

## SEMESTRE 9\_5e ANNEE IR

# 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

## DOMAINE ARCHITECTURES LOGICIELLES DISTRIBUEES ET CLOUD COMPUTING



ECTS  
12 crédits



Volume horaire  
145.25h

### 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

# Cloud native computing and networking



ECTS



Volume horaire  
67.5h

## Présentation

---

### Description

- Automatisation du cycle de vie logiciel (DevOps)
- Services Web (SOAP, REST)
- Conception et exécution de processus métiers BPEL
- Architecture microservices
- Virtualisation et Cloud Computing
- Network softwarization (SDN)

### Objectifs

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

- Le cycle de vie d'un projet logiciel
- Les enjeux du développement logiciel
- DevOps
- L'architecture orientée service
- L'architecture orientée ressource (RESTful)
- L'architecture microservice
- Le concept de Cloud et

L'étudiant devra être capable de :

- Maîtriser la conduite d'un projet de développement logiciel mené en équipe, en particulier en suivant la méthode agile scrum
- Mettre en pratique la méthode agile scrum de l'analyse des besoins à partir d'un cahier des charges, définition des user stories, des tâches, planification des

sprints ...etc

- Concevoir et développer une architecture basée service
- Développer des services Web SOAP et REST
- Développer des microservices
- Comprendre et implémenter une API REST
- Comprendre la notion de cloud
- Utiliser une infrastructure de cloud dans un mode Infrastructure As A Service
- Mettre en place des pipeline d'intégration continu et de déploiement continu

### Pré-requis nécessaires

Algorithmique, Programmation orientée objet Java, conception orientée objet en UML, XML et XML schéma

### 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)



## Frameworks pour le Big data



ECTS



Volume horaire  
25.25h

## Présentation

### Description

Organisation et Gestion des données :

- Bases de données (SQL et NoSQL)
- Notion de système de fichiers répartis et efficaces (Hadoop Distributed File System)

Traitement des données :

- Modèles de traitement réparti de données (Map-Reduce)
- Plateforme Hadoop
- Plateforme Spark
- Plateforme Cassandra
- Plateforme Neo4j

### Objectifs

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer les concepts et les techniques liés aux principaux piliers que doit gérer un fournisseur de services IT, en termes :

- d'infrastructures physiques incluant le Cloud (réseau, stockage, puissance de calcul) ;
- d'organisation et gestion de données (répartition du stockage, ...)
- de services de traitement de ces données (basés sur des modèles de calcul de type map reduce, etc.).

L'étudiant devra être capable de :

- 1) concernant les infrastructures physiques
  - de concevoir et déployer une architecture adaptée à une offre de service orientée big data, à l'aide de technologies réseaux évoluées (virtualisation de réseau, optimisation de protocoles, etc) ;
  - de dimensionner et déployer une infrastructure physique ou virtuelle de stockage destinée à recevoir des quantités massives de données et/ou exécuter des applications à base de services;
  - d'estimer et déployer la puissance de calcul nécessaire au traitement de données massives, en s'appuyant sur les technologies récentes des processeurs, telles que la virtualisation.
- 2) concernant l'organisation et de la gestion de données
  - de concevoir et déployer des outils permettant d'organiser l'ensemble des données au sein de l'infrastructure physique ;
  - de choisir une organisation des données adaptée aux contraintes des traitements (offline versus real-time processing) ;
- 3) concernant les services de traitement de ces données
  - d'offrir des moyens d'analyser ces données afin d'en extraire de la valeur ajoutée (connaissances, tendances, prédiction, etc.)

### Pré-requis nécessaires

Système d'exploitation  
Bases de données

Algorithmique et programmation (Python et Java)

---

## 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

## Sûreté de fonctionnement



ECTS



Volume horaire  
42.5h

## Présentation

### Description

L'objectif de cette UF est d'introduire les grands principes de la sûreté de fonctionnement (SDF) : les concepts de base et les méthodes et techniques permettant de l'obtenir.

Un premier cours donne une introduction générale de la SDF en précisant la terminologie, les attributs, les moyens, etc.

Des cours spécifiques permettent d'aller un peu plus loin en se focalisant sur deux aspects:

- la modélisation de systèmes temporisés avec une introduction aux formalismes des Réseaux de Petri temporels et des automates temporisés et aux techniques de vérification associées ;
- la vérification de modèles qui permet de s'assurer de la satisfaction des propriétés à vérifier. Elle nécessite un modèle opérationnel du comportement, un modèle des propriétés à satisfaire (exprimées en logiques temporelles) et des algorithmes de contrôle de modèles (model-checking) pour s'assurer de la correction du modèle

### Objectifs

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer principaux les concepts de base de la

sûreté de fonctionnement et les grandes méthodes et techniques d'obtention et de validation de la sûreté de fonctionnement d'un système.

L'étudiant devra être capable de :

- appliquer ces connaissances génériques aux systèmes informatiques.
- .d'expliquer les différentes approches et choisir le bon type d'approche pour une application particulière

### Pré-requis nécessaires

Réseaux de Petri, Automates communicants, Logique formelle, Théorie des graphes

### 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 IA ET INFRASTRUCTURES DE SERVICES

 ECTS  
12 crédits

 Volume horaire  
158.75h

## 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

# Analyse descriptive et prédictive



ECTS



Volume horaire  
56.75h

## Présentation

### Description

Le cours s'articule autour de deux aspects du traitement de données :

#### 1) Analyse exploratoire et visualisation

L'analyse exploratoire vise à décrire des ensembles de données afin d'améliorer leur compréhension et d'extraire de l'information. Le but de cette partie est de présenter les concepts et outils de l'analyse exploratoire (probabilités, statistiques, réduction de dimensions) et de la visualisation de données.

#### 2) Apprentissage automatique

Cette partie s'intéresse à l'obtention d'un modèle d'un ensemble de données. Dans une première séquence, on s'intéresse aux méthodes d'apprentissage supervisé pour approfondir les notions vues dans l'enseignement de 4e année IR (complément sur les méthodes standards, méthodes d'ensemble, deep learning, biais et enjeux d'équité, explicabilité, vie privée, ...).

Dans une seconde séquence, on s'intéresse à l'apprentissage non supervisé avec un focus sur les problèmes et méthodes de clustering (hiérarchique, k-moyenne, basé densité).

Le but de ces deux parties est également de connaître les principales bibliothèques existantes en Python (Scikit-learn) ou en R.

### Objectifs

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

- les différents problèmes rencontrés dans l'étude des données avec un focus sur les problématiques d'analyse exploratoire et d'apprentissage :
- les principaux concepts et algorithmes pour traiter ces problèmes
- les principales bibliothèques existantes

L'étudiant devra être capable de :

- analyser les besoins pour le traitement de données.
- mettre en place les algorithmes pertinents
- utiliser les algorithmes implémentés dans les principales bibliothèques existantes
- adapter et de développer ses propres algorithmes.
- analyser et expliquer les résultats des algorithmes
- programmer en langage Python et R

### Pré-requis nécessaires

Algorithmique, structure de données, complexité computationnelle, apprentissage supervisé (base), programmation, optimisation, statistiques et probabilités (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

## Projet SDBD



ECTS



Volume horaire  
52h

## Présentation

### Description

Le projet est réalisé en équipe (5 à 6 étudiants). Plusieurs sujets sont proposés, potentiellement en liaison avec un partenaire industriel.

Le projet est associé à l'enseignement d'Anglais pour la présentation et la restitution du travail effectué.

Le projet est de plus relié aux Travaux Pratiques de l'enseignement "Architecture Orientée Services" qui permettent de réaliser une application logicielle s'appuyant sur le sujet du projet

### Objectifs

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

- Les objectifs d'un projet d'Intelligence Artificielle et de Big Data
- Les choix méthodologiques et technologiques retenus et développés pour répondre à un projet spécifique

L'étudiant devra être capable :

- de réaliser une chaine logicielle de collecte, stockage et traitement de données massives, -d'argumenter les choix effectués
- d'évaluer la solution proposée

## Pré-requis nécessaires

Analyse Descriptive et Prédictive, Infrastructures Big Data

## 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

## Analyse prescriptive (AP)



ECTS



Volume horaire

50h

## Présentation

### Description

Problèmes de satisfaction de contraintes : satisfaisabilité et consistance. Formulation des contraintes en intension et en extension. Réseaux de contraintes : algorithmes de nœud, arc et chemin-consistance. Arc-consistance généralisée. Bornes-consistance. Contraintes globales : Alldiff, Sum, Cardinality, Disjunctive, Cumulative.

Modélisation SAT: satisfaisabilité booléenne, Algorithme DPLL, Graphes d'implication, Analyse de conflits, Algorithme TWL. Solveurs SAT basés sur l'apprentissage de clauses dirigé par les conflits (CDCL). Satisfiability Modulo Theories (SMT).

Programmation Linéaire en Nombres Entiers : modélisation et résolution. Modélisation de problèmes industriels en PLNE.

Algorithmes de résolution standards : branch & bound, branch & Cut. Méthodes de décomposition : génération de colonnes, décomposition de Benders

### Objectifs

Ce cours adresse des modèles de traitement efficace des données rencontrées dans des problèmes industriels à caractère combinatoire. Les modèles sont basés sur le raisonnement logique et l'optimisation : les

problèmes de satisfaction de contraintes (PPC), les problèmes de satisfaisabilité booléenne (SAT/SMT) et la programmation linéaire en nombres entiers (PLNE). Pour la partie PPC, les étudiants doivent connaître les principales techniques de propagation et de résolution et se familiariser, à travers les travaux pratiques, avec des outils de programmation intégrant des algorithmes de propagation de contraintes et des stratégies de branchement ainsi que d'autres techniques avancées de résolution (ex d'outil : CPLEX, CPMpy). Dans la partie SAT, les étudiants implémentent un solveur SAT basé sur l'algorithme d'apprentissage de clauses dirigé par les conflits (CDCL) et découvrent les modèles à base de 'satisfaisabilité modulo théories' (SMT). Différents problèmes combinatoires classiques (coloration, affectation de ressources, ordonnancement) servent de cas pratiques pour s'entraîner sur l'encodage SAT. Pour la partie PLNE, les étudiants doivent modéliser des problèmes industriels sous forme de programme linéaire en nombre entiers, et les résoudre via des algorithmes de branchement ou des méthodes de décomposition en utilisant des outils de programmation (CPLEX).

### Pré-requis nécessaires

Algorithmics & programming (I2MIIF11, I2MIIF21).  
Fundamentals in Computer Science (I4IRIF11),  
Intelligent Systems (I4IRSD11)

### 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

# Software-defined communication infrastructure (SDCI)



ECTS



Volume horaire

49.75h

## Présentation

### Description

Virtualisation de fonctions de réseaux:

- Software defined networking (SDN)
- Formes de virtualisation de fonctions de réseaux
- Network function virtualisation (ETSI NFV)
- Orchestration de VNFs
- Utilisation d'une API SouthBound: OpenFlow

Projet SDCI

2 objectifs dans le projet :

1/ Déploiement dynamique et transparent pour les applications, de fonctions de réseau virtuelles (VNF)

- permettant de répondre aux besoins fonctionnels et/ou non fonctionnels d'applications distribuées relevant par exemple d'une activité de l'IoT

- en appliquant les concepts et techniques relevant de la virtualisation de fonctions de réseau (NFV) et des réseaux pilotables par le logiciel (SDN)

2/ Développement d'une approche de gestion autonome de la mise en œuvre des VNF ciblées via le concept de l'Autonomic Computing (AC) introduit en préambule du projet

- les concepts attendant à la virtualisation de fonctions de réseau (au sens NFV)
- les concepts attendant à la programmation des réseaux (au sens SDN)
- le modèle de l'autonomic computing défini (entre autres) par IBM
- les points de vue des acteurs du monde réel impliqués dans un projet d'ampleur (développeur d'application, opérateur middleware, opérateur réseau)

L'étudiant devra être capable de :

- utiliser un émulateur de réseau SDN (ContainterNET)
- utiliser un contrôleur SDN (Ryu)
- utiliser un MANO NFV standardisé (SON-EMU)
- développer une VNF standardisée
- architecturer et mettre en œuvre des solutions tirant partie des concepts de virtualisation de fonctions de réseau et de réseaux programmables, dans le contexte de la réalisation d'une SDCI
- appliquer et mettre en œuvre le modèle de l'autonomie computing à une problématique de gestion de QoS dans une SDCI

### Objectifs

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

### Pré-requis nécessaires

Interconnexion de réseaux - TCP/IP (4IR)

Conception orientés objets - UML (4IR)

Programmation orientée objets - JAVA (4IR)

Concepts et techniques liés à la virtualisation (5SDBD)

Architectures orientés services (5SDBD)

---

## 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



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

## 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

## DOMAINE SOCLE SIEC



ECTS  
13 crédits



Volume horaire  
171.75h

## 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

# Sûreté de fonctionnement



ECTS



Volume horaire

76h

## Présentation

### Description

L'objectif de cet UF est d'introduire les grands principes de la sûreté de fonctionnement (SDF) : les concepts de base et les méthodes et techniques permettant de l'obtenir.

Un premier cours donne une introduction générale de la SDF en précisant la terminologie, attributs, moyens. Des cours spécifiques permettent d'aller un peu plus loin dans ce panorama en illustrant principalement les moyens de - Prévention à travers la modélisation - suivant les paradigmes synchrone et asynchrone temporisé,- Élimination des fautes à travers la vérification statique de programmes séquentiels et le diagnostic

### Objectifs

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

Les concepts de base de la sûreté de fonctionnement et les grandes méthodes et techniques d'obtention et de validation de la sûreté de fonctionnement d'un système.

L'étudiant devra être capable de :

- appliquer ces connaissances génériques aux systèmes

technologiques électroniques et logiciels.

- d'expliquer les différentes approches et choisir le bon type d'approche pour une application particulière.

### Pré-requis nécessaires

Systèmes à événements discrets, Logique Propositionnelle

### 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

## Méthodes d'ingénierie



ECTS



Volume horaire  
68.5h

## Présentation

---

### Description

L'objectif de cette UF est d'introduire les grands principes de l'ingénierie des systèmes embarqués. Un premier cours introduit les concepts, méthodes et outils pour la définition et la maîtrise du processus de développement d'un système embarqué critique, avec un focus sur la conception d'architectures de systèmes complexes.

Un cours permet d'introduire la gestion agile des processus d'ingénierie dans un projet de développement de système embarqué.

Un MOOC support permet à l'étudiant de synthétiser l'ensemble des notions de l'UF et d'en approfondir certaines.

Un autre cours présente les principes du machine learning.

Un dernier cours, spécifique selon la spécialité des étudiants, permet d'approfondir la vérification de modèle ou le filtre de Kalman.

Les méthodes, pratiques et outils présentés sont mis en œuvre dans un projet transverse de développement d'un système embarqué critique.

---

## Objectifs

Présenter les grands principes de l'ingénierie système et de l'ingénierie logicielle. : concepts, méthodes et outils pour la définition et la maîtrise du processus de développement d'un système embarqué critique

L'étudiant devra être capable de :

- appliquer ces connaissances génériques aux systèmes informatiques embarqués
  - expliquer les différentes approches et choisir le bon type d'approche pour une application particulière.
- 

## Pré-requis nécessaires

5 parties comprenant cours, cours en ligne, TD/TP et 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)

📍 Toulouse

# Architecture informatique pour l'embarqué



ECTS



Volume horaire  
37.75h

## Présentation

---

## Description

---

## Objectifs

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

- Les principes et spécificités des réseaux utilisés dans les systèmes embarqués des secteurs de l'automobile, l'avionique et des objets connectés,
- les spécificités des systèmes d'exploitation et leurs principaux services (ordonnancement, mémoire, privilèges, etc.) pour les systèmes embarqués,
- les avantages et inconvénients des différentes architectures informatiques utilisées pour les systèmes embarqués,
- les éléments impactant les performances (calcul, consommation d'énergie, etc.) d'une architecture informatique et les méthodes pour les optimiser.

L'étudiant devra être capable de :

- choisir une technologie réseau répondant aux besoins d'un système embarqué,
- mettre en place le réseau support d'un système embarqué,
- déployer un système d'exploitation sur une architecture embarquée,
- développer un driver au sein d'un système d'exploitation,

- comparer deux architectures informatiques embarquées en terme de performances,
- choisir une architecture informatique adaptée aux besoins d'une application

## Pré-requis nécessaires

---

Programmation C, architecture des ordinateurs, réseau, système d'exploitation

## 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 MINEURE ET PROJET

 ECTS  
11 crédits

 Volume horaire  
122h

## 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 interdisciplinaire



ECTS



Volume horaire  
71.25h

## Présentation

### Description

Les méthodes, pratiques et outils présentés dans les UF de sûreté de fonctionnement, méthodes d'ingénierie et architecture informatique pour l'embarqué seront illustrés dans ce projet transverse de développement d'un système embarqué critique, incluant l'enseignement d'anglais.

### Objectifs

A la fin de ce module, l'étudiant devra être capable de :

- mettre en œuvre et d'appliquer à son travail une démarche de gestion et de management agile selon la méthode agile scrum pour réaliser un produit,
- de mobiliser et d'articuler un ensemble de compétences techniques interdisciplinaires afin de réaliser un système embarqué critique,
- de rechercher de manière autonome et de porter un regard critique sur des solutions techniques pour lesquelles il ne dispose pas de connaissances au préalable afin de répondre à des exigences propres aux systèmes embarqués critiques,
- de réaliser un produit déployé sur une architecture hétérogène et communicante embarquée en garantissant des propriétés de performance,
- de définir les besoins, les exigences et l'architecture lors du développement d'un produit
- de communiquer dans un contexte interdisciplinaire et

de travailler conjointement avec des acteurs aux compétences hétérogènes,  
- d'adapter la rédaction et la présentation de résultats scientifiques en fonction du public visé (client, décideur, évaluateur, grand public) et à travers des supports variés (présentation, site web, rapport, synthèse, poster),  
- de s'exprimer en anglais dans une langue correcte et dans un style concis et précis en respectant les conventions de genre à l'écrit comme à l'oral

### Pré-requis nécessaires

UE de sûreté de fonctionnement, méthodes d'ingénierie et architecture informatique pour l'embarqué de 5SIEC

### 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

## Robotique de Service – Spécialités AE et IR



ECTS



Volume horaire  
50.75h

### Présentation

---

#### Description

1. Introduction à la robotique de service : ce cours introduit la spécificité du robot de service et illustre son domaine d'application dans le domaine domestique et médical, il vise à modéliser, à la fois des robots mobiles simples, et les structures articulées plus complexes utilisées en robotique médicale ; les concepts cinématiques de modèle directe et inverse sont introduits, ainsi que les concepts propres à la génération de trajectoire, le choix d'un actionneur et le contrôle de position, éventuellement hybride-position, est introduit.

2. Bureau d'étude en robotique de service : les étudiants choisiront d'approfondir une notion vue dans le cours d'introduction à un problème rencontré au sein du club robot du département ou d'un projet tutoré proposé par un enseignant.

3. Bureau d'étude en robotique humanoïde : ce cours est une véritable introduction à la robotique humanoïde considérée comme structure arborescente à multiple degrés de liberté dont la modélisation requiert une approche directe fondée sur la Jacobienne du robot et une approche inverse fondée sur la pseudo-inverse de cette même Jacobienne. Les notions théoriques sont illustrées sur un simulateur graphique du robot humanoïde Japonais HRP2

---

### Objectifs

A la fin de ce module, l'étudiant devra pouvoir expliquer devant un auditoire académique ou industriel ce qu'est la robotique de service et en quoi elle diffère de la robotique industrielle ; il aura également été initié aux bases de la robotique humanoïde et à la difficulté de contrôler un robot bipède. Ses connaissances techniques incluront les bases de la robotique des systèmes articulés : modèles cinématiques direct et inverse, modélisation dynamique du robot, génération de mouvements et stabilité de déplacement d'un robot bipède.

L'étudiant devra être en mesure de modéliser un robot articulé, de décrire ses composants technologiques et d'analyser le fonctionnement d'un robot de service dans son environnement domestique ou professionnel.

---

### Pré-requis nécessaires

Calcul matriciel, Automatique linéaire

---

### 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

## 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

## 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

## DOMAINE SYSTEMES COMMUNIQUANTS POUR L'IoT

 ECTS  
12 crédits

 Volume horaire  
155h

### 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

## Smart Devices



ECTS



Volume horaire

52.75h

## Présentation

### Description

CAPTEURS INTELLIGENTS ET CHAÎNE D'ACQUISITION:

1. PRINCIPES FONDAMENTAUX : définitions et caractéristiques générales, Chaîne de mesure, Définition d'un capteur, Type de capteur, Transformation de la grandeur physique, Grandeurs d'influence, Capteurs intégrés, Capteurs intelligents (« smart devices »)

2. CARACTÉRISTIQUES MÉTROLOGIQUES : étalonnage du capteur, limites d'utilisation du capteur, sensibilité, linéarité, fidélité - justesse à précision, rapidité, discrétion ou finesse

3. PRINCIPES DE DÉTECTION UTILISÉS DANS LES CAPTEURS : capteurs analogiques, capteurs digitaux

4. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES CONDITIONNEURS DE CAPTEURS: principaux types de conditionneurs pour capteurs passifs, Qualité d'un conditionneur, Montage potentiométrique, Les ponts, 5. CONDITIONNEURS DU SIGNAL : Adaptation de la source du signal à la chaîne de mesure, Linéarisation, Amplification du signal et réduction de la tension de mode commun

6. SYSTÈMES AUTOMATISÉS

7. APPLICATIONS : capteurs optiques, capteurs de gaz

MICROCONTROLEURS ET OPEN SOURCE HARDWARE:  
I à LES MICROCONTROLEURS ET LEURS ARCHITECTURES

II à LA PLATEFORME OPEN-SOURCE ARDUINO®: Qu'est-ce qu'un Arduino ?, La plateforme de développement IDE, Quels sont les composants

adressables: actionneurs et capteurs

III à MISE EN ŒUVRE DES ARDUINO: les entrées/sorties digitales, les entrées/sorties analogiques, applications digital & analogique, faire de l'analogique avec du digital, déparasitage ou debouncing, les interruptions (matérielles et logicielles), liaisons séries: asynchrone (RS232) & synchrone (I2C, SPI, one wire), créer une librairie, les shields & leur création

IV à COMMUNICATION DE L'ARDUINO AVEC D'AUTRES PLATEFORMES: processing => java, android, python, flash, mxp, puredata et l'internet des objets iot

V à Propriété intellectuelle dans l'open source hardware

10. RÉALISATION D'UN CIRCUIT ÉLECTRONIQUE

Création de circuits électroniques avec KiCAD (schématique, routage, tirage de PCB).

11. STAGE NANO-CAPTEURS :

Réalisation de nano-capteurs de gaz en salle blanche.

Caractérisation des nano-capteurs.

### Objectifs

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

CAPTEURS INTELLIGENTS ET CHAÎNE D'ACQUISITION:  
- Les éléments permettant la conception et l'utilisation d'un « smart device » et d'une chaîne de mesure.

Il sera capable de manipuler :

- les principes physiques de fonctionnement des capteurs,

- les notions utilisées en métrologie
- les procédures de mises en œuvre,
- les montages électriques dits « conditionneurs »
- la conception d'une chaîne de mesure et d'un « smart device ».

#### MICROCONTROLEURS ET OPEN SOURCE HARDWARE

Maîtriser les éléments nécessaires des microcontrôleurs pour concevoir et réaliser des applications concrètes en Open Source Hardware,

#### CONCEPTION D'UN CIRCUIT EN ELECTRONIQUE ANALOGIQUE :

Il sera capable de concevoir et simuler un étage d'amplification dédié à la mesure du capteur réalisé

#### CONCEPTION D'UNE CARTE ELECTRONIQUE DU CAPTEUR:

Il sera capable de concevoir et réaliser une carte électronique contenant le capteur, son électronique de conditionnement et les éléments de communications nécessaire pour envoyer les données sur un réseau bas débit de type LoRa.

#### NANO-CAPTEURS :

- la démarche qui consiste à réaliser des dispositifs de nano- et micro-électronique par des méthodes à bas coût intégrant des nano-objets préparés en solution;
- le fonctionnement d'un nano-capteur.

L'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :

- les concepts et les pratiques expérimentales visant à synthèse de nano-objets en phase liquide ; la stabilisation de solutions colloïdales ;
- les concepts et les pratiques expérimentales de dépôts de ces nano-objets sous forme de réseaux 2D et 3D ;
- les principes physiques des capteurs à base de nanoparticules (capteurs de gaz, de contrainte...)

L'étudiant devra être capable de :

- produire expérimentalement un capteur à base de nanoparticules qu'il aura synthétisé et assemblé entre deux électrodes ;
- mesurer les propriétés du capteur et décrire son fonctionnement ;
- discuter les résultats expérimentaux et proposer des

améliorations.

---

## Pré-requis nécessaires

Physique et électronique générale. Programmation C et 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

# Security for IoT



ECTS



Volume horaire  
34.5h

## Présentation

### Description

Le contenu de cet enseignement est organisé autour des thématiques suivantes :

- Cryptographie appliquée à l'IoT
- Sécurité matérielle
- Sécurité logicielle
- Sécurité des protocoles
- Analyse statique et dynamique

### Objectifs

Cet enseignement a pour objectif de fournir aux étudiants une compréhension approfondie des enjeux de la sécurité dans le domaine de l'Internet des Objets (IoT). À la fin de cette formation, les participants seront capables de :

- Identifier les menaces et vulnérabilités propres aux systèmes IoT.
- Mettre en œuvre des techniques de cryptographie adaptées aux contraintes des dispositifs IoT.
- Comprendre et analyser les aspects de sécurité matérielle, logicielle et des protocoles.
- Détecter et corriger les failles dans les logiciels et infrastructures IoT.
- Effectuer des audits de sécurité en utilisant des outils d'analyse statique et dynamique.

### Pré-requis nécessaires

- Bases en programmation (C, Python).
- Connaissances fondamentales en systèmes embarqués.
- Notions générales de réseaux et protocoles de communication.
- Introduction à la sécurité.

### 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

# Wireless Sensors Network



ECTS



Volume horaire  
18.25h

## Présentation

---

### Description

Les architectures et les protocoles des réseaux de capteurs seront présentés : problématiques, dimensionnement, déploiement et paradigmes de communication. Les enjeux autour de l'énergie consommée et de la sécurité seront abordés. La problématique de la localisation et de la synchronisation seront également traités. La conception et les spécificités de couches physiques et couches MAC de réseaux de capteurs sans fil et des objets communicants seront discutés.

Les concepts présentés lors de cet enseignement s'appuient sur l'expérience acquise lors de plusieurs projets européens (MIMOSA, QSTREAM, Guardian Angels for a Better Life, SMARTER, etc) et nationaux (Nano-Innov NanoComm, McBIM, WISPERS).

### Objectifs

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

- les architectures et protocoles de communication des réseaux des capteurs vers l'Internet d'objets (IoT)
- les spécificités des couches physiques et couches MAC de réseaux de capteurs sans fil et des objets communicants

L'étudiant devra être capable de :

- concevoir, dimensionner et déployer un réseau des capteurs en fonction de contraintes de l'application
- concevoir et dimensionner les couches physiques et MAC d'un réseau de capteurs sans fil/ objets communicant

### Pré-requis nécessaires

Cours de télécommunication

### 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

## Embedded IA for IoT



ECTS



Volume horaire  
15.75h

## Présentation

### Description

Le cours se déroule en trois parties :

- Compléments d'apprentissage supervisé avec spécificités de l'edge AI et de l'IoT - 1 cours
- Pré-traitement des données et réduction de dimensions - 1 cours
- Méthodes d'apprentissage pour les séries temporelles et pour les images (réseaux de neurones convolutionnels) - 2 cours
- Méthodes d'optimisation pour permettre d'embarquer des modèles d'apprentissage - 1 cours

3 séances de TP permettent de mettre en œuvre des méthodes d'apprentissage sur basées sur des données IoT (séries temporelles et images) en prenant en compte des contraintes de ressources limitées liées aux devices IoT ciblés (calcul et mémoire) pour des tâches de classification ou de régression. Les TP se déroulent en Python avec les bibliothèques scikit-learn, TensorFlow et TensorFlow Lite.

### Objectifs

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

- les spécificités de l'intelligence artificielle en périphérie (edge AI)
- les principales méthodes d'optimisation permettant

d'embarquer des outils d'apprentissage automatique sur des appareils IoT contraints en ressource

L'étudiant devra être capable de :

- dimensionner un outil d'IA pour une application embarquée ou en périphérie en prenant en compte les contraintes de communication, de temps de réponse, de confiance dans les résultats du modèle, et de confidentialité.
- mettre en place un processus d'apprentissage sur des données IoT hétérogènes (données tabulaires, images, séries temporelles)
- utiliser les algorithmes implémentés dans des bibliothèques existantes
- mettre en place des méthodes de compression de modèle pour l'embarqué à partir de bibliothèques existantes
- présenter et expliquer les résultats d'algorithmes d'apprentissage
- développer en langage Python

### Pré-requis nécessaires

Algorithmique, Bases d'apprentissage automatique, Langage Python

### 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

## Energy for connected objects



ECTS



Volume horaire  
10.5h

## Présentation

---

### Description

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. Les TP illustreront ce cas d'usage.

Enfin, la conception d'un objet connecté autonome en énergie sera abordée, notamment avec les problématiques de récupération et de gestion de l'énergie, mais également d'optimisation matérielle et logicielle de la consommation.

### Objectifs

A la fin de cet enseignement, l'étudiant devra -en fonction de sa spécialité, à des niveaux différents- :

- 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 les méthodes de gestion de l'énergie dans un objet connecté
- connaître les méthodes d'optimisation de l'efficacité énergétique d'un objet connecté
- être capable de mettre en oeuvre les bonnes pratiques pour la conception d'un objet connecté économe en énergie, à la fois au niveau matériel et au niveau logiciel
- être capable de proposer des solutions pour rendre autonome en énergie un objet connecté selon les besoins applicatifs (dont la durée de vie)
- être capable de concevoir et implémenter un objet connecté sans batterie
- être capable de caractériser l'efficacité énergétique d'un récupérateur d'énergie

### Pré-requis nécessaires

Des connaissances en électronique, en programmation pour l'embarqué, 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

## Innovative Project 1



ECTS



Volume horaire  
19.25h

## Présentation

---

### Description

Les cours d'anglais sont organisés sous la forme d'ateliers pendant lesquels les étudiants travaillent sur les livrables écrits et oraux liés à leur projet. L'accent est mis sur leur travail autonome et sur les retours constructifs que leur fournissent les enseignants : ainsi, des retours réguliers, individuels et détaillés visent à permettre aux étudiants de produire des documents et d'effectuer des présentations qui répondent aux exigences professionnelles de leur domaine.

L'aspect technique du projet est guidé par des enseignants en fonction des matières mise en avant dans chaque projet avec des approfondissements quand cela est nécessaire.

### Objectifs

A l'écrit comme à l'oral, structurer son propos, s'exprimer dans une langue correcte et dans style concis et précis tout en respectant les conventions de genre ; maîtriser le vocabulaire spécialisé ; utiliser un registre adapté et citer ses sources en étant conforme aux standards internationaux.

Concernant le projet innovant, l'étudiant sera capable de mener à bien un projet innovant d'envergure mettant en œuvre un ensemble de thématiques

abordées durant ce semestre. Le projet couvrira la spécification, la conception, la réalisation et la présentation devant un jury académique et industriel.

### Pré-requis nécessaires

(Anglais) Maîtrise de l'anglais général et des compétences liées à la présentation écrite et orale rigoureuse d'éléments scientifiques (cours d'anglais de 1e, 2e, 3e et 4e année)

### 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

## Portfolio 1



ECTS



Volume horaire

4h

## Présentation

### Description

Le but du portfolio est de constituer un répertoire de travaux commentés par l'étudiant qui permettra à l'équipe d'enseignants d'évaluer l'atteinte des objectifs pédagogiques et le développement des compétences de l'étudiant, dans une perspective formative.

Le portfolio ne se réduit pas à un recueil de produits (les productions par l'étudiant, des travaux fournissant la preuve d'apprentissage) mais il rend compte également du processus d'apprentissage (comment l'étudiant en est venu à produire ces travaux) et du progrès dans l'apprentissage (soit le développement de l'étudiant lors de la production des travaux).

Le portfolio permet d'évaluer à la fois les productions, le processus et le progrès.

### Objectifs

En prenant en charge la constitution de son portfolio et l'auto-évaluation de ses apprentissages, l'étudiant est amené à :

- Réfléchir sur ses propres processus et méthodes d'apprentissage
- Mettre en évidence et valoriser toutes ses expériences d'apprentissage, explicites ou implicites
- Devenir autonome et responsable vis-à-vis de son propre processus d'apprentissage

## 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 SYSTEMES INFORMATIQUES POUR L'IoT

 ECTS  
12 crédits

 Volume horaire  
147.25h

### 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

# Wireless Communications



ECTS



Volume horaire

18h

## Présentation

### Description

Cette unité d'enseignement est constituée de deux cours :

- IPv6 pour les objets connectés
- Réseaux émergents

Le parcours pédagogique du cours "IPv6 pour les objets connectés" est le suivant :

Chapitre 1 : un survol des technologies réseau pour les objets connectés

Chapitre 2 : Architectures réseau basées IPv6 pour les objets connectés

TD1 sur machine : Introduction à IPv6

TD2 sur machine : IPv6, 6LoWPAN et RPL pour les objets connectés

Le parcours pédagogique du cours "réseaux émergents" est le suivant :

- Chapitre 1 : un survol des paradigmes réseau émergents
- Chapitre 2 : Software Defined Network (SDN)
- TP1 : Introduction aux réseaux SDN/OpenFlow
- TP2 : Développement d'une application de contrôle réseau SDN/OpenFlow

### Objectifs

Au terme de cette UE, les étudiants seront en mesure de :

- identifier les limites de certains des choix qui ont guidé la conception de l'Internet historique pour supporter les nouveaux usages des réseaux et notamment ceux qu'impliquent la mise en réseau d'objets connectés de toute sorte.
- évaluer les bénéfices et principales limites que pose l'adoption d'une architecture réseau basée IPv6 pour les objets connectés
- mettre en place et opérer un réseau d'objets connectés basé IPv6
- prendre connaissance des principaux paradigmes réseau qui ont émergé ces dernières années, dont : la virtualisation et "softwarisation" réseau, la virtualisation des fonctions réseau (NFV pour Network Function Virtualisation), le Software Defined Networking (SDN), etc.
- acquérir des premières compétences en configuration d'équipements SDN ainsi qu'en développement d'application de contrôle réseau sur une infrastructure SDN

### 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

## 5G Technologies



ECTS



Volume horaire

7.5h

## Présentation

### Description

Partie cours: Technology scale down, Stories about mobiles, Introducing UHF, Roadmap to 6G

Partie exposés: 5G: developing countries, 5G modulations, 5G infrastructure, mobile Health & 5G, Iridium Next, OneWeb, Starlink, Kuiper, NB-IoT, LoRa & Sigfox, LTE-M for IoT, Drone-trains, 5G: Vehicule to Vehicule, 5G: Vehicule to Everything, Cancer & EM waves, Mm waves threats, Mobile addictions, Vision of ITU, 6G modulations, 6G antennas, Anti-5G/6G, Technologies for 6G, Nokia & 6G, Ericsson & 6G, Apple & 6G, Samsung & 6G, Orange and 6G, Environmental issues 5-6G

### Objectifs

Présenter le contexte général des communications mobiles et l'évolution depuis la 2G à la 6G.

Proposer aux étudiants de préparer une restitution d'un sujet en lien avec la 5-6G sur un format d'une présentation orale de 15mn. Les sujets

### Pré-requis nécessaires

Bases de traitement du signal et de télécommunication

### 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

## Middleware and Services



ECTS



Volume horaire  
69.75h

## Présentation

### Description

Programme (contenu détaillé) :  
Architecture de service

- Technologies middleware de communication
  - o RPC/CORBA
  - o Message Oriented Middleware (MOM)
- Architectures Orientées Services:
  - o Services Web (SOAP, REST)
  - o Conception et exécution de processus métiers BPEL
  - o Bus de services (ESB) et création d'applications composites

Intergiciel pour l'internet des objets  
L'internet des objets sera positionné en terme de concept, de domaine d'application et de potentiel. Un panorama des principaux standards sera fait que ce soit au niveau des réseaux de capteurs ou des domaines d'applications. Ceci permettra d'introduire les notions de service et d'architecture informatique et réseau nécessaires. Les différentes problématiques de l'internet des objets seront illustrées à travers les solutions proposées dans le cadre général du standard OneM2M et de son implémentation dans le logiciel opensource eclipse OM2M diffusé par la fondation eclipse. On traitera notamment les problèmes d'adressage et de point d'accès, de format d'échange, de manipulation des capteurs et des actionneurs, de sécurité et de contrôle d'accès et plus généralement de

l'interopérabilité que ce soit au niveau des technologies ou des données manipulées.

Adaptabilité : cloud et gestion autonome  
Le concept de cloud sera présenté. Un focus particulier sera fait sur le concept d'Infrastructure As A Service. Le logiciel OPENSTACK sera utilisé pour déployer une architecture IoT sur un cloud. Le concept d'autonome computing sera explicité et utilisé ensuite pour adapter dynamiquement l'architecture IoT déployée.

### Objectifs

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

- Cette formation est composée de 3 parties, les concepts suivants seront abordés :
- Les architectures orientées service
  - Les middleware
  - Les Intergiciels pour l'internet des objets à travers les standards et le déploiement d'une architecture de réseaux de capteurs.
  - Le concept de Cloud et plus particulièrement l'Infrastructure As A Service.
  - La gestion dynamique à travers les principes de l'autonome computing

L'étudiant devra être capable de :

- Concevoir et développer une architecture SOA
- Développer des services Web SOAP et REST
- Développer une composition de services (orchestration) BPEL

- Savoir positionner les standards principaux de l'Internet des Objets
- Déployer une architecture conforme à un standard et mettre en place un système du réseau de capteurs aux services
- Comprendre la notion de cloud
- Utiliser une infrastructure de cloud dans un mode Infrastructure As A Service
- Déployer et adapter de manière autonome une plate-forme pour l'Internet des Objets sur le cloud

---

## Pré-requis nécessaires

Programmation Java, conception Orientée objet, notion en réseau, XML et XML schéma

---

## 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

## Innovative Project 2



ECTS



Volume horaire  
19.25h

## Présentation

---

### Description

Les cours d'anglais sont organisés sous la forme d'ateliers pendant lesquels les étudiants travaillent sur les livrables écrits et oraux liés à leur projet. L'accent est mis sur leur travail autonome et sur les retours constructifs que leur fournissent les enseignants : ainsi, des retours réguliers, individuels et détaillés visent à permettre aux étudiants de produire des documents et d'effectuer des présentations qui répondent aux exigences professionnelles de leur domaine.

L'aspect technique du projet est guidé par des enseignants en fonction des matières mise en avant dans chaque projet avec des approfondissements quand cela est nécessaire.

### Objectifs

L'étudiant devra être capable de :  
(enseignement d'anglais) A l'écrit comme à l'oral, structurer son propos, s'exprimer dans une langue correcte et dans style concis et précis tout en respectant les conventions de genre ; maîtriser le vocabulaire spécialisé ; utiliser un registre adapté et citer ses sources en étant conforme aux standards internationaux.

Concernant le projet innovant, l'étudiant sera capable

de mener à bien un projet innovant d'envergure mettant en œuvre un ensemble de thématiques abordées durant ce semestre. Le projet couvrira la spécification, la conception, la réalisation et la présentation devant un jury académique et industriel.

### Pré-requis nécessaires

(Anglais) Maîtrise de l'anglais général et des compétences liées à la présentation écrite et orale rigoureuse d'éléments scientifiques (cours d'anglais de 1e, 2e, 3e et 4e année)

### 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

## Portfolio 2



ECTS



Volume horaire  
2.75h

## Présentation

---

### Description

Le but du portfolio est de constituer un répertoire de travaux commentés par l'étudiant qui permettra à l'équipe d'enseignants d'évaluer l'atteinte des objectifs pédagogiques et le développement des compétences de l'étudiant, dans une perspective formative.

Le portfolio ne se réduit pas à un recueil de produits (les productions par l'étudiant, des travaux fournissant la preuve d'apprentissage) mais il rend compte également du processus d'apprentissage (comment l'étudiant en est venu à produire ces travaux) et du progrès dans l'apprentissage (soit le développement de l'étudiant lors de la production des travaux).

Le portfolio permet d'évaluer à la fois les productions, le processus et le progrès.

### Objectifs

En prenant en charge la constitution de son portfolio et l'auto-évaluation de ses apprentissages, l'étudiant est amené à :

- Réfléchir sur ses propres processus et méthodes d'apprentissage
- Mettre en évidence et valoriser toutes ses expériences d'apprentissage, explicites ou implicites
- Devenir autonome et responsable vis-à-vis de son propre processus d'apprentissage

## 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

## English



ECTS



Volume horaire  
30h

## Présentation

---

### Description

Le travail en cours se concentre sur le livrables ainsi que la prononciation correcte des termes de base et scientifique dans le domaine de l'élève. On travaille également sur le travail en équipe et l'organisation de projet.

### Objectifs

Dans ce module, l'élève apprendra a :  
communiquer les informations scientifiques à l'oral et à l'écrit en respectant les codes de registre et de langue.  
Différencier entre l'anglais oral et écrit  
S'adresser correctement à un public spécialiste et non-spécialiste.

### Pré-requis nécessaires

Il est fortement recommandé d'avoir suivi le cours d'anglais scientifique en 4A

---

## 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



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

## 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 energie



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. Evaluation 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 structuraux).

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

## DOMAINE TOULOUSE SECURITE

 ECTS  
30 crédits

 Volume horaire  
196h

## 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

## Bases de la sécurité



ECTS



Volume horaire  
43.75h

## Présentation

### Description

-Rappels et Harmonisation en architecture des ordinateurs (structure du processeur, structure des bus internes) et en système d'exploitation (processus, techniques d'ordonnancement, gestion des appels systèmes)

- Rappels et Harmonisation en réseau (l'architecture IP, le modèle OSI, protocole ARP, protocole IP, la fragmentation, les options, le protocole TCP, les protocoles du plan de gestion, RIP, BGP)

- Rappels et Harmonisation en programmation C (gestion de la mémoire, pointeurs, structures de données, entrées/sorties) et en assembleur (jeux d'instructions x86, chaînes de compilation)

- Définitions et techniques de bases de la Sécurité et Safety, éléments architecturaux, sensibilisation à la menace, techniques d'authentification, autorisation

- Cryptographie (introduction et notions de base, cryptographie symétrique, cryptographie asymétrique, standards cryptographiques et notions avancées)

### Objectifs

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

- Les principaux concepts des systèmes d'exploitation,

des réseaux TCP/IP, de la programmation en langage C et en assembleur. Il s'agit ici d'une mise à niveau de tous ces domaines scientifiques, pour être sûr que les étudiants aient les bases fondamentales pour suivre l'ensemble de la formation

- Les principaux concepts de la sûreté de fonctionnement
- Les principaux concepts de la cryptographie

L'étudiant devra être capable de :

- décrire le fonctionnement des éléments importants d'un système d'information.
- décrire les principes fondamentaux de la construction des protocoles réseaux, d'analyser des traces réseaux et de comprendre l'encapsulation des flux
- utiliser les techniques de base de la programmation avec le langage C et assembleur. Il sera capable de concevoir des programmes en utilisant ces techniques.
- différencier les domaines de la sécurité (security et safety) et utiliser correctement le vocabulaire associé
- distinguer les différents outils cryptographiques, comprendre ce qu'ils peuvent apporter à la sécurité et ce qu'ils ne peuvent pas
- trouver les standards internationaux de la cryptographie, comprendre leur contenu et mettre en place une utilisation d'un outil cryptographique respectant les standards ;
- réaliser des déploiements à l'aide d'outils réels de haut niveau (PKI, VPN, IPSec) ou de bas niveau (openssl) en choisissant les algorithmes, les niveaux de sécurité, les modes de fonctionnement de façon raisonnée

## 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

## Sécurité du logiciel



ECTS



Volume horaire  
26.25h

## Présentation

### Description

Panorama des vulnérabilités logicielles : débordement dans la pile, return-into-libc, débordement dans le tas, DATA, BSS, chaînes de caractères, entiers ;

- Les risques et précautions liées à l'utilisation de programmes SUID ;
- Les contre-mesures techniques pour faire face à ces différentes vulnérabilités (les mécanismes de protection usuels des compilateurs, les canary, la randomization de l'espace d'adressage (ASLR), etc) ;
- Historique des virus et des vers ;
- Présentation des anti-virus (théorème de Cohen), des techniques de détection et de leur efficacité et de la conduite à tenir ;
- Expérimentations de techniques de détection des vers et virus ;
- Bonnes pratiques, langages restreints et cycles de développement et validation du code ;
- Programmation défensive, principes du moindre privilège dans les programmes SUID, utilisation d'API plus sûres ;
- Preuves formelles.

### Objectifs

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

- Les différents types de vulnérabilités logicielles que l'on rencontre fréquemment, en particulier dans les programmes écrits en langage C ;
- Les contre-mesures usuelles de protections mémoires permettant de se protéger de ces différents types de vulnérabilités ;
- La théorie liée aux vers et virus, en particulier les algorithmes utilisés par les vers et virus pour infecter les systèmes informatique et se répandre, les protections contre ces malveillances et le fonctionnement des antivirus et des méthodes qu'ils emploient ;
- Les bonnes pratiques pour développer du logiciel de façon sécurisée.
- Les méthodes formelles permettant le développement de logiciel sécurisés

L'étudiant devra être capable de :

- Développer des logiciels en tenant compte des risques liés aux vulnérabilités logicielles ;
- Employer les méthodes formelles pour la détection de vulnérabilités logicielles ;
- Apprécier les enjeux de la protection virale, décrire les différents types d'infection informatique, analyser les techniques virales et antivirales et réagir en cas d'infection

### Pré-requis nécessaires

De bonnes compétences en programmation en langage C et assembleur ;

- Un minimum de connaissances sur le fonctionnement des OS ;

- Des bases en algèbre et sur l'utilisation de la théorie des automates

---

## 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

## Sécurité système et matérielle, rétro conception



ECTS



Volume horaire  
17.5h

### Présentation

---

### Description

.Études des noyaux Linux et Windows du point de vue de la sécurité :

- Mécanismes noyau de protection de l'espace utilisateur
- Attaques sur le noyau depuis l'espace utilisateur (via abus de privilèges, ...)
- Protection du noyau face à des attaques depuis l'espace utilisateur
- Ouverture sur la protection du noyau face aux attaques de composants matériels

. Composants matériels des systèmes d'information pour la sécurité :

- Panorama des composants matériels présents dans un système informatique
- Utilisation de ces composants pour améliorer la sécurité (virtualisation, TPM, IO-MMU)
- Création d'une chaîne de confiance au démarrage basée sur l'utilisation de matériels de confiance
- Présentation de projets de recherche utilisant le matériel comme support pour la sécurité
- Mise en pratique de ces concepts par le développement d'une solution de sécurité sur architecture Intel

. Attaques et sécurisations matérielles :

- Rappels fondamentaux de microélectronique et d'architecture matérielle
- Canaux auxiliaires (SPA, DPA, ...)
- Contre mesures matérielles et algorithmiques

- Démonstration d'une attaque Bellcore sur un processeur grand public

. Chaîne de compilation

- Introduction aux techniques de compilation
- Analyse de graphes de contrôles et de données

. Techniques de rétro conception logicielle

- Introduction à la rétro-ingénierie: méthodologie et outils
- Découverte et prise en main des outils: désassembleurs, debuggers et de leurs langages de scripting
- Application à l'analyse de code malveillant et/ou à l'exploitation de vulnérabilité
- Initiation à l'outil IDA

---

### Objectifs

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

- Les principaux mécanismes de protection qui existent aujourd'hui dans les noyaux de systèmes d'exploitation ;
- Les principales attaques réalisées depuis le matériel ainsi que les contre-mesures associées ;
- Le fonctionnement des principaux composants matériels pour la sécurité tels que les hyperviseur et les IOMMU ;
- L'intérêt des dernières avancées en terme de protection matérielle réalisées par les fondeurs de processeurs et de chipset ;
- Le fonctionnement des attaques matériels et

physiques principales qui ciblent les systèmes informatiques ;

- La rétro-conception de logiciels (reverse engineering) tout en étant capable d'expliquer la chaîne de compilation avec les modèles utilisés par les compilateurs pour générer le code machine ;
- Les stratégies pour rendre la rétro-conception de logiciels plus difficile à réaliser.

L'étudiant devra être capable de :

- Identifier les composants logiciels les plus adaptés pour protéger un système d'exploitation vis-à-vis des attaques logicielles ;
- Identifier les menaces provenant des couches basses et les vecteurs d'attaques à considérer dans un système ;
- D'obtenir une vue globale des échanges entre le composants matériels d'un système pour identifier les composants critiques et déterminer les contre-mesures à intégrer dans le système d'exploitation ;
- Identifier les menaces sur les composants physiques d'un système ;
- De réaliser une rétro-conception de logiciels pour en comprendre le fonctionnement voire créer des signatures pour les détecter

---

## Pré-requis nécessaires

De bonnes compétences en programmation en langage C et assembleur ;

- Un minimum de connaissances sur le fonctionnement des OS ;
- Des bases en algèbre et sur l'utilisation de la théorie des automates.

---

## 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

# Sécurité des réseaux et de leurs protocoles



ECTS



Volume horaire  
22.75h

## Présentation

### Description

Attaques sur les couches 1-5 (écoute, usurpation et inondation MAC, empoisonnement ARP, usurpation IP, fragmentation IP, usurpation TCP, vol de session TCP)

- Contres mesures sur les couches 1-5 (commutation, port security, tables ARP, IDS spécifiques)
- Attaques sur la couche 7 (usurpation DNS, détournement des routes RIP et BGP), et défenses associées (DNSSEC,RPKI)
- Déni de service
- Sécurisation WiFi (portails captifs, WPA1|2, 802.1X, EAP) et menaces (usurpations MAC et IP, tunnels, failles WPA)
- Réseaux cellulaires (évolution de la sécurisation dans GSM / GPRS / EDGE / UMTS / LTE)
- Protocoles fragiles (protocoles rsh, rcp, NFS, X, FTP, etc.), sécurisation a priori (authentification, confidentialité, intégrité) et a posteriori (utilisation d'un tunnel)
- SSH : description (mise en place et sécurisation de la connexion), utilisation standard (shell, transfert de fichiers), utilisation pour la sécurisation d'autres protocoles (tunnels, proxy SOCKS, sécurisation de X)
- Mise en pratique : utilisation basique de SSH, mise en place de tunnels, d'un proxy SOCKS, sécurisation de X et attaques par un utilisateur root distant

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

- Les principaux concepts de la sécurité des réseaux filaires, les principales attaques ciblant ces réseaux et les mécanismes de protection associés
- Les principaux concepts de la sécurité des réseaux non filaires (Wifi, GSM, GPRS, LTE, UMTS)
- Les principales faiblesses des protocoles réseaux fragiles et comment les sécuriser.

L'étudiant devra être capable de :

- Reconnaître et mettre en place les attaques réseau classiques dans le cadre d'un test d'intrusion ; identifier et mettre en place les mécanismes de protection contre ces attaques ; utiliser et mettre en place des infrastructures de défense
- Choisir une solution de sécurité adaptée pour un point d'accès Wifi ; réaliser un test d'intrusion sur un point d'accès Wifi
- Différencier les objectifs de sécurité dans les différents réseaux cellulaires ; décrire les mécanismes d'authentification et d'échange de clés et comparer les apports en sécurité de chacun ; décrire les attaques possibles dans le cadre de chaque technologie ; reconnaître les éléments architecturaux de la sécurité dans un réseau d'opérateurs
- Reconnaître les protocoles fragiles mis en place habituellement dans un réseau informatique ; sécuriser ces protocoles fragiles par l'utilisation de tunnels pour les applications lorsque ceci est nécessaire ; utiliser SSH et les fonctions associées (transferts de fichiers, proxys, etc.) ; décrire les bonnes pratiques pour la définition d'un protocole sécurisé

### Objectifs

## Pré-requis nécessaires

De bonnes compétences dans l'informatique en général et dans la compréhension des protocoles réseaux qui régissent l'Internet (TCP/IP, protocoles de routage a minima) . En particulier, toute la terminologie doit être connue et les principes fondamentaux de la cryptographie doivent être acquis

---

## 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

## Architectures réseaux sécurisées



ECTS



Volume horaire  
24.5h

## Présentation

### Description

- Firewalls : classes (sans états, avec états, applicatif, personnel) ; architectures (routeur filtrant, bastion, zones démilitarisées) ; limites (fragmentation, tunnels, authentification par IP)
- IPsec : principes sur les tunnels (niveaux 2 et 3), protocoles AH, ESP) et modes (transport et tunnel) de IPsec, négociations (IKE, TLS), routage et utilisations classiques (lien AP-AS dans 802.1X, antennes/site central, roaming)
- Solutions VPN : OpenVPN, Cisco VPN, les solutions VPN SSL
- NIDS : outils classiques (Snort, Suricata, IDS spécialisés), la prévention (bans firewall, etc.), les sondes et SIEM
- Mise en pratique Attaques ARP + IDS/IPS
- Mise en pratique Firewalls (mise en place, contournement sans états, contournements SSH/SOCKS/DNSTOTCP)
- Mise en pratique sur ASA Cisco (Firewall, VPN, IDS)
- Sécurité des Applications Web
  - Présentation des attaques et vulnérabilités sur le web
  - Mécanismes de défense côté navigateur et serveur
  - Présentation de projets de recherche sur la détection
  - Mise en pratique des attaques et des protections
- Techniques d'intrusion réseau et système
  - Stratégies d'intrusion (recueil d'informations, exploitation de vulnérabilités, pivot, cryptanalyse,

reverse engineering)

- Les outils d'intrusion (Nmap, Metasploit, Craqueurs de mots de passe, pivots ssh, proxychains, debugger, compilateur)

- Analyse forensics

- Traitement des incidents, continuité, investigation numérique

### Objectifs

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

- Les principaux concepts associés à la conception et l'implémentation d'architectures réseaux sécurisées
- Les outils et techniques principaux permettant cette sécurisation et leur utilisation en fonction des différents contextes ainsi que des objectifs correspondants.
- Les vulnérabilités inhérentes aux architectures système et réseau et les grandes techniques d'intrusion ;
- Le fonctionnement des principales vulnérabilités du web.

L'étudiant devra être capable de :

- Distinguer les différents types de pare-feux ainsi que leurs capacités et limitations
- Définir et auditer une architecture de filtrage adaptée à un réseau informatique donné
- Choisir pour un tunnel IPsec les protocoles à utiliser, les modes de fonctionnement et un plan de routage adapté pour les passerelles associées

- Mettre en place et auditer un tel tunnel Ipsec
  - Mettre en place ou auditer un VPN créé sur du IPsec manuellement ou en utilisant les outils tout-en-un du marché
  - Mettre en place et auditer un système de détection d'intrusion éventuellement distribué avec des options de prévention
  - Faire le design complet d'une architecture de sécurité pour un réseau complexe
- 
- Identifier les limites et avantages de différentes solutions de détection d'intrusion ;
  - Positionner les sondes de détection d'intrusion de manière efficace ;
  - Analyser les événements collectés par les sondes et corrélés ces événements pour identifier une menace réelle.
  - Identifier les vulnérabilités dans les architectures web et proposer des solutions pour réaliser une protection efficace

 Toulouse

---

## Pré-requis nécessaires

Une bonne connaissance des architectures Web, de la cryptographie et des réseaux.

---

## 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)

# Sécurité des systèmes embarqués critiques



ECTS



Volume horaire  
19.25h

## Présentation

### Description

- Sécurisation des communications satellitaires (chiffrement, authentification, TRANSSEC)
- Architecture ATM et protocoles sécurisés pour les communications aéronautiques
  - Introduction du concept de réseau industriel
  - Limites sécuritaire des réseaux industriels actuels
  - Complexité du réseau ATM actuel
  - Détection d'intrusion pour les réseaux ATM actuels
  - Gestion security vs safety dans l'ATM

- Réalisation d'une analyse de sécurité en boîte noire d'un système embarqué critique : identification de vulnérabilités et exploitation de ces vulnérabilités dans un contexte de système embarqué, potentiellement très différent d'un système IT classique

### Objectifs

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

- Les différentes techniques utilisées de nos jours pour sécuriser les communications sol/air dans le contexte satellitaire ;
- Les problématiques liées aux différents types de mission et les standards utilisés ;
- Les moyens pour la sécurisation des transmissions par

étalement de spectre (TRANSSEC) ;

- Les principes du réseau informatique pour la gestion du trafic aérien (ATM) et les problématiques de sécurité associées ;
- Les principes et les problématiques de la gestion de la sécurité dans le contexte de la DGAC.

L'étudiant devra être capable de :

- Effectuer des choix pertinents vis-à-vis de la sécurité pour architecturer les moyens de communication sol/air ;
- Réaliser une analyse en boîte noire d'un système embarqué critique

### 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

## SHSJ



ECTS



Volume horaire  
42h

## Présentation

---

### Description

Cette UE est composée d'un ensemble de conférences sur la sécurité qui permettent aux étudiants de découvrir des facettes particulières de la sécurité au travers de brèves interventions.

Chaque conférence fait l'objet d'un ou de deux créneaux de cours au maximum. Le contenu de ces conférences peut varier en fonction des années, puisque nous souhaitons proposer aux étudiants des thématiques importantes qui sont au cœur de l'actualité scientifique de la sécurité informatique.

Par exemple, certaines conférences sont liées à des métiers spécifiques de la sécurité et, à ce titre, des interventions sont faites par la Marine nationale, la DGSI, par le CERT Eurocontrol. D'autres conférences permettent de découvrir des aspects importants de la sécurité, comme la protection de la vie privée (et notamment le RGPD), la présentation des aspects juridiques relatifs à la sécurité ou la présentation des principaux OIV et des problématiques de la sécurité qui leur sont relatives.

### 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