en génie biochimique, phénomènes de transferts, génie des bioréacteurs, bilan matière et opérations unitaires
- La pratique d'activités sportives individuelles et collectives

### Objectifs

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :

- Les méthodes de gestion rationnelle d'un projet,
- Les principaux concepts et outils « qualité »,
- Les impératifs liés à la sécurité et à l'environnement lors de la réalisation d'un projet.

L'étudiant devra être capable de :

- Mettre en œuvre seul et/ou à plusieurs des projets d'actions,
- Gérer en spécialiste la mise en place et le suivi d'un projet,
- Planifier ses actions et anticiper celles des autres,
- Réguler l'activité pendant la mise en œuvre du projet,

- Réaliser des choix adaptés aux interactions entre les acteurs pour être efficace,
- Communiquer pour obtenir l'action souhaitée,
- Se répartir les rôles en tenant compte des compétences individuelles,
- Agir en fonction des contraintes et de l'adversité.

### Pré-requis nécessaires

I1CCGE40 / I2CCGE10 / I3CCGE10 / I3BEMT10 / Génie Biochimique / Phénomènes de transfert / génie des bioreacteurs

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

## DOMAINES HUMANITES



ECTS  
8 crédits



Volume horaire  
88h

## Présentation

---

### Description

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

LV1



ECTS



Volume horaire  
30.5h

## Présentation

---

### Description

- Pratique individuelle : chaque étudiant(e) construit son projet de formation, en lien avec la structure d'enseignement artistique de son choix.

- Pratique collective : les étudiant(e)s participent à des ateliers proposés dans le cadre des filières musique, danse et théâtre, encadrés par des artistes professionnels et en relation étroite avec la création et la diffusion.

- Parcours pour la Découverte Artistique et Culturelle : les étudiant(e)s assistent à plusieurs événements culturels (spectacle, concert, exposition,...) encadrés par deux temps : celui de la préparation, en amont, grâce à des rencontres avec des artistes ou des techniciens, des conférences, l'accès à des répétitions et celui de l'échange après l'événement pour exprimer et partager le ressenti avec l'ensemble du groupe.

### Objectifs

Mener de front des études d'ingénieur et une pratique artistique individuelle et collective

---

## Pré-requis nécessaires

Admission dans une des trois filières artistiques :

- Musique : justifier a minima de 5 ans de pratique instrumentale ou vocale régulière et d'une autonomie suffisante pour participer aux différents projets collectifs

- Danse et Théâtre : pas de prérequis

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## Prospective et imaginaires du futur



ECTS



Volume horaire  
30.25h

### Présentation

---

### Description

Le programme est construit autour d'un projet mené en groupe par les étudiants. A partir d'un sujet de prospective, les étudiants organisent et participent à des ateliers de prospective. Ils produisent ensuite plusieurs scénarios, qu'ils soumettent à la discussion à l'occasion d'un forum de prospective. Les débats engendrés les accompagnent dans la formulation de leurs préconisations.

Des TD complémentaires enrichissent la réflexion des étudiants, avec des apports sur les récits et les imaginaires, l'éthique et la philosophie, ainsi que la géopolitique et l'interculturel.

### Objectifs

- A la fin de ce module, l'étudiant devra être capable de
- s'engager dans une démarche prospective, dans une approche complexe et systémique
  - mener une réflexion éthique, critique et réflexive, adaptée à la démarche prospective
  - développer une communication professionnelle

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

### Infos pratiques

---

#### Lieu(x)

Toulouse

# Informatique logicielle



ECTS



Volume horaire

47h

## Présentation

---

### Description

L'étudiant devra être capable de développer des applications en C++ en respectant un style de programmation modulaire à objets. Les notions suivantes seront abordées : Classes, Héritage, appel de méthode, exceptions, structures de données, attributs statiques, surcharge d'opérateurs.

### Objectifs

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

- o La notion de programmation objet, d'appel de méthode, de classe.
- o L'application de ces notions pour la programmation d'objets

### Pré-requis nécessaires

Algorithmique et programmation, Bases en Langage C

---

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

## PPI



ECTS



Volume horaire  
3.25h

## Présentation

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## Description

---

## Objectifs

Mon métier, mes compétences

Objectif pédagogique : Mieux connaître et comprendre les compétences requises pour être ingénieur, réflexions autour des compétences dont l'étudiant aura besoin pour son projet (hard skills et soft skills).

>> 450 étudiants ont complété leur e-portfolio compétences

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

## APS (Activités physiques et sportives)



ECTS



Volume horaire  
22h

 Toulouse

## Présentation

---

## Description

---

## Objectifs

DÉFINIR ET METTRE EN OEUVRE UN PROJET

- Concevoir l'objectif du projet
  - Choisir et planifier les actions dans le temps
  - Réguler son action et savoir s'adapter
  - S'impliquer dans le groupe et le projet
- 

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

## Lieu(x)

## DOMAINE BIOLOGIE SYSTEMIQUE ET SYNTHETIQUE POUR LES BIOTECHNOLOGIES



ECTS  
12 crédits



Volume horaire  
145h

### Présentation

---

### Description

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

### Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

# Biologie systémique et synthétique pour les biotechnologies



ECTS



Volume horaire  
145h

## Présentation

---

### Description

1) Généralités concernant la biologie de systèmes (23h) :

. Pourquoi ? => Complexité de la cellule (en particulier au niveau des régulations) et des organismes supérieurs, importance de la biologie des réseaux  
. Comment ? => Démarches et méthodes, outils génétiques, outils de modélisation et statistiques, outils omics, outils informatiques.

2) Biologie des systèmes pour la santé (12h) :

. Intérêt de ces approches pour les maladies complexes  
. Focalisation sur le cancer qui en est l'archétype (complexité des facteurs intra-cellulaires (complexité génétique, épigénétique,) et extra-cellulaires (influence de nombreux types cellulaires non-tumoraux, angiogenèse, )) illustré par quelques exemples.

3) Généralités, principes, et domaines d'application de la biologie synthétique (15h) :

- définition(s) et intérêt et avantages de la biologie synthétique  
- les méthodes de la biologie synthétique :  
- sélection des enzymes et des voies métaboliques synthétiques appropriées à une problématique  
- présentation des outils génétiques adaptés à une stratégie de biologie synthétique, présentation des organismes hôtes à disposition, description des outils d'optimisation des flux métaboliques afin d'atteindre la concentration optimale en produit recherché.

4) Biologie synthétique pour les biotechnologies industrielles (12h)

Intérêt pour la production biologique de produits chimiques de commodité existants. Illustration des défis, de la complexité mais aussi des succès industriels de ce type d'approche au travers de plusieurs exemples concrets

---

## Objectifs

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

- comment la Biologie des Systèmes change la manière d'étudier les systèmes biologiques en examinant la cellule et l'organisme comme un tout, notamment les Biotechnologies des Systèmes qui permettent la conception et le développement de microorganismes et de bioprocédés optimisés par une approche systémique (avec *Escherichia coli* comme principal organisme producteur étudié), et la Médecine des Systèmes qui considère les maladies comme des 'perturbations de réseaux', et transforme la manière de développer des médicaments en ciblant de multiples composants des voies perturbées dans les maladies ;  
- pourquoi la biologie synthétique, une science émergente, est située à l'interface entre les sciences du vivant et ingénierie et est l'application des principes de l'ingénierie pour la construction d'une nouvelle forme de vie avec des propriétés améliorées ; et quels sont les larges objectifs de la biologie synthétique et leurs applications pour la biomédecine, la synthèse moins coûteuse de produits pharmaceutiques, la synthèse de produits chimiques à partir de sources renouvelables,

l'environnement, l'énergie.

L'étudiant devra être capable de :

-considérer une question biologique en appliquant une approche de biologie des systèmes et en étudiant les mécanismes à la base de la complexité biologiques comme des systèmes intégrés constitués de multiples composants. La Biologie des Systèmes implique (1) l'obtention à haut débit de données expérimentales, (2) la constitution de modèles mathématiques permet de rendre compte d'au moins une partie des données obtenues, (3) la programmation informatique des équations mathématiques de manière à obtenir des prédictions numériques, et (4) la vérification de la qualité du modèle par comparaison des prédictions numériques avec les données expérimentales. Ainsi l'étudiant devra acquérir des compétences en biologie des réseaux et ingénierie génétique, mais aussi en mathématiques (statistiques, modélisation), informatique et technologies omics permettant l'acquisition à haut débit de données biologiques.

- concevoir et proposer une approche de biologie synthétique pour introduire de nouvelles fonctions dans un organisme modifié afin d'optimiser la production d'un produit d'intérêt ou pour construire de nouveaux matériaux. L'étudiant devra être capable de choisir la stratégie la plus appropriée ainsi que de sélectionner les outils techniques lui permettant d'atteindre l'objectif final à savoir la modification rationnellement des systèmes biologiques pour développer les voies biologiques de synthèse les plus efficaces pour la production de produits pharmaceutiques, de produits chimiques, ou de produits pour l'énergie

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

---

## Pré-requis nécessaires

I4GBBM10; I4GBBM20; I4GBBM30; I4GBBM60;  
I4GBBC60; I4GBBC70; I4GBBC20.

---

## Évaluation

## DOMAINE PROJET CALCUL

 ECTS  
12 crédits

 Volume horaire  
120h

## Présentation

---

### Description

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## Projet calcul



ECTS



Volume horaire  
120h

## Présentation

---

### Description

Avec l'aide d'un tuteur, les étudiants doivent dimensionner un procédé biotechnologique : recherche bibliographique, choix d'opérations unitaires, transferts couplés thermique / matière, évaluation économique

### Objectifs

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

Permettre aux étudiants d'appliquer les compétences au dimensionnement d'un procédé biotechnologique

L'étudiant devra être capable de :

- proposer un flowsheet d'installation,
- écrire des bilans globaux sur un procédé afin de calculer les flux de matière et d'énergie,
- faire une analyse critique d'un procédé
- dimensionner un procédé en choisissant les opérations unitaires adéquates
- effectuer le calcul économique du procédé

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

## DOMAINE HUMANITES



ECTS  
6 crédits



Volume horaire  
64.5h

## Présentation

---

### Description

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

# Psychologie sociale et éthique



ECTS



Volume horaire  
17.5h

## Présentation

réflexivité sur soi : la méta-cognition

## Description

Le regard psychosocial : notions clefs de la psychologie sociale dont la dynamique de groupe, les processus de décision, la gestion de conflits, l'influence sociale, les stéréotypes, les conditions de soumission à l'autorité, les minorités actives, les risques psycho-sociaux (RPS) et qualité de vie au travail (QVT). En somme, ces notions seront travaillées avec des exemples concrets et avec des mises en situation professionnelle et interculturelle dans une démarche éthique de l'ingénierie du XXIème siècle et des enjeux socio-écologiques.

## Pré-requis nécessaires

Aucun

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Objectifs

Analyser des situations de groupe avec des concepts issus de la psychologie sociale

Comprendre les relations interpersonnelles en situation professionnelle et interculturelle

Approfondir la réflexion sur les enjeux socio-écologiques dans son parcours professionnel

Identifier les dimensions éthiques de ces situations et savoir argumenter sa position

Aiguiser l'esprit critique, le décentrement et la

## Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

# Management d'équipe



ECTS



Volume horaire  
17.5h

## Présentation

---

### Description

Tous les thèmes autour du Management d'équipe : recrutement, motivation au travail, rémunération globale, appréciation des salariés, modalités d'encadrement (leadership), gestion des conflits, relations professionnelles (dialogue social), flexibilité des Ressources Humaines et contrats de travail, formation, gestion des emplois et des compétences, gestion des carrières.

### Objectifs

L'étudiant devra être capable de :

- Repérer et comprendre des informations liées aux ressources humaines au sein d'une entreprise
- Analyser une situation de management d'équipe en référence à un cadre théorique
- Formuler et argumenter des solutions managériales

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit,

évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

## APS



ECTS



Volume horaire  
21.5h

## Présentation

---

### Description

Le projet pédagogique des cours d'APS s'articule autour d'objectifs généraux qui doivent permettre à l'étudiant de :

entretenir sa santé par une pratique physique régulière  
développer sa culture sportive  
développer et mobiliser ses ressources pour enrichir sa motricité  
intégrer et manager une équipe projet

### Objectifs

Agir, réagir et interagir dans un stage de pleine nature :

Être capable de respecter et de s'intégrer dans un environnement différent  
Être capable de s'engager avec cohérence dans le projet d'activités  
Être capable de prendre part activement au collectif

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes :

examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

## PPI



ECTS



Volume horaire

8h

## Présentation

### Description

Le Parcours Professionnel Individualisé (PPI) a pour vocation d'accompagner les élèves-ingénieurs tout au long de leur scolarité à l'INSA Toulouse pour leur permettre de construire leur projet professionnel, de développer leurs compétences et d'accroître leur employabilité dans une perspective humaine durable et globale.

77 ateliers sur 10 sujets liés à l'insertion professionnelle.

30 intervenants de divers horizons, animant des ateliers sur les thématiques suivantes :

>> Comment développer sa confiance en soi pour être plus efficace dans la recherche

d'un stage/emploi ?

>> Comment mettre toutes les chances de son côté pour réussir un entretien de

recrutement ?

>> Booster un dossier de candidature (CV + LM)

>> Le doctorat et la recherche

>> Rémunération, négociation et contrat

>> Processus de recrutement et outils de recherche

>> Réflexion autour du projet professionnel

>> Carrière internationale, comment bien préparer son projet ?

>> Être légitime pour postuler en tant que chef de projet

>> Comment utiliser efficacement son réseau pour trouver un emploi ?

## Objectifs

Définir sa stratégie pour trouver un emploi

Objectif pédagogique : L'étudiant doit pouvoir définir sa stratégie pour trouver un emploi

en accord avec son projet. À travers plusieurs ateliers, les étudiants pourront trouver les

outils/connaissances pour réaliser leur projet dans les

meilleures conditions possibles.

---

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## DOMAINE BIOCATALYSE ET MICROBIOLOGIE INDUSTRIELLE

 ECTS  
12 crédits

 Volume horaire  
145h

### Présentation

---

### Description

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

### Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## Biocatalyse



ECTS



Volume horaire

135h

## Présentation

### Description

Approfondissement des connaissances et de la maîtrise des outils d'analyse bio-informatique des séquences, notamment adaptés à l'analyse de très grands jeux de données

Description des techniques de biologie structurale intégratives dédiées à la détermination des structures cristallographiques des enzymes

Approfondissement des connaissances et maîtrise des derniers développement en modélisation moléculaire et analyse des interactions enzyme/substrat

Mise en œuvre des outils d'ingénierie des protéines par évolution dirigée et ingénierie (semi)-rationnelle.

Découverte des techniques de criblage à ultra-haut débit.

Mise en œuvre d'enzymes ou de cascades enzymatiques en réacteur, en milieu homogène ou hétérogène et exemplification sur divers types d'applications.

### Objectifs

A la fin de cet enseignement, l'étudiant devra avoir compris le positionnement des enzymes pour la bioéconomie et le développement de bioprocédés durables répondant aux attentes sociétales. Il aura pris conscience de l'immense diversité de séquences accessibles, issues de la diversité naturelle ou

synthétique et facilitées par des techniques analytiques et de criblage de plus en plus sensibles, miniaturisées et déployables à haut débit, ainsi que par une palette d'outils bio-informatiques de plus en plus performants. L'objectif de cet enseignement est d'approfondir les connaissances et compétences en enzymologie et ingénierie enzymatique abordées en 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> année afin de se spécialiser dans la maîtrise des outils d'analyse, d'optimisation, de conception in silico et in vitro des enzymes. Leur mise en œuvre pour le développement de procédés enzymatiques ou chimio-enzymatiques au service de la bioéconomie circulaire ou des biotechnologies est également approfondie.

### Pré-requis nécessaires

I3BEBM10- Biologie Moléculaire

I3BECO20- Chimie organique

I3BECS21- Chimie Structurale

I3BEEZ20- Enzymologie

I4GBBM11- Génie génétique et ingénierie enzymatique

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

# Infos pratiques

---

## Lieu(x)

 Toulouse

## Microbiologie



ECTS



Volume horaire  
135h

## Présentation

modélisation de la réaction biologique, la mise en œuvre et la conduite des procédés de fermentation.

## Description

### PHYSIOLOGIE MICROBIENNE

- Comportement physiologique pour différentes productions industrielles par bactéries, levures et champignons
- Energétique cellulaire et contraintes de mise en œuvre

### MODELISATION

- Démarche de modélisation de la réaction microbienne
- Modélisation phénoménologique
- Modélisation de flux métabolique
- Modélisation structurée

### CONDUITE des BIOREACTEURS

- Contrôle par apports limitants en substrats
- Stratégie d'optimisation en conditions opératoires non-limitantes

### DESIGN DES BIOREACTEURS

- réacteurs aérés agités mécaniquement (CSTR)
- réacteurs aérés non CSTR : colonnes à bulles, air-lift...

## Pré-requis nécessaires

Cinétiques microbiennes, cultures microbiennes, métabolisme microbien

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

## Lieu(x)

Toulouse

## Objectifs

Approche des cultures microbiennes en condition de production industrielle intégrant la physiologie, la

# Biopurification



ECTS



Volume horaire

10h

## Présentation

---

### Description

Technique de séparation à l'échelle industrielle impliquant le cassage cellulaire, la chromatographie, la filtration tangentielle ..

### Objectifs

Sur la base des connaissances acquises précédemment, l'objectif de cet UE est d'appliquer une stratégie de changement d'échelle et développer un procédé de biopurification à l'échelle industrielle

### Pré-requis nécessaires

UE 2A méthode d'analyse I2BEAN20 et UE 3AGB bioséparation I3BEBS20

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des

enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

## DOMAINE PROJET CALCUL

 ECTS  
12 crédits

 Volume horaire  
120h

## Présentation

---

### Description

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## Projet calcul



ECTS



Volume horaire  
120h

## Présentation

---

### Description

Avec l'aide d'un tuteur, les étudiants doivent dimensionner un procédé biotechnologique : recherche bibliographique, choix d'opérations unitaires, transferts couplés thermique / matière, évaluation économique

### Objectifs

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

Permettre aux étudiants d'appliquer les compétences au dimensionnement d'un procédé biotechnologique

L'étudiant devra être capable de :

- proposer un flowsheet d'installation,
- écrire des bilans globaux sur un procédé afin de calculer les flux de matière et d'énergie,
- faire une analyse critique d'un procédé
- dimensionner un procédé en choisissant les opérations unitaires adéquates
- effectuer le calcul économique du procédé

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

## DOMAINE HUMANITES



ECTS  
6 crédits



Volume horaire  
64.5h

## Présentation

---

### Description

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

# Psychologie sociale et éthique



ECTS



Volume horaire  
17.5h

## Présentation

### Description

Le regard psychosocial : notions clefs de la psychologie sociale dont la dynamique de groupe, les processus de décision, la gestion de conflits, l'influence sociale, les stéréotypes, les conditions de soumission à l'autorité, les minorités actives, les risques psycho-sociaux (RPS) et qualité de vie au travail (QVT). En somme, ces notions seront travaillées avec des exemples concrets et avec des mises en situation professionnelle et interculturelle dans une démarche éthique de l'ingénierie du XXIème siècle et des enjeux socio-écologiques.

### Objectifs

Analyser des situations de groupe avec des concepts issus de la psychologie sociale

Comprendre les relations interpersonnelles en situation professionnelle et interculturelle

Approfondir la réflexion sur les enjeux socio-écologiques dans son parcours professionnel

Identifier les dimensions éthiques de ces situations et savoir argumenter sa position

Aiguiser l'esprit critique, le décentrement et la

réflexivité sur soi : la méta-cognition

### Pré-requis nécessaires

Aucun

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

## Management d'équipe



ECTS



Volume horaire  
17.5h

### Présentation

---

#### Description

Tous les thèmes autour du Management d'équipe : recrutement, motivation au travail, rémunération globale, appréciation des salariés, modalités d'encadrement (leadership), gestion des conflits, relations professionnelles (dialogue social), flexibilité des Ressources Humaines et contrats de travail, formation, gestion des emplois et des compétences, gestion des carrières.

#### Objectifs

L'étudiant devra être capable de :

- Repérer et comprendre des informations liées aux ressources humaines au sein d'une entreprise
- Analyser une situation de management d'équipe en référence à un cadre théorique
- Formuler et argumenter des solutions managériales

#### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit,

évaluation par les pairs...

### Infos pratiques

---

#### Lieu(x)

Toulouse

## APS



ECTS



Volume horaire  
21.5h

## Présentation

---

### Description

Le projet pédagogique des cours d'APS s'articule autour d'objectifs généraux qui doivent permettre à l'étudiant de :

entretenir sa santé par une pratique physique régulière  
développer sa culture sportive  
développer et mobiliser ses ressources pour enrichir sa motricité  
intégrer et manager une équipe projet

---

### Objectifs

Agir, réagir et interagir dans un stage de pleine nature :

Être capable de respecter et de s'intégrer dans un environnement différent  
Être capable de s'engager avec cohérence dans le projet d'activités  
Être capable de prendre part activement au collectif

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes :

examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

## PPI



ECTS



Volume horaire

8h

## Présentation

### Description

Le Parcours Professionnel Individualisé (PPI) a pour vocation d'accompagner les élèves-ingénieurs tout au long de leur scolarité à l'INSA Toulouse pour leur permettre de construire leur projet professionnel, de développer leurs compétences et d'accroître leur employabilité dans une perspective humaine durable et globale.

77 ateliers sur 10 sujets liés à l'insertion professionnelle.

30 intervenants de divers horizons, animant des ateliers sur les thématiques suivantes :

>> Comment développer sa confiance en soi pour être plus efficace dans la recherche

d'un stage/emploi ?

>> Comment mettre toutes les chances de son côté pour réussir un entretien de

recrutement ?

>> Booster un dossier de candidature (CV + LM)

>> Le doctorat et la recherche

>> Rémunération, négociation et contrat

>> Processus de recrutement et outils de recherche

>> Réflexion autour du projet professionnel

>> Carrière internationale, comment bien préparer son projet ?

>> Être légitime pour postuler en tant que chef de projet

>> Comment utiliser efficacement son réseau pour trouver un emploi ?

## Objectifs

Définir sa stratégie pour trouver un emploi

Objectif pédagogique : L'étudiant doit pouvoir définir sa stratégie pour trouver un emploi

en accord avec son projet. À travers plusieurs ateliers, les étudiants pourront trouver les

outils/connaissances pour réaliser leur projet dans les

meilleures conditions possibles.

---

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## DOMAINE PROGRAMMATION ET APPLICATION

 ECTS  
10 crédits

 Volume horaire  
110h

## Présentation

---

### Description

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## Outils numériques et concepts fondamentaux



ECTS



Volume horaire  
60h

### Présentation

---

#### Description

L'étudiant devra être capable de travailler sous l'environnement Unix, de manipuler des fichiers à l'aide des langages Perl et Python, d'automatiser des traitements de données et de lancer des commandes sur un cluster de calcul.

Il devra aussi être capable d'effectuer des analyses statistiques classiques à l'aide du logiciel R. L'étudiant devra connaître les techniques de séquençage de 2<sup>nd</sup>e et 3<sup>è</sup>me génération, et savoir réaliser des annotations de séquences à l'aide d'outils d'alignement local lancés en ligne de commande.

#### Objectifs

La finalité principale de cette UF est de fournir à tous les étudiants l'ensemble des prérequis nécessaires pour pouvoir poursuivre correctement la formation proposée. Il s'agit, plus précisément, de rappeler (ou d'introduire) des notions d'informatique, de statistique et/ou de génomique de base, au travers d'exemples multiples issus, entre autres, des technologies de séquençage à haut-débit.

#### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

### Infos pratiques

---

#### Lieu(x)

 Toulouse

## Projet Défi bio-informatique



ECTS



Volume horaire  
26.25h

## Présentation

---

### Description

L'étudiant sera capable de démarcher une entreprise, d'entretenir un contact professionnel, de travailler efficacement en groupe, de définir un cahier des charges, de planifier et réaliser une tâche complexe, de mobiliser des connaissances techniques diverses, de planifier la réalisation d'un évènement, de structurer et présenter ses résultats.

### Objectifs

L'étudiant devra être capable de réaliser sous la forme d'un projet collaboratif une tâche complexe d'ingénierie répondant à un besoin d'une entreprise dans le domaine de la biologie computationnelle.

### Pré-requis nécessaires

I5GBBC01

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

## Projet RNA-SEQ



ECTS



Volume horaire  
23.75h

## Présentation

### Description

Objectifs. A la fin de cette UF, l'étudiant sera capable de préparer un plan expérimental associé à une question biologique posée, de réaliser les extractions d'ARN en vue de leur séquençage à haut débit en plateforme, de travailler sous l'environnement Unix pour la manipulation des fichiers et le lancement de traitements sur un cluster de calcul, d'automatiser ces traitements, d'effectuer les analyses statistiques sur R (différentiel d'expression,  $\lambda$ ), et de répondre à la question posée initialement au vu des résultats obtenus.

### Objectifs

Finalités. La finalité de cette UF projet est de permettre aux étudiants de répondre à une question biologique, portant sur l'expression génique d'un modèle vivant, au travers de la réalisation d'une expérience de transcriptomique. Cette UF fournira à tous les étudiants l'ensemble des prérequis nécessaires pour mener à bien une telle expérience depuis sa conception jusqu'à l'interprétation des résultats. Plus précisément, cette UF permettra de mobiliser conjointement les notions de planification et de réalisation d'expériences, et les notions d'informatique, de statistique et de génomique nécessaires au traitement et à l'exploitation des

données RNA-Seq.

### Pré-requis nécessaires

La réalisation de cette UF projet fait appel aux connaissances techniques développées dans les UFs 1 à 3. Les compétences acquises pourront être remobilisées pour l'UF7.

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

## DOMAINE DU GENOME AU SYSTEME

 ECTS  
14 crédits

 Volume horaire  
185h

## Présentation

---

### Description

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

# Bio-informatique pour la génomique



ECTS



Volume horaire  
63h

## Présentation

Participation à l'UF I5GBBC01

### Description

L'étudiant devra être capable d'utiliser les outils bio-informatiques installés sur un cluster de calcul pour générer, annoter et exploiter un génome ou un transcriptome de référence.

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

### Objectifs

Cette UF permettra d'acquérir les connaissances et les compétences nécessaires pour manipuler les données issues des approches expérimentales faisant appel au séquençage haut débit dit de 2ème et 3ème génération, pour :

1. Générer un génome ou un transcriptome de référence.
2. Annoter ces séquences en cherchant les régions géniques et en prédisant leur fonction.
3. Aligner des séquences haut débit sur ces génomes de référence pour chercher des variants alléliques (SNP calling).
4. Identifier l'épigénome par séquençage bissulfite et par ChiP-Seq.

## Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

### Pré-requis nécessaires

## Post Génomique



ECTS



Volume horaire  
45h

## Présentation

### Description

#### Module 0 Généralité

Présentation des approches "omiques", leur finalité, leur intérêt et leurs limites. Introduction aux approches génomiques.

#### Module 1 Transcriptomique

Ce module a comme objectif de présenter les approches visant à quantifier les molécules d'ARN, des premières approches aux RNA-Seq.

#### Module 2 Protéomique

Ce module a comme objectif de présenter les approches visant à identifier et à quantifier les protéines à l'échelle génomique, du gel2D à la protéomique comparative.

#### Module 3 Métabolome et Fluxome

Ce module a comme objectif de présenter les approches visant à identifier et à quantifier les pools de métabolites et les distributions de flux dans les voies métaboliques.

### Objectifs

Connaître et savoir utiliser les principales approches "omiques" (gène, ARN, protéines, métabolites et flux). Apprendre à manipuler les jeux de données et à en

extraire l'information essentielle.

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

## Biologie Intégrative



ECTS



Volume horaire

42h

## Présentation

---

### Description

Objectifs. L'étudiant devra connaître et savoir utiliser des méthodes d'intégration de données :

Module 1 : Intégration statistique des données (avec mixOmics)

Module 2 : Modélisation dynamique d'un système biologique avec régulation

Module 3 : Introduction à l'IA pour la génomique

### Objectifs

Finalités. L'étudiant devra être capable d'analyser et de modéliser des données de grandes dimensions et/ou provenant de différents niveaux d'organisation du vivant. Pour cela, l'étudiant devra savoir identifier et utiliser à bon escient les domaines et les méthodes adéquats présentés dans cette unité de formation.

### Pré-requis nécessaires

I5GBBC01

I5GBBC02

I5GBBC03

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

# Biologie structurale et computationnelle



ECTS



Volume horaire  
35h

## Présentation

---

### Description

Objectifs. Être capable de visualiser, manipuler, analyser des structures tridimensionnelles de (macro)molécules. Connaître les principales méthodes de calcul utilisées en modélisation 3D ainsi que leurs limites pour prédire la structure de protéines et assemblage moléculaires ainsi que pour étudier la réactivité, la conformation, et la dynamique des molécules. Être capable de choisir les approches de modélisation moléculaire les plus adaptées en fonction de la question biologique posée.

### Objectifs

Finalités. Cette unité de formation permettra d'acquérir les connaissances et compétences nécessaires en modélisation moléculaire pour l'étude des relations séquence-structure-dynamique-fonction des protéines.

### Pré-requis nécessaires

I5GBBC01

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

## DOMAINE HUMANITES

 ECTS  
6 crédits

 Volume horaire  
64.5h

## Présentation

---

### Description

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

# Psychologie sociale et éthique



ECTS



Volume horaire  
17.5h

## Présentation

réflexivité sur soi : la méta-cognition

## Description

Le regard psychosocial : notions clefs de la psychologie sociale dont la dynamique de groupe, les processus de décision, la gestion de conflits, l'influence sociale, les stéréotypes, les conditions de soumission à l'autorité, les minorités actives, les risques psycho-sociaux (RPS) et qualité de vie au travail (QVT). En somme, ces notions seront travaillées avec des exemples concrets et avec des mises en situation professionnelle et interculturelle dans une démarche éthique de l'ingénierie du XXIème siècle et des enjeux socio-écologiques.

## Pré-requis nécessaires

Aucun

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Objectifs

Analyser des situations de groupe avec des concepts issus de la psychologie sociale

Comprendre les relations interpersonnelles en situation professionnelle et interculturelle

Approfondir la réflexion sur les enjeux socio-écologiques dans son parcours professionnel

Identifier les dimensions éthiques de ces situations et savoir argumenter sa position

Aiguiser l'esprit critique, le décentrement et la

## Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

## Management d'équipe



ECTS



Volume horaire  
17.5h

## Présentation

---

### Description

Tous les thèmes autour du Management d'équipe : recrutement, motivation au travail, rémunération globale, appréciation des salariés, modalités d'encadrement (leadership), gestion des conflits, relations professionnelles (dialogue social), flexibilité des Ressources Humaines et contrats de travail, formation, gestion des emplois et des compétences, gestion des carrières.

### Objectifs

L'étudiant devra être capable de :

- Repérer et comprendre des informations liées aux ressources humaines au sein d'une entreprise
- Analyser une situation de management d'équipe en référence à un cadre théorique
- Formuler et argumenter des solutions managériales

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit,

évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

## APS



ECTS



Volume horaire  
21.5h

## Présentation

---

### Description

Le projet pédagogique des cours d'APS s'articule autour d'objectifs généraux qui doivent permettre à l'étudiant de :

entretenir sa santé par une pratique physique régulière  
développer sa culture sportive  
développer et mobiliser ses ressources pour enrichir sa motricité  
intégrer et manager une équipe projet

### Objectifs

Agir, réagir et interagir dans un stage de pleine nature :

Être capable de respecter et de s'intégrer dans un environnement différent  
Être capable de s'engager avec cohérence dans le projet d'activités  
Être capable de prendre part activement au collectif

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes :

examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

## PPI



ECTS



Volume horaire

8h

## Présentation

### Description

Le Parcours Professionnel Individualisé (PPI) a pour vocation d'accompagner les élèves-ingénieurs tout au long de leur scolarité à l'INSA Toulouse pour leur permettre de construire leur projet professionnel, de développer leurs compétences et d'accroître leur employabilité dans une perspective humaine durable et globale.

77 ateliers sur 10 sujets liés à l'insertion professionnelle.

30 intervenants de divers horizons, animant des ateliers sur les thématiques suivantes :

>> Comment développer sa confiance en soi pour être plus efficace dans la recherche

d'un stage/emploi ?

>> Comment mettre toutes les chances de son côté pour réussir un entretien de

recrutement ?

>> Booster un dossier de candidature (CV + LM)

>> Le doctorat et la recherche

>> Rémunération, négociation et contrat

>> Processus de recrutement et outils de recherche

>> Réflexion autour du projet professionnel

>> Carrière internationale, comment bien préparer son projet ?

>> Être légitime pour postuler en tant que chef de projet

>> Comment utiliser efficacement son réseau pour trouver un emploi ?

## Objectifs

Définir sa stratégie pour trouver un emploi

Objectif pédagogique : L'étudiant doit pouvoir définir sa stratégie pour trouver un emploi

en accord avec son projet. À travers plusieurs ateliers, les étudiants pourront trouver les

outils/connaissances pour réaliser leur projet dans les

meilleures conditions possibles.

---

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## DOMAINE COMPRENDRE LES GRANDS ENJEUX DE L'ENERGIE



ECTS  
10 crédits



Volume horaire  
147.75h

### Présentation

---

### Description

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

### Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## Projet



ECTS



Volume horaire  
82.25h

## Présentation

---

### Description

Le sujet du projet peut être proposé par des industriels, par le monde associatif ou par des chercheurs en lien avec l'INSA.

Les sujets sont variés mais ils contiennent une réalisation pratique et concrète

L'équipe est généralement composée de 3 à 5 étudiant.e.s

Le projet est couplé avec le module d'anglais : rapport et soutenance sont à faire dans cette langue.

### Objectifs

Mettre en commun les compétences d'étudiants provenant de cursus INSA différents pour proposer des solutions pratiques à une problématique liée à l'énergie.

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit,

évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

## Les enjeux de l'énergie



### Présentation

---

### Lieu(x)

Toulouse

### Description

Notions d'énergie  
Ordre de grandeur sur les consommations d'énergie  
Production d'énergie (électricité, chaleur...)  
Utilisation efficace des systèmes énergétiques  
Scénarios de transition énergétique

---

### Objectifs

Nous évoquerons les éléments clés, toutes filières confondus (production et utilisation de l'énergie), de la transition énergétique.

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

---

### Infos pratiques

---

# Comprendre le mix électrique



ECTS



Volume horaire  
18.75h

Toulouse

## Présentation

### Description

Optimisation du dispatch du mix électrique français :

1 EOLES: Energy Optimization for Low Emission Systems

- Une famille de modèles
- Un modèle jouet issu de EOLES

2 Bases de la programmation linéaire

3 Algorithme du simplexe pour la programmation linéaire

- Principe général du simplexe
- Algorithme du simplexe par la méthode des dictionnaires
- Cas particuliers du simplexe

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

### Infos pratiques

#### Lieu(x)

# Produire de l'électricité



ECTS



Volume horaire

22.75h

## Présentation

---

### Description

Éléments clés sur la filière PV  
Notions de fonctionnement PV  
Matériaux pour cellules PV

---

### Objectifs

Une description générale du photovoltaïque sera donnée ; nous préciserons des notions clés telles que le facteur de charge, le cout, le recyclage, les rendements des différentes filières... Nous évoquerons ensuite les principes généraux du fonctionnement d'une cellule photovoltaïque. Nous finirons par comparer les différentes filières photovoltaïques allant du silicium monocristallin au cellules couches minces polycristallines. Un TP de mesures électriques est prévu.

---

### Pré-requis nécessaires

Aucun

---

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

## Chaleur et énergie



ECTS



Volume horaire  
12.75h

### Présentation

---

### Lieu(x)

Toulouse

### Description

Voir Méthanisation II

---

### Objectifs

Voir Méthanisation II

---

### Pré-requis nécessaires

Aucun

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

### Infos pratiques

---

## Energie et mobilité



ECTS



Volume horaire  
30h

### Présentation

---

#### Description

- Modèle longitudinal mécanique
- Transmission mécanique de puissance, moteur électrique
- Convertisseur statique
- Batterie

La batterie sera notamment modélisée pour pouvoir représenter les pertes thermiques et l'évolution de sa température sur cycle réaliste.

#### Objectifs

Ce module a pour objectif d'initier les étudiants à la simulation système d'un véhicule électrique sur les aspects flux d'énergie dans la chaîne de propulsion électrique

#### Pré-requis nécessaires

Aucun

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

### Infos pratiques

---

#### Lieu(x)

Toulouse

## DOMAINE METTRE EN OEUVRE LA GESTION DE L'ENERGIE

 ECTS  
14 crédits

 Volume horaire  
108.75h

### Présentation

---

### Description

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

### Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

# Biomasse



ECTS



Volume horaire  
28.75h

## Présentation

### Description

Cet enseignement associe des conférences et des projets afin de comprendre et acquérir des connaissances avec une vision objective et critique sur

- les fondamentaux des biocarburants 1G,2G,3G, les procédés de production, la maturité technologique et les ressources disponibles

- le marché mondial des biocarburants (volumes de production et de consommation en France, en Europe et dans le monde) et l'identification des acteurs industriels producteurs et les coûts de production

- les impacts des biocarburants par rapport aux carburants fossiles selon les analyses de cycle de vie

- les COP et la réglementation en Europe et en France

- Les biocarburants en Amérique dont Brésil, USA et en Asie

### Objectifs

A la fin de cet d'enseignement, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

- le contexte du développement des biocarburants a partir de biomasses

- les voies de production des biocarburants

- les avantages et limites des biocarburants en portant une analyse systémique et interdisciplinaire

- les acteurs industriels et institutionnels, nationaux et internationaux

### Pré-requis nécessaires

Cet enseignement est ouvert à des étudiants de différentes formations de spécialités.

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

# Gestion de l'énergie électrique



ECTS



Volume horaire  
17.5h

## Présentation

### Description

Récupération de l'énergie ambiante

Une introduction générale portera sur des définitions et des concepts en lien avec les objets connectés et leurs besoins, mais également sur la problématique de leur alimentation.

Les solutions de stockage d'énergie embarquées permettant l'alimentation électrique des objets connectés seront présentées et discutées.

Les technologies de récupération d'énergie ambiante et de transfert de puissance sans fil pour les objets connectés seront présentées, notamment avec un état de l'art des objets connectés autonomes en énergie.

Un focus sur le transfert de puissance sans fil par ondes électromagnétiques rayonnées sera proposé. Une démonstration illustrera ce cas d'usage.

Enfin, la conception d'un objet connecté autonome en énergie sera abordée, en tenant compte des spécialités des étudiants.

### Objectifs

Récupération de l'énergie ambiante

A la fin de cet enseignement, l'étudiant devra :

- connaître les différentes façons d'alimenter électriquement un objet connecté
- connaître les principaux éléments de stockage de l'énergie utilisable dans un objet connecté

- connaître les technologies de récupération de l'énergie ambiante et de transfert de puissance sans fil
- connaître quelques méthodes de gestion de l'énergie et d'optimisation de l'efficacité énergétique dans un objet connecté
- être capable de proposer des solutions pour rendre autonome en énergie un objet connecté selon les besoins applicatifs

### Pré-requis nécessaires

Récupération de l'énergie ambiante

Des connaissances en électromagnétisme et en physique sont nécessaires.

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

# Actionneurs et générateur électriques



ECTS



Volume horaire

10h

## Présentation

---

### Description

Le principe de la conversion de la puissance électromagnétique en puissance mécanique et le conversion inverse dans le cas de générateurs électriques est abordé simplement avec des définitions qui relient des grandeurs électriques aux grandeurs mécaniques.

Les différentes technologies sont ensuite abordées en insistant sur les avantages et les inconvénients de les utiliser en incluant leurs limitations: Moteurs à courant continu, Moteur universel, moteur synchrone, moteur asynchrone, moteur "brushless", moteurs pas-à-pas, les servomoteurs... L'exploitation de la réluctance variable est également abordée lors de l'introduction du moteur pas-à-pas.

### Objectifs

Cet enseignement aborde les différentes familles d'actionneurs (moteurs et générateurs électriques) en insistant sur leurs caractéristiques principales et les domaines de leur utilisation.

L'objectif principal est de savoir répondre à un besoin particulier en actionnement mécanique en faisant le choix le plus pertinent de technologie d'actionneurs.

## Pré-requis nécessaires

électromagnétisme de base

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

# Méthanisation



ECTS



Volume horaire  
11.25h

## Présentation

---

### Description

---

### Pré-requis nécessaires

électromagnétisme de base

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

# Convertisseurs de puissance



ECTS



Volume horaire  
29.5h

## Présentation

### Description

Le cours comporte 2 chapitres. Chaque chapitre comprend un ou plusieurs exercices.

Chapitre 1 : Principes et règles de fonctionnement des convertisseurs statiques. Principes et règles de fonctionnement des convertisseurs statiqueLes convertisseurs DC-DC à transfert direct d'énergieAlimentations à découpage Chapitre 2 : Les hacheurs. Le hacheur dévolteur (buck),Le hacheur survolteur (boost),Le hacheur 4 quadrants

### Objectifs

Les alimentations à découpage :

Ce chapitre sera traité sous la forme d'un gros TD. L'objectif de ce TD est triple :

Vous faire comprendre le fonctionnement d'une alimentation de type "forward".Vous faire dimensionner cette alimentation à découpage, et notamment son transformateur.Préparer le TP correspondant.

### Pré-requis nécessaires

électromagnétisme de base

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

## Méthanisation II



ECTS



Volume horaire  
20h

## Présentation

---

### Description

Contexte de la méthanisation en France – état des lieux  
– Objectifs de production – Gains environnementaux et agricoles

Les différents modèles de méthanisation, filières, intrants- potentiels méthanogènes - ressources et contraintes associées - préparation des intrants- grand mécanismes - principes - les bases de dimensionnement- Vision SOLAGRO de la méthanisation

La transformation biologique – Biodégradabilité, Cinétiques réactionnelles (limitations/inhibitions), Rendement, Productivité, Stabilité des digesteurs

La transformation biologique au travers de cas d'études via la simulation dynamique : Conduite - Dynamique - Contrôle (H<sub>2</sub>S, pH, stabilité...)

La valorisation du biogaz - traitement (H<sub>2</sub>S, siloxane, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>)

- présentation des différentes techniques de traitement du biogaz (membranes, lavage à l'eau, adsorption (PSA) et voies de valorisation (réinjection, co-génération, BioGNV)

- Eléments de dimensionnement de modules membranaires, de colonne de lavage, de PSA

Les systèmes d'analyses en vigueur et leurs principes.  
La régulation

Gestion et valorisation des digestats - potentiel fertilisant- filières de traitement

Gestion et valorisation des digestats - L'économie de la filière et son évaluation environnementale

Éléments de thermique d'une unité de méthanisation

Visite Unité de méthanisation

---

### Objectifs

L'objectif de la semaine de formation filière biogaz est de donner des éléments de contexte et techniques qui permettent de saisir les enjeux de la filière et d'acquérir les concepts de base des procédés mis en jeu dans le déploiement de la filière biogaz.

---

### Pré-requis nécessaires

électromagnétisme de base

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

# Infos pratiques

---

## Lieu(x)

 Toulouse

# Photovoltaïque



ECTS



Volume horaire  
23h

## Présentation

plus une connaissance sommaire d'un semi-conducteur bien que les notions clés seront rappelées

## Description

Détails de la physique du fonctionnement des dispositifs PV  
La futur du PV  
Partie modélisation numérique de cellules PV  
Travaux pratiques sur cellules PV  
Comparaison LED/PV

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

## Objectifs

La partie optionnelle PV décrira plus finement la physique des dispositifs photovoltaïques à l'échelle de la cellule. Nous verrons que le fonctionnement est très similaire (réciproque) à celui d'une LED via un couplage lumière-semiconducteur. Nous verrons qu'un tel dispositif ne se résume pas à une jonction p-n mais peut se généraliser à tous dispositifs optoélectroniques. Nous aborderons ensuite les pistes en R&D pour augmenter les rendements. Un TP de mesure de conversion électrique est prévu ainsi qu'un TP de modélisation numérique de cellules PV.

## Lieu(x)

Toulouse

## Pré-requis nécessaires

Notion de physique générale : électricité, optique... Un

## DOMAINE HUMANITES



ECTS  
6 crédits



Volume horaire  
64.5h

## Présentation

---

### Description

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

# Psychologie sociale et éthique



ECTS



Volume horaire

17.5h

## Présentation

réflexivité sur soi : la méta-cognition

## Description

Le regard psychosocial : notions clefs de la psychologie sociale dont la dynamique de groupe, les processus de décision, la gestion de conflits, l'influence sociale, les stéréotypes, les conditions de soumission à l'autorité, les minorités actives, les risques psycho-sociaux (RPS) et qualité de vie au travail (QVT). En somme, ces notions seront travaillées avec des exemples concrets et avec des mises en situation professionnelle et interculturelle dans une démarche éthique de l'ingénierie du XXIème siècle et des enjeux socio-écologiques.

## Pré-requis nécessaires

Aucun

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Objectifs

Analyser des situations de groupe avec des concepts issus de la psychologie sociale

Comprendre les relations interpersonnelles en situation professionnelle et interculturelle

Approfondir la réflexion sur les enjeux socio-écologiques dans son parcours professionnel

Identifier les dimensions éthiques de ces situations et savoir argumenter sa position

Aiguiser l'esprit critique, le décentrement et la

## Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

## Management d'équipe



ECTS



Volume horaire  
17.5h

## Présentation

---

### Description

Tous les thèmes autour du Management d'équipe : recrutement, motivation au travail, rémunération globale, appréciation des salariés, modalités d'encadrement (leadership), gestion des conflits, relations professionnelles (dialogue social), flexibilité des Ressources Humaines et contrats de travail, formation, gestion des emplois et des compétences, gestion des carrières.

### Objectifs

L'étudiant devra être capable de :

- Repérer et comprendre des informations liées aux ressources humaines au sein d'une entreprise
- Analyser une situation de management d'équipe en référence à un cadre théorique
- Formuler et argumenter des solutions managériales

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit,

évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

## APS



ECTS



Volume horaire  
21.5h

## Présentation

---

### Description

Le projet pédagogique des cours d'APS s'articule autour d'objectifs généraux qui doivent permettre à l'étudiant de :

entretenir sa santé par une pratique physique régulière  
développer sa culture sportive  
développer et mobiliser ses ressources pour enrichir sa motricité  
intégrer et manager une équipe projet

### Objectifs

Agir, réagir et interagir dans un stage de pleine nature :

Être capable de respecter et de s'intégrer dans un environnement différent  
Être capable de s'engager avec cohérence dans le projet d'activités  
Être capable de prendre part activement au collectif

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse



ECTS



Volume horaire

8h

## Présentation

---

### Description

Le Parcours Professionnel Individualisé (PPI) a pour vocation d'accompagner les élèves-ingénieurs tout au long de leur scolarité à l'INSA Toulouse pour leur permettre de construire leur projet professionnel, de développer leurs compétences et d'accroître leur employabilité dans une perspective humaine durable et globale.

77 ateliers sur 10 sujets liés à l'insertion professionnelle.

30 intervenants de divers horizons, animant des ateliers sur les thématiques suivantes :

>> Comment développer sa confiance en soi pour être plus efficace dans la recherche

d'un stage/emploi ?

>> Comment mettre toutes les chances de son côté pour réussir un entretien de

recrutement ?

>> Booster un dossier de candidature (CV + LM)

>> Le doctorat et la recherche

>> Rémunération, négociation et contrat

>> Processus de recrutement et outils de recherche

>> Réflexion autour du projet professionnel

>> Carrière internationale, comment bien préparer son projet ?

>> Être légitime pour postuler en tant que chef de projet

>> Comment utiliser efficacement son réseau pour trouver un emploi ?

---

## Objectifs

Définir sa stratégie pour trouver un emploi

Objectif pédagogique : L'étudiant doit pouvoir définir sa stratégie pour trouver un emploi

en accord avec son projet. À travers plusieurs ateliers, les étudiants pourront trouver les

outils/connaissances pour réaliser leur projet dans les meilleures conditions possibles.

---

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en

continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## Qualitative Approach



ECTS  
4 crédits



Volume horaire  
45h

## Présentation

### Description

UE 1 : Approche qualitative de la sécurité (« Qualitative Approach for Safety ») qui définit les divers points de vue sur les termes de risque et sécurité, aborde les étapes d'identification, d'évaluation et de traitement des risques, et leurs mises en œuvre dans le cas des approches qualitatives (déterministes) de la sécurité.

Responsable : Gilles Motet.

#### Partie 1 : Notions de risque et de sécurité

Évolution historique des concepts de risque et de sécurité et présentation de la structure du cursus à travers trois points de vue sur la sécurité et sur la notion de risque associée. Importance sociétale de sa gestion. Introduction à l'identification, l'évaluation qualitative et au traitement du risque. Cette partie a pour but de bien situer la contribution de chaque tâche et leurs couplages afin de faire comprendre l'intégration des activités.

#### Partie 2 : Identification du risque

Notions de danger, de risque et de sécurité propres à l'approche qualitative. Présentation et comparaison des méthodes et modèles associés d'identification dans le

cadre qualitatif : Brainstorming, interviews structurées et semi-structurées, Analyse préliminaire des Risques, HAZOP, Analyse de scénarios, Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets, Analyse des Arbres de Fautes, Analyse Cause-et-Effet, Nœud Papillon. Note : certaines de ces techniques seront étendues dans l'UE2 comme méthodes quantitatives. Critères de sélection des méthodes. Etudes de cas

#### Partie 3 : Evaluation du risque

Estimation de seuils conduisant à la possibilité d'accidents. Introduction à l'appréciation du risque (les critères d'appréciation sont présentés dans l'UE2).

#### Partie 4 : Traitement du risque

Besoin et moyens génériques de traitement des risques permettant d'éviter l'occurrence d'accident. Types de barrières introduites à partir de différents modèles d'identification. Diversité des types de mise en œuvre (dispositifs techniques, réglementation, bonnes pratiques,...). Risques induits. Notions d'efficacité et d'efficience. Etude de cas.

#### Partie 5 : Approches semi-quantitatives

Présentation des principes et d'une méthode d'analyse semi-quantitative (SQRA) et de son impact sur les modes de choix des traitements (matrice de risque semi-quantitative). Etude de cas.

Cette partie permet la transition vers l'UE 2.

UE 2 : Approche quantitative de la sécurité  
«Quantitative Approach for Safety »

---

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## Quantitative Approach



ECTS  
4 crédits



Volume horaire  
45h

## Présentation

### Description

UE 2 : Approche quantitative de la sécurité «Quantitative Approach for Safety » - qui introduit les approches quantitatives (approches probabilistes d'estimation des événements dommageables et des gravités de leurs conséquences) et aborde le traitement de l'incertitude associée.

Responsable de l'UF : Eric Marsden.

#### Partie 1 : Vue d'ensemble

Vision quantitative du risque et de la sécurité. Analyse du risque : Critères d'analyse (vraisemblance d'événement et gravité des dommages) Techniques d'analyse : extensions de méthodes précédentes (HAZOP, Analyse de scénarios, Arbres de fautes, Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leurs Criticités) et nouvelles méthodes (Analyse Cause-Conséquence, Triangle de Bird) Evaluation du risque : Notion d'acceptabilité Critères de risque (appréciation objective dont ALARP et Analyse Coût-Bénéfices) et leurs combinaisons (matrice de risque) Autres critères d'appréciation (appréciation subjective) Traitement du risque : Types d'approches existantes Approfondissement de la prévention et de la protection Efficacité et efficience (introduction à la fiabilité des barrières)

#### Partie 2 : Analyse des conséquences

Principes des méthodes d'analyse des conséquences : intensité, vulnérabilité, cinétique, contrôlabilité, gravité. Les méthodes spécifiques seront vues dans les UEs 3 à 6.

#### Partie 3 : Outils probabilistes permettant l'estimation des vraisemblances

Notions théoriques de base : Probabilités conditionnelles, théorèmes de probabilités totales & théorème de Bayes. Lois de probabilité sur les variables continues. Analyse des valeurs extrêmes. Analyse des événements rares (Poisson). Techniques d'ajustement (maximum de vraisemblance avec données censurées). Intervalles de confiance. Traitements statistiques (études de corrélation, etc.). Quantification d'événement : Taux d'occurrence (seuils, pannes, défaillances, réparations, etc.). Utilisation de bases de données. Exploitation d'essais et données opérationnelles, et essais accélérés. Techniques Bayésiennes (mélange d'expérience et d'expertise). Utilisation des outils probabilistes dans la modélisation et évaluation des risques : Critères de choix entre les diverses méthodes d'évaluation. Approches statiques (Blocs Diagramme de Fiabilité, Arbres d'événements probabilistes). Approches dynamiques (Modélisation et calculs des processus) : Techniques Markoviennes, Simulation de Monte-Carlo et techniques de réduction de variance, Méthodes de résistance / contrainte, Processus de modélisation stochastiques : réseaux de Petri et modèles de simulation récursive, Génération de processus aléatoires (théorie de Rice).

#### Partie 4 : Traitement des incertitudes

Classification standardisée des incertitudes : incertitude aléatoire / incertitude épistémique (standards ISO, NIST, ASTM). Identification et quantification des incertitudes : moyens pour les identifier selon le type (aléatoire ou épistémique). Méthodes de modélisation des incertitudes : Distribution de probabilités, Intervalles, Ensembles flous, Théorie des possibilités, Théorie de l'évidence / Dempster-Schäfer, Théorie de l'information généralisée. Analyse des incertitudes : Techniques de propagation d'incertitude, spécificités selon le choix de modélisation des incertitudes, Analyse de sensibilité.

#### Partie 5 : Etudes de cas

Exemples :

Inondations de la Garonne. Dimensionnement de satellites. Corrosion de conteneur de déchets radioactifs (illustration du traitement de l'incertitude).

---

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## Designing for safety



ECTS  
4 crédits



Volume horaire  
42h

## Présentation

### Description

UE 3 : Développement de systèmes sûrs « Designing for safety » présente comment la sécurité doit être prise en compte dans le processus de conception d'un système en abordant les risques inhérents aux dysfonctionnements des systèmes, ainsi que les démarches, les modèles et les techniques d'identification, d'analyse et de traitement des risques liés aux fautes de conception et à la fiabilité des composants.

Responsable de l'UF : Jean-Charles Fabre.

Partie 1 : Motivations et introduction des 4 types de dangers « système »

Motivation : Importance croissante des systèmes sociotechniques au cœur de la société comme source potentielle de dommages ; Responsabilités de l'ingénieur et objectifs de l'UF pour y répondre. Terminologie Système : système (structure, comportement, fonction, etc.) et processus (spécification, conception, implantation, installation, opération, démantèlement, recyclage). Quatre propriétés dangereuses génériques propres aux systèmes sociotechniques concernant quatre facettes de la vie d'un système : associées à la spécification du système ; associées à la conception du système ; associées à la technologie du système ; associées à la

mauvaise utilisation du système.

Partie 2 : Sécurité intrinsèque (spécification d'un système sûr)

Rappels des besoins traités et exemples d'accidents associés. Analyse des fonctions critiques : notion de criticité, utilisation d'AMDEC, etc. Modification de la spécification (prévention). Protection par redondance dont l'apport de la sécurité fonctionnelle détaillée dans l'UF 7 « Sécurité fonctionnelle ».

Partie 3 : Conception correcte (conception d'un système sûr)

Introduction : rappels des besoins de sûreté de fonctionnement et exemples d'accidents associés ; Vocabulaire (faute, erreur, défaillance, propagation, latence, etc.) ; deux regards, deux approches : système et processus (conformité et correction, validation et vérification. Importance de l'homme source de fautes dans le système). Prévention des fautes : techniques applicables aux systèmes (exemple : guides de style) et aux activités humaines (exemple : processus). Détection des fautes : techniques applicables aux systèmes (exemple : test fonctionnel) et aux activités humaines (test statistique). Tolérance aux fautes : techniques applicables aux systèmes (exemple : redondance) et aux activités humaines (exemple : choix des techniques). Évaluation des fautes : introduction aux techniques d'évaluation fiabiliste développées à l'UF 6 « Sécurité structurelle » et cas de l'évaluation des fautes systémiques. Normes sectorielles : panorama des normes sectorielles (énergie -nucléaire & pétrole-,

chimie, transport –avionique & ferroviaire-).Etude de cas : application spatiale

#### Partie 4 : Conception d'un système fiable

Le détail du cours est développé dans l'UE 6 « Sécurité structurelle ».

#### Partie 5 : Conception centrée utilisateur (conception d'un usage sûr)

Remarque : cette partie se focalise sur l'approche technique de la prise en compte des facteurs humains conduisant à des accidents. Les autres approches des facteurs humains ainsi que les approches liées aux facteurs organisationnels de la sécurité sont traitées dans l'UF 9 « Dimensions humaine, organisationnelle et sociale de la sécurité ». Introduction et concepts clés. Exemples d'accidents qualifiés d'erreurs humaines pour montrer ce qui renvoie à la conception pour la sécurité ; introduction des concepts d'erreurs, fautes et violations qu'elles soient humaines ou liées aux systèmes techniques ; introduction de la notion de système sociotechnique pour mettre en avant l'intérêt de prendre en compte non pas le système technique ou l'opérateur de manière isolée, mais le couplage ou la coopération Homme-Système dans un système organisé. Définition (norme ISO 13407). Connaissances générales sur le fonctionnement de l'Homme en situation. Différents types d'utilisateurs (maintenance, opérateurs, grand public, etc.). Notions de variabilité, diversité, tâches, activités, régulation. Approches de la relation homme-système (interactions et coopérations ; concepts d'utilité, utilisabilité, efficacité, efficience, acceptabilité). Caractéristiques des processus de conception : paradoxe de la spécification (degré de liberté & contraintes, projet ponctué d'irréversibilité) ; caractéristiques des problèmes de conception (problèmes mal définis, processus opportuniste, de réduction de l'incertitude, ponctué d'irréversibilités, contraint temporellement, débouchant sur des solutions acceptables) ; s'organiser pour prendre en compte les caractéristiques facteurs humains de l'utilisateur (pluralité des acteurs et conception participative) ;

d'une conception technocentrée à une conception anthropocentrée. Outils et méthodes pour une conception centrée utilisateur. Méthode générale (identifier les caractéristiques et besoins des utilisateurs, analyser les tâches et activités en contexte de travail usuel, l'allocation des tâches Homme/Système, produire des solutions de conception et les matérialiser, évaluer ces solutions de façon constante). Les outils de spécification et d'évaluation : observations de situations de référence, questionnaires, entretiens, scénarii, maquettes, prototypes, simulations, brainstormings, tests utilisateurs, etc. Intégration des Facteurs Humains dans la spécification : conception participative. Normes ISO et sectorielles. Etude pratique d'analyse de conception.

#### Partie 6 : Robustesse à la malveillance

Cette partie sensibilise aux questions de conception de systèmes robustes à la malveillance des utilisateurs (question de « security ») et leur importance pour la sécurité (« Security for Safety »). Exemples d'accidents. Modèle d'un système automatisé (niveaux 0 à 5) et définition de ses vulnérabilités. Approches des traitements. Présentation de l'IEC 62443 incluant les 3 niveaux (Composant, Système, Politique et procédures), les concepts de « Security Lifecycle », « Security Levels » et « Maturity Levels ».

#### Partie 7 : Soutien Logistique Intégré

Besoins auxquels répond le Soutien Logistique Intégré, apports à la Sécurité et liens avec la Fiabilité. Présentation des processus supports (« Design for support », « Development support », et « Acquire and Provide the Support ») et du Système de Management (« Manage Logistics Support ») basé sur la norme « S-Series of ILS specifications ».

---

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en

continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## Toxic Risks for Humans and Environment



ECTS  
5 crédits



Volume horaire  
42h

### Présentation

#### Description

UE 4 : Risques toxiques pour l'homme et l'environnement « Toxic Risks for Humans and Environment » qui introduit les démarches, les modèles et les techniques d'identification, d'analyse et de traitement des risques liés aux substances toxiques sur l'homme et sur l'environnement (air, eau et sol). Cette UF contient quatre parties : les risques chimiques pour l'environnement ; les risques chimiques pour l'homme ; les risques liés aux rayonnements ; les risques liés aux biotechnologies ; et les risques électriques.

Responsable de l'UF : Camille Dumat.

##### Partie 1 : Risques chimiques pour l'environnement

Identification des dangers : Etude des caractéristiques des substances chimiques permettant d'estimer leur impact environnemental : origine, toxicité, spéciation, transport, persistance, dégradation, accumulation. Évaluation des risques : sols pollués : contamination des sols ; politique nationale ; transferts des substances dans l'environnement ; écosystèmes : tests de toxicités mono spécifiques, microcosmes, mésocosmes, enclosures, rivières artificielles ; Document Unique. Méthodes de prévention et protection : risques engendrés par les entreprises, politique de gestion environnementale ; techniques de remédiation des sols et des eaux contaminées.

##### Partie 2 : Risques chimiques pour l'homme

Identification des dangers : classification et étiquetage des substances chimiques ; notions de toxicologie. Évaluation des risques : méthodes d'évaluation des risques chimiques ; évaluation des risques professionnels. Méthodes de prévention et de protection : règles de stockage, protections collectives et individuelles, conduite en cas d'accident ; cas des nanotechnologies.

##### Partie 3 : Risques liés aux rayonnements

Identification des dangers : les rayonnements ionisants, sources radioactives, autres (bruit, sources magnétiques, éclairage, etc.). Évaluation des effets : l'action biologique des rayonnements ionisants à l'échelle moléculaire et ses conséquences cellulaires et tissulaires ; les accidents radiologiques ou nucléaires. Méthodes de prévention et de protection : la protection technique, collective et individuelle ; la surveillance de l'exposition ; risques d'accident et plans d'urgence ; sûreté nucléaire.

##### Partie 4 : Risques liés aux biotechnologies

Identification des dangers : organismes génétiquement modifiés ; méthodes de synthèse des OGM ; panorama des applications industrielles. Évaluation des effets : méthodes biologiques d'analyse et de reconnaissance des OGM, évaluation des impacts environnementaux. Méthodes de prévention et de protection : surveillance des plans transgéniques, réglementation - Application du principe de précaution.

##### Partie 5 : Risques électriques

Identification des dangers : types et statistiques. Exigences réglementaires ; directives européennes ATEX et mondiales IEC. Traitement des

risques : équipements de protection ; habilitation.

---

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## Process Safety

 **ECTS**  
5 crédits

 **Volume horaire**  
45h

## Présentation

### Description

UE 5 : Sécurité procédé («Process Safety » - 62 heures de présentiel) qui présente les démarches, les modèles et les techniques d'identification, d'analyse et de traitement des risques liés aux procédés industriels. Elle est composée de 5 parties : identification des risques, estimation des risques, méthodes de prévention et de protection, outils de simulation, et normes et réglementations propres à la sécurité des procédés.

Responsable de l'UF : Fulbert Baudoin.

Partie 1 : Identification des risques

Combustion / incendie, triangle du feu. Explosion, détonation, déflagration : gaz, vapeur, poussières, condensé, physique. Perte de confinement (monophasique liquide ou vapeur, multiphasique).

Partie 2 : Estimation des risques

Souffle : évaluation des effets des explosions. Flux thermique, évaluation des rayonnements sur les hommes et matériels. Modélisation de la dispersion atmosphérique.

Partie 3 : Méthodes de prévention et de protection

Bonnes pratiques d'industrialisation. Systèmes de conduite des installations. Systèmes de sécurité (soupapes, disques de rupture, ...). Dimensionnement des équipements. Barrières humaines.

Partie 4 : Simulation : basée sur l'utilisation des outils SAFETI et PHAST de DNVGL.

Partie 5 : Normes et réglementations : réglementation ICPE, ATEX

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

### Infos pratiques

#### Lieu(x)

 Toulouse

## Structural Safety



ECTS  
4 crédits



Volume horaire  
45h

## Présentation

### Description

UE 6 : Sécurité structurelle « Structural Safety » qui aborde les démarches, les modèles et les techniques d'identification, d'analyse et de traitement des risques liés aux systèmes structurels mécaniques. Elle est composée de 4 parties : une introduction aux risques traités par l'ingénierie structurelle ; une présentation de l'usage des méthodes classiques d'analyse de risque à la fiabilité structurelle ; le développement des méthodes de fiabilité structurelle spécifiques ; une présentation des moyens de conception des constructions fiables.

Responsable de l'UF : Frédéric Duprat.

#### Partie 1: Introduction à l'ingénierie du risque structurel

Vulnérabilité des structures : perte d'intégrité structurelle (résistance, stabilité) ; perte des fonctionnalités structurelles (déformation, fissuration) ; perte de durabilité (vieillesse, effet du temps). Dangers rendant les structures vulnérables (événements initiateurs) : dangers "primaires" : origine naturelle (vent, séismes, etc.), origine industrielle (utilisation, accident, etc.); dangers "secondaires" liés à la conception (optimisme, manque de connaissances, modélisation, hypothèses, exigences, spécifications), à la mise en œuvre (dimensionnement, géométrie, matériaux), à l'utilisation opérationnelle (conformité avec la conception, modifications), à l'entretien

(manque d'attention ou d'inspection), à la dégradation des matériaux ; dangers "supplémentaires" : facteurs humains, allocation des ressources, demande sociale ; risques combinés : enchainements menant à des risques dans l'ingénierie structurelle. Incertitudes liées aux dangers : variabilité aléatoire inhérente, incertitude due à une connaissance insuffisante (modèle d'incertitude), incertitude statistique (peu d'informations), modélisation de variables aléatoires (distributions de fréquence d'utilisation, mise à jour bayésienne). Actifs impactés (introduction) : coûts structurels, frais d'inspection, frais de réparation, coûts sociaux, coûts environnementaux (CO<sub>2</sub> -transport, matériaux-). Présentation de la norme ISO 13824, déploiement dans les normes européennes (Eurocodes structureaux).

Partie 2 : Application des méthodes classiques d'analyse de risque à la fiabilité structurelle

Application des méthodes non-probabilistes (analyse fonctionnelle, AMDEC, arbres de défaillance, diagrammes bloc fiabilité) Défaillance d'un composant de système structurel : modélisation structurelle, fonction d'état limite. Défaillance de systèmes structurels : composition série, composition parallèle. Techniques : définition de la probabilité de défaillance d'un composant, cas R-S, fonction d'état limite linéaire explicite, fonction d'état limite non-linéaire explicite, fonction d'état limite linéaire implicite. Simulations de Monte-Carlo : tirages bruts, tirages d'importance, tirages conditionnés

Partie 3 : Méthodes de fiabilité structurelle spécifiques

Comparaison des analyses de fiabilité classiques et structurelles : fiabilité des composants similaires produits en grand nombre (fonction de défaillance à peu de paramètres), fiabilité des composants quasi-prototype (fonction de défaillance ayant de nombreux paramètres). Méthodes du premier et second ordre : définition et estimation de l'indice de fiabilité, extension à la probabilité de défaillance, utilisation pour le conditionnement des simulations de Monte-Carlo. Fiabilité évolutive : dégradation et processus stochastiques (les bases), formulation du problème, méthode Phi2. Mise à jour de la fiabilité grâce aux inspections : outils bayésiens

Partie 4: Conception et maintenance de constructions fiables

Codes de conception probabilistes et semi-probabilistes : principes, valeurs représentatives des actions et des propriétés des matériaux, coefficients partiels, calibration. Décision et risque dans le domaine de l'ingénierie de la maintenance structurelle. Optimisation globale des coûts basée sur le risque. Etudes de sensibilité et stratégies d'inspection fiable. Etude de cas : plate-forme off-shore.

---

## Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

 Toulouse

## Functional Safety



ECTS  
4 crédits



Volume horaire  
45h

## Présentation

### Description

UE 7 : Sécurité fonctionnelle « Functional Safety » qui présente les démarches, les modèles et les techniques d'identification, d'analyse et de traitement des risques liés aux fonctions dangereuses des systèmes et leur illustration sur la sécurité des procédés.

Responsable de l'UF : Bernard Luong.

Partie 1 : Objectifs et principes de la sécurité fonctionnelle

Risques liés au fonctionnement nominal des systèmes. Principes de la sécurité fonctionnelle (supervision du comportement). Etude de cas introductive.

Partie 2 : La norme générique IEC 61508

Vue d'ensemble du processus de conception d'un système intégré de sécurité. Présentation des 16 tâches du processus du cycle de vie d'un système instrumenté de sécurité de la norme 61508 et illustration sur une étude de cas menée en parallèle. Apports et limites de la sécurité fonctionnelle (risques pour lesquels l'approche est non appropriée).

Partie 3 : Application à la sécurité des procédés : la norme IEC 61511

Exemples d'accidents dus au fonctionnement des procédés. Vue d'ensemble des 11 tâches du processus du cycle de vie d'un système instrumenté de sécurité de la norme IEC 61511. Présentation des approches, des moyens de mise en œuvre et des résultats des 11 tâches et illustration sur une étude de cas menée en parallèle.

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

## Stage 4A



ECTS

9 crédits



Volume horaire

## Présentation

---

### Description

le stage doit durer entre 8 et 16 semaines  
il peut s'effectuer en France ou à l'étranger, en  
entreprise ou en laboratoire  
Les missions de l'étudiant doivent être en relation avec  
les enseignements dispensés

### Objectifs

Les objectifs du stage 4A sont :

- d'acquérir une première expérience en milieu professionnel (entreprise ou laboratoire) sur un rôle ingénieur.
- de mettre en pratique les enseignements reçus
- de produire un travail scientifique

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

---

### Lieu(x)

Toulouse

## Stage 5A – PFE



ECTS

21 crédits



Volume horaire

### Présentation

---

Lieu(x)

Toulouse

### Description

Stage de 16 à 26 semaines dans une entreprise

---

### Objectifs

Le but de ce stage est de se positionner en tant qu'ingénieur en activité et de valider les compétences acquises pendant le cursus scolaire. Pour cela, l'étudiant développera une thématique particulière pendant la durée du stage, qui fera l'objet d'un mémoire.

La problématique sera définie d'un commun accord avec l'entreprise et le tuteur INSA.

---

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

---

### Infos pratiques

---