

SCIENCES, TECHNOLOGIES, SANTÉ

# INGENIEUR SPÉCIALITÉ AUTOMATIQUE, ELECTRONIOUE

Sciences pour l'ingénieur



Niveau d'études visé

BAC+5



Durée année



Composante

INSTITUT
NATIONAL DES
SCIENCES
APPLIQUEES
TOULOUSE

#### Présentation

#### Public cible

public specifique

#### **Objectifs**

L'objectif de la spécialité Automatique - Electronique (AE) est de former des ingénieurs capables d'intégrer leurs compétences en automatique, traitement du signal, électronique et informatique pour piloter le processus de conception de systèmes complexes, pour développer le sous-système de commande automatique ou les sous-systèmes électroniques tout en mettant en œuvre les outils informatiques associés.

#### Objectins

### Admissions

#### Conditions d'accès

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

#### Pré-requis nécéssaires

La formation proposée s'appuie sur des enseignements théoriques et laisse aussi une part importante à des travaux pratiques traditionnels, à des bureaux d'études et projets permettant d'acquérir un réel savoir-faire et nécessitant une part d'initiative importante face à des problèmes concrets, proches de ceux rencontrés dans le milieu industriel ou de la recherche.

La formation bénéficie aussi de collaborations avec les laboratoires de recherche et les partenaires industriels qui s¿impliquent dans la définition et la mise en œuvre des programmes.

#### Pré-requis recommandés

Politique - recommandation





### Infos pratiques

#### Lieu(x)





### Programme

#### ANNEE 4 - AE

4e ANNEE AUTOMATIQUE ET ELECTRONIOUE

SEMESTRE 7\_4e ANNEE AE

4e ANNEE AE ORIENTATION IS SEMESTRE 7

#### DOMAINE MECANIQUE, MECATRONIQUE et CHAINES DE PUISSANCE 1\_11 ECTS

Modélisation multiphysique

Architectures des chaines de puissance des systèmes technologiques

Remise à niveau AE

#### DOMAINE INGENIERIE SYSTEME, AUTOMATIQUE et CHAINES D'INFORMATION 1\_12 ECTS

Outils de modélisation

**Automatique** 

Architecture des chaines d'information des systèmes techno

Remise à niveau GM

# DOMAINE HUMANITES – SEMESTRE 7\_7 ECTS

Droit

**Finance** 

Stratégie d'entreprise responsable

LV2

APS (Activités physiques et sportives)

1 crédits

4e ANNEE AE ORIENTATION SE SEMESTRE 7

# DOMAINE ELECTRONIQUE / INFORMATIQUE \$7\_12 ECTS

Architectures analogiques des systèmes embarqués

Modélisation des composants et architectures numériques

Informatique Embarquée – µcontôleur

# DOMAINE AUTOMATIQUE / INFORMATIQUE S7\_11 ECTS

Machine Learning

Analyse des systèmes complexes

Informatique Logicielle

**QSE** 





Programmation orientée objet temps réel

Droit

Finance

Stratégie d'entreprise responsable

LV2

APS (Activités physiques et sportives)

1 crédits

SEMESTRE 8\_4e ANNEE AE

4e ANNEE AE ORIENTATION IS SEMESTRE 8

DOMAINE MECANIQUE, MECATRONIQUE et CHAINES DE PUISSANCE 2\_10 ECTS

Projet mécatronique

Conception mécatronique

Dynamique des structures

Approfondissement AE

DOMAINE INGENIERIE SYSTEME, AUTOMATIQUE et CHAINES D'INFORMATION 2\_12 ECTS

Processus pour l'ingénierie des systèmes

Instrumentation

DOMAINE HUMANITES – SEMESTRE 8 8 ECTS

LV1

Prospective et imaginaires du futur

**APS** 

PPI

4e ANNEE AE ORIENTATION SE SEMESTRE 8

DOMAINE ELECTRONIQUE / INFORMATIQUE S8\_10 ECTS

Chaînes d'acquisition

34h

Gestion de l'énergie pour systèmes embarqués

Réseaux et temps réel

DOMAINE AUTOMATIQUE / INFORMATIQUE S8\_12 ECTS

Optimisation des systèmes discrets

Projet d'initiation à la recherche

Commande avancée



LV1

Prospective et imaginaires du futur

**APS** 

PPI

#### FORMATION PAR APPRENTISSAGE 4e ANNEE AUTOMATIQUE ET ELECTRONIOUE

SEMESTRE 7 AE APPRENTISSAGE

# DOMAINE ELECTRONIQUE / INFORMATIQUE\_S7\_FISA \_9 ECTS

Architectures électroniques analogiques

Architectures électroniques numériques et sécurité informatique matérielle

# DOMAINE AUTOMATIQUE / INFORMATIQUE\_S7\_FISA \_9 ECTS

Machine Learning

Analyse des systèmes complexes

Informatique logicielle

# DOMAINE HUMANITES\_FISA\_SEMESTRE 1 \_12 ECTS

Activité en entreprise

4 crédits

Sciences Humaines

SEMESTRE 8 AE APPRENTISSAGE

# DOMAINE ELECTRONIQUE / INFORMATIQUE\_S8\_FISA \_9 ECTS

Chaines d'acquisition et commande numérique

Réseaux et temps réel

## DOMAINE AUTOMATIQUE / INFORMATIQUE\_S8\_FISA \_9 ECTS

Optimisation des systèmes discrets et continus et machine learning

Commande avancée

# DOMAINE HUMANITES\_FISA\_SEMESTRE 2 \_12 ECTS

Sciences Humaines

Activité en entreprise





ANNEE 5 - AE

5e ANNEE AUTOMATIQUE ET ELECTRONIOUE

SEMESTRE 9\_5e ANNEE AE

5e ANNEE AE ORIENTATION ESPE SEMESTRE 9

DOMAINE GESTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE\_12 ECTS

Architecture électronique pour l'énergie

Logiciel et automatique embarquée pour l'énergie

4 crédits

Gestion électrique et électronique pour le véhicule électrique

DOMAINE FIABILITE, ROBUSTESSE, QUALIFICATION \_12 ECTS

Technologie, fabrication et industrialisation des systèmes embarqués

Safety automobile

Projet interdisciplinaire : gestionnaire d'énergie intelligent pour système photovoltaïque

DOMAINE HUMANITES – SEMESTRE 9\_ 6 ECTS

Psychologie sociale et éthique

Management d'équipe

**APS** 

PPI

5e ANNEE GM ORIENTATION IS SEMESTRE 9

DOMAINE SURETE ET INDUSTRIALISATION DES SYSTEMES\_12 ECTS

Industrialisation, Maintenance et logistique

Systèmes Technologiques/Mécatroniques pour des Mobilités durables

Systèmes sûrs

DOMAINE MODELISATION ET
DIMENSIONNEMENT DES SYSTEMES
TECHNOLIGIQUES\_12 ECTS

Projet interdisciplinaire et propriété industrielle

Systèmes sur puce (SOC)

Systèmes et machines thermiques

DOMAINE HUMANITES – SEMESTRE 9\_ 6 ECTS





PPI Psychologie sociale et éthique Management d'équipe 5e ANNEE PTP INNOVATIVE **APS** SMART SYSTEM\_ SEMESTRE 9 PPI DOMAINE SYSTEMES COMMUNIQUANTS POUR L'IoT\_12 **5e ANNEE ORIENTATION ECTS** SIEC\_SEMESTRE 9 5 crédits **Smart Devices** DOMAINE SOCLE SIEC 13 ECTS Security for IoT Wireless Sensors Network Sûreté de fonctionnement Embedded IA for IoT 4 crédits Méthodes d'ingénierie Energy for connected objects 37h Architecture informatique pour l'embarqué Innovative Project 1 Portfolio 1 DOMAINE MINEURE ET PROJET 11 **ECTS** DOMAINE SYSTEMES Projet interdisciplinaire 5 crédits INFORMATIQUES POUR L'IoT\_ 12 Robotique de Service - Spécialités **ECTS** AE et IR Wireless Communications **5G Technologies** DOMAINE HUMANITES - SEMESTRE Middleware and Services 9\_6 ECTS Innovative Project 2 Psychologie sociale et éthique Portfolio 2 Management d'équipe



**APS** 

**English** 



Psychologie sociale et éthique

Management d'équipe

**APS** 

PPI

5e ANNEE PTP ENERGIE\_SEMESTRE 9

# DOMAINE COMPRENDRE LES GRANDS ENJEUX DE L'ENERGIE\_10 ECTS

**Projet** 

Les enjeux de l'energie

Produire de l'électricité

Chaleur et energie

Energie et mobilité

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

**Biomasse** 

Gestion de l'énergie électrique

Actionneurs et générateur électriques

Méthanisation

Convertisseurs de puissance

Méthanisation II

Photovoltaique

# DOMAINE HUMANITES – SEMESTRE 9\_ 6 ECTS

Psychologie sociale et éthique

Management d'équipe

**APS** 

PPI

5e ANNEE PTP TOULOUSE SECURITE\_SEMESTRE 9

#### Liste d'éléments pédagogiques

Bases de la sécurité

Sécurité du logiciel

Sécurité système et matérielle, rétro conception

Sécurité des réseaux et de leurs protocoles

Architectures réseaux sécurisées 4 crédits

Sécurité des systèmes embarqués 5 crédits critiques

**SHSJ** 





Psychologie sociale et éthique

Management d'équipe

APS

PPI

5e ANNEE PTP RISK ENGINEERING\_SEMESTRE 9

#### Liste d'éléments pédagogiques

Qualitative Approach4 crédits45hQuantitative Approach5 crédits45hDesigning for safety5 crédits42hProcess Safety5 crédits45h

**Functional Safety** 

Structural Safety

Risques toxiques pour l'homme et 5 crédits 42h l'environnement

SEMESTRE\_10 5e ANNEE AE

Liste d'éléments pédagogiques – Copie

Stage 4A

Stage 5A - PFE

#### FORMATION PAR APPRENTISSAGE 5e ANNEE AUTOMATIQUE ET ELECTRONIQUE

SEMESTRE 9\_ AE APPRENTISSAGE

5e ANNEE AE ORIENTATION ESPE SEMESTRE 9

#### DOMAINE GESTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE\_12 ECTS

Architecture électronique pour l'énergie

Logiciel et automatique 4 crédits embarquée pour l'énergie

Gestion électrique et électronique pour le véhicule électrique

# DOMAINE FIABILITE, ROBUSTESSE, QUALIFICATION \_12 ECTS

Technologie, fabrication et industrialisation des systèmes embarqués

Safety automobile

Projet interdisciplinaire : gestionnaire d'énergie intelligent pour système photovoltaïque





APS

PPI

Psychologie sociale et éthique

Management d'équipe

**APS** 

PPI

5e ANNEE PTP INNOVATIVE SMART SYSTEM\_ SEMESTRE 9

5e ANNEE ORIENTATION SIEC\_SEMESTRE 9 DOMAINE SYSTEMES

COMMUNIQUANTS POUR L'16T\_12

ECTS

Smart Devices 5 crédits

Security for IoT

Wireless Sensors Network

Embedded IA for IoT

Energy for connected objects

37h

Innovative Project 1

Portfolio 1

DOMAINE SOCLE SIEC\_13 ECTS

Sûreté de fonctionnement

Méthodes d'ingénierie 4 crédits

Architecture informatique pour l'embarqué

DOMAINE MINEURE ET PROJET\_11 ECTS

Projet interdisciplinaire 5 crédits

Robotique de Service – Spécialités AE et IR DOMAINE SYSTEMES
INFORMATIQUES POUR L'IoT\_ 12
ECTS

Wireless Communications

5G Technologies

Middleware and Services

Innovative Project 2

Portfolio 2

English

# DOMAINE HUMANITES – SEMESTRE 9\_ 6 ECTS

Psychologie sociale et éthique

Management d'équipe



Psychologie sociale et éthique

Management d'équipe

**APS** 

PPI

5e ANNEE PTP TOULOUSE SECURITE\_SEMESTRE 9

Liste d'éléments pédagogiques

Bases de la sécurité

Sécurité du logiciel

Sécurité système et matérielle, rétro conception

Sécurité des réseaux et de leurs protocoles

Architectures réseaux sécurisées 4 crédits

Sécurité des systèmes embarqués 5 crédits critiques

SHSJ

DOMAINE HUMANITES – SEMESTRE 9\_ 6 ECTS

Psychologie sociale et éthique

Management d'équipe

**APS** 

PPI

5e ANNEE PTP

**ENERGIE\_SEMESTRE 9** 

DOMAINE COMPRENDRE LES
GRANDS ENJEUX DE L'ENERGIE\_10
ECTS

**Projet** 

Les enjeux de l'energie

Produire de l'électricité

Chaleur et energie

Energie et mobilité

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

**Biomasse** 

Gestion de l'énergie électrique

Actionneurs et générateur électriques

Méthanisation

Convertisseurs de puissance

Méthanisation II

Photovoltaique



Psychologie sociale et éthique
Management d'équipe
APS
PPI
SEMESTRE_10 AE APPRENTISSAGE
Liste d'éléments pédagogiques – Copie
Stage 4A
Stage 5A – PFE





#### Modélisation multiphysique

#### Présentation

#### Description

- Introduction à la mise en place de modèles à paramètres localisés (OD/1D) : approche réseau en modélisation multidomaine (électricité, mécanique, hydraulique, thermique), langage Modelica, modélisation incrémentale et choix du niveau de modèle, calcul de paramètres par approches énergétiques.
- Implémentation et analyse de modèles à paramètres localisés (OD/1D) : modèles Modelica, modèles Simulink de type schémas blocs, approches causales et acausales, bond graph, résolution numérique dans Python.
- Modélisation des actionneurs électromagnétiques : calcul de champs magnétique (analytique et FEM) et d'inductances, calcul d'efforts, modélisation d'actionneurs mécatroniques.
- Modélisation des structures et systèmes 3D mécaniques : introduction, systèmes mécaniques multicorps, modélisation et éléments finis sous Python et Abaqus.

#### Objectifs

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

- Les principaux concepts de la modélisation de systèmes multiphysiques à paramètres localisés (OD/1D) ou distribués (3D).
- Les approches réseaux en modélisation multidomaines (électrique, mécanique, hydraulique, thermique), la modélisation acausale/causal, les bonds

graphs, les méthodes de calcul par éléments finis en électromagnétique et en mécanique.

L'étudiant devra être capable de :

- Mettre en place des modèles OD/1D (électrique, mécanique, hydraulique, thermique), 2D/2D multicorps ou 3D (électromagnétique, mécanique) pour des systèmes mécatroniques.
- Utiliser des logicielles de programmation comme Python et des plateformes logicielles OD/1D comme Dymola/Modelica, AMESim, Simulink et 3D comme FEMM, Patran-Nastran ou Abaqus

#### Pré-requis nécéssaires

Lois de Kirchhoff et électrocinétique, notion de travail/énergie et puissance, notion de pression en hydrostatique des fluides, conduction et convection en transfert thermique.

#### 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)





# Architectures des chaines de puissance des systèmes technologiques

#### Présentation

qualité des informations sera également donnée.

#### Description

I4ISME71-1 Architecture des transmissions de puissance Enseignement centré sur les systèmes de puissance à finalité mécanique (actionneurs, entraînements, chaines de propulsion, etc.). Découpage selon 3 domaines: hydraulique, électrotechnique et mécanique avec analyse des composants technologiques permettant de remplir les fonctions de : dosage, distribution, transformation, conditionnement et gestion. Exemples applicatifs couvrant les domaines de la mobilité/BTP (véhicule électrique, aéronautique, engins de chantier).

#### 14ISME71-3 CAO et jumeau numérique

Travaux portant sur une maquette CAO d'un vélo couché-caréné électrique dont le comportement de conduite est co-simulé (suspension/propulsion).

14ISME71-5 Informatique et électronique embarquées

- Analyse de capteur (ex. sonde de température),
- Réalisation de montage intégrant un amplificateur opérationnel,
- Prise en main du microcontrôleur de la famille des STM32,
- Prise en main de différents modules de transmission RF.
- Mise en place de toute un architecture matérielle et logicielle pour réaliser une communication sans fils de la température.

l4ISME71-6 Formation à la recherche documentaire Une formation sera dispensée sur les canaux de diffusion scientifiques (bases documentaires, journaux), les méthodologies de recherche et outils associés. Une sensibilisation aux droits d'auteurs et à l'analyse de la

#### **Objectifs**

Le module comporte 6 composantes:

- 1 Architecture des transmissions de puissance
- 2 Analyse de mécanismes (AE uniquement)
- 3- CAO et jumeau numérique
- 4 Ouverture aux réseaux industriels
- 5 Informatique et électronique embarquées
- 6 Formation à la recherche documentaire et projet recherche

Les objectifs sont propres à chaque composante:

I4ISME71-1 Architecture des transmissions de puissance L'étudiant pourra:

- analyser un schéma de puissance mécanique/hydraulique/électrique d'un point de vue architectural et fonctionnel,
- effectuer la synthèse d'une architecture de puissance mécanique/hydraulique/électrique à partir d'exigences fonctionnelles.

#### 14ISME71-2 Analyse de mécanismes

L'étudiant sera en mesure de lire des plans de pièces et d'assemblages mécanique et d'en analyser la cinématique utile à la réalisation d'un mécanisme.

14ISME71-3 CAO et jumeau numérique

L'étudiant mettra en œuvre une co-simulation entre maquette CAO multi-corps et environnement multiphysique 0D/1D en validation préliminaire.

I4ISME71-4 Ouverture aux réseaux industriels L'étudiant aura acquis les bases principales des





réseaux et protocoles industriels.

I4ISME71-5 Informatique et électronique embarquées L'étudiant aura compris:

- les concepts fondamentaux associés à une chaîne de transmission numérique de la capture des informations physique, son traitement à sa transmission sur réseau sans fils.
- les différents paramètres à prendre en compte pour mettre en forme un signal analogique,
- les différents paramètres à prendre en compte pour choisir une technologie de transmission sans fils principe,
- les techniques de programmation de base sur un microcontrôleurs STM32.

Il sera également capable:

- d'analyser un problème et de concevoir une architecture matérielle et logicielle de transport de données basée sur une étude de cahier des charges,
- de choisir les technologies adéquates pour la transmission parmi des équipements basiques ou plus évoluées comme des module XBee ou GSM.
- de lire une datasheet pour comprendre le fonctionnement de capteurs électroniques simples,
- de réaliser le montage électronique pour mettre en forme le signal issu du capteur.

l4|SE|11-6 Formation à la recherche documentaire L'étudiant sera en mesure de:

- collecter des documents pertinents et fiables, d'un niveau académique/recherche en utilisant des sources variées,
- présenter sa synthèse bibliographique sous forme structurée et normée.

Cours d'informatique de 1ère 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

#### Pré-requis nécéssaires

I4ISME71-1 Architecture des transmissions de puissance Connaissances technologiques de base en mécanique car la mise à niveau (I4ISEI11-2 Analyse de Mécanismes) est succincte. Des support d'auto-formation seront disponible en ligne.

14ISME71-5 Informatique et électronique embarquées





#### Remise à niveau AE

#### Présentation

évaluation par les pairs...

Infos pratiques

examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit,

#### Description

Rappels des 3 lois de Newton, types de force, principe des travaux virtuels, énergie potentielle et cinétique. Modélisation de systèmes simples, bilan des actions mécaniques extérieures, méthode de résolution Liaisons cinématiques

#### Lieu(x)

Toulouse

#### **Objectifs**

A la fin du module, l'étudiant doit savoir :

- Modéliser un système plan en vue d'une étude statique ou dynamique
- Résoudre un problème de dynamique en choisissant et appliquant la bonne méthode
- Comprendre un schéma cinématique

#### Pré-requis nécéssaires

Mécanique du point

#### 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 :





#### Outils de modélisation

#### Présentation

Description

Optimisation différentiable : théorie et pratique

- Rappels de calcul différentiel et introduction à l'analyse convexe
- Exemples industriels et typologie des problèmes d'optimisation
- Notion d'extremum local
- Conditions d'optimalité au premier ordre et second ordre avec ou sans contraintes (égalité et/ou inégalité)
- Algorithmes du gradient, algorithmes de Newton, problèmes de moindres carrés linéaires et non linéaires

Introduction à la programmation linéaire : modélisation par programmation linéaire, algorithme du simplexe, analyse de sensibilité

Modélisation par graphes et description d'algorithmes efficaces pour la recherche de chemins, d'arbres et de flots extrémaux

Applications : problèmes d'affectation, de transport, d'ordonnancement, de planification.

Modélisation stochastique par une chaîne de Markov à temps discret et à temps continu. Calcul de la mesure

transitoire et la mesure stationnaire. Applications aux processus de naissances et de mort, files d'attente markoviennes, réseaux de files d'attente

Modélisation par réseaux de Petri et techniques d'analyse associées. Propriétés des réseaux. Application à des protocoles de communication et systèmes réactifs

Introduction au machine learning. Apprentissage supervisé pour problème de classification et de régression. Modèles interprétables et réseaux de neurones

#### **Objectifs**

•

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

- différentes approches pour analyser et évaluer les performances de systèmes à événements discrets,
- différents types de modélisation adaptées aux problèmes considérés (modèles déterministes ou stochastiques, modèles d'optimisation numérique et combinatoire, modèles concurrents)
- caractéristiques d'un problème d'apprentissage supervisés (jeux de données, classification/régression, processus d'apprentissage, évaluation), et méthodes/algorithmes basiques pour traiter ces problèmes,
- les algorithmes disponibles pour résoudre ces problèmes.

L'étudiant devra être capable de :





Apprendre à modéliser et résoudre des problèmes de recherche opérationnelle (optimisation, programmation linéaire, graphes, processus stochastiques) et des systèmes à évènements discrets. Modéliser systèmes stochastiques tel qu'un réseau de files d'attente par une chaîne de Markov. Calculer ses mesures de performances stationnaires et dimensionner leur capacité.

Modéliser un SED par réseau de Petri, analyser les propriétés du réseau de Petri par différentes méthodes d'analyse (propriétés générales d'accessibilité et propriétés spécifiques au moyen d'observateur).

Mettre en place un processus d'apprentissage à l'aide de librairies Python existantes, et présenter/expliquer les résultats des modèles obtenus.

#### Pré-requis nécéssaires

Algèbre linéaire - Calcul différentiel - Probabilités - Systèmes dynamiques (notion d'état)- bases en logique propositionnelle et réseaux de Petri.

#### 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)





#### **Automatique**

#### Présentation

Description

Cet enseignement présente les modèles linéaires à temps discret : modèle entrée/sortie et modèles dans l'espace d'état. Echantillonnage avec bloqueur d'ordre zéro. Critères de stabilité. Passage d'une loi de commande analogique à une loi de commande numérique. Correcteur RST : Régulation et poursuite. Lien avec les méthodes dans l'espace d'état.

#### **Objectifs**

Les objectifs de cet enseignement sont de connaître les techniques et méthodes de commande numérique pour cela il faut:

- Savoir identifier et modéliser un système discret et un système échantillonné
- Savoir évaluer les critères de performances d'un système discret et d'un système échantillonné
- Savoir mettre en place et valider un correcteur pour un système discret ou échantillonné

Commande des systèmes linéaires continus

- GM-IS : Etude des systèmes

#### 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

#### Pré-requis nécéssaires

- AE-SE : Systèmes bouclés Signal





# Architecture des chaines d'information des systèmes techno

#### Présentation

#### Description

- 1- Ouverture aux réseaux industriels Introduction générale sur les réseaux industriels et les protocoles couramment utilisés.
- 2- Informatique et électronique embarquées
- Analyse de capteur (ex. sonde de température),
- Réalisation de montage intégrant un amplificateur opérationnel,
- Prise en main du microcontrôleur de la famille des STM32
- Prise en main de différents modules de transmission RF,
- Mise en place de toute un architecture matérielle et logicielle pour réaliser une communication sans fils de la température.
- 3- Formation à la recherche documentaire Une formation sera dispensée sur les canaux de diffusion scientifiques (bases documentaires, journaux), les méthodologies de recherche et outils associés. Une sensibilisation aux droits d'auteurs et à l'analyse de la qualité des informations sera également donnée.

#### **Objectifs**

Le module comporte 3 composantes avec leurs propres objectifs:

1- Ouverture aux réseaux industriels L'étudiant aura acquis les bases principales des réseaux et protocoles industriels.

- 2- Informatique et électronique embarquées L'étudiant aura compris:
- les concepts fondamentaux associés à une chaîne de transmission numérique de la capture des informations physique, son traitement à sa transmission sur réseau sans fils.
- les différents paramètres à prendre en compte pour mettre en forme un signal analogique,
- les différents paramètres à prendre en compte pour choisir une technologie de transmission sans fils principe,
- les techniques de programmation de base sur un microcontrôleurs STM32.

Il sera également capable:

- d'analyser un problème et de concevoir une architecture matérielle et logicielle de transport de données basée sur une étude de cahier des charges,
- de choisir les technologies adéquates pour la transmission parmi des équipements basiques ou plus évoluées comme des module XBee ou GSM,
- de lire une datasheet pour comprendre le fonctionnement de capteurs électroniques simples,
- de réaliser le montage électronique pour mettre en forme le signal issu du capteur.
- 3- Formation à la recherche documentaire L'étudiant sera en mesure de:
- collecter des documents pertinents et fiables, d'un niveau académique/recherche en utilisant des sources variées.
- présenter sa synthèse bibliographique sous forme structurée et normée.

#### Pré-requis nécéssaires





2- Informatique et électronique embarquées Cours d'informatique de 1ère 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)





#### Remise à niveau GM

#### Présentation

#### Description

Le parcours pédagogique mêle cours et Travaux Dirigés (TD) et se présente comme suit :

- chapitre 1 : Introduction aux réseaux informatiques et à l'Internet
- chapitre 2 : Adressage dans les réseaux informatiques et dans l'Internet
- TD1: adressage dans les réseaux informatiques
- TD2 : architecture de communication
- chapitre3 : Architecture de communication de l'Internet
- TD3: architecture TCP/IP de l'Internet

#### Évaluation

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

### Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

#### **Objectifs**

Au terme de ce cours, les étudiants seront en mesure d'expliquer :

- les principes de fonctionnement des réseaux informatiques et leur fonction d'acheminement de données
- l'organisation de l'Internet et l'acheminement de données dans l'Internet
- l'adressage et le nommage dans les réseaux informatiques et l'Internet
- les notions de protocole, service, couche de communication et architecture de communication
- l'architecture TCP/IP de l'Internet et décrire les services des principaux protocoles (IP,TCP,UDP)





#### Droit

#### Présentation

#### Lieu(x)

Toulouse

#### Description

Le cours de droit est adossé à un support numérique dans Moodle comprenant des éléments de cours, des TD et une Bibliographie + webographie

Les grands axes étudiés sont les suivants :

Les structures juridiques de l'entreprise Les principaux contrats et institutions de la vie des affaires

Le risque et la responsabilité

#### **Objectifs**

à la fin de ce cours, les étudiants connaîtront le contexte légal et les implications juridiques de l'activité de l'entreprise

#### 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





#### **Finance**

#### Présentation

#### Description

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

Décision d'investissement : les Flux Nets de Trésorerie et critères de choix avec ou sans actualisation basés sur la rentabilité économique d'un investissement. examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

### Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

#### **Objectifs**

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

#### Pré-requis nécéssaires

Cours de gestion financière de 3°A (connaissance des états financiers de l'entreprise, Bilan et compte de résultats)

#### Évaluation

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





#### Stratégie d'entreprise responsable

#### Présentation

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

#### Description

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

Les grands axes étudiés sont les suivants :

Réflexion sur l'ingénieur de demain

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

La connaissance des marchés

Concevoir et développer une offre durable

Construire une politique de prix juste

Élaborer une communication responsable et efficace

#### Évaluation

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

### Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

#### Objectifs

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

- Réaliser un diagnostic du marché et de l'entreprise pour prendre des décisions et se fixer des objectifs stratégiques
- Mobiliser les connaissances sur le marché pour mettre





LV2

### 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)







#### APS (Activités physiques et sportives)



**ECTS** 1 crédits



Volume horaire

#### 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)







#### Architectures analogiques des systèmes embarqués

#### Présentation

#### Description

L'enseignement est décomposé selon trois parties complémentaires :

- Filtrage actif et modélisation des sources de bruit :
- . Identifier les sources de bruit et optimiser le rapport signal sur bruit sur chaque étage d'eune chaine de traitement analogique du signal.
- . Construire des filtres à partir du cahier des charges (gabarit) jusqu'à l'implantation électronique avec les contraintes de choix et de dérives de composants.
- . Transcrire une fonction de transfert de filtre en fonctions biquadratiques puis la décliner en architecture de filtre analogique actif à base de montages à rétroaction (Sallen Key, Rauch, UAF,¿) ou en synthèse de filtre à capacités commutées.
- . Optimiser l'aordre d'aun filtre en fonction de critères de coût, d'aintégration, de stabilité, de sensibilité.
- Architectures Analogiques pour la transmission de l¿information :
- . Concevoir/Modéliser des architectures électroniques de fonctions non linéaires (valeur absolue, racineur, oscillateurs contrôlés en tension, contrôle automatique de gain, modulateurs/démodulateurs AM et FM, analyseur de spectre) à partir de l'exploitation de non linéarités de composants électroniques.
- . Compenser les effets thermiques, optimiser la chaîne analogique de transmission de l¿information et savoir choisir les composants en fonctions de critères (dérives, bande passante, énergie consommée, niveau d'intégration et puissance à dissiper).

Mettre en place une conception système en prototypant sur des circuits analogiques programmables type FPAA.

#### **Objectifs**

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

- Dimensionner et concevoir des fonctions électroniques analogiques de traitement de l'Einformation (filtrage, amplification, contrôle automatique de gain, oscillateurs contrôlés en tension, modulateurs/démodulateurs AM et FM).
- Optimiser le rapport signal sur bruit dans chaque sous ensemble d'un système embarqué.

Modéliser des architectures robustes aux contraintes d'utilisation (consommation, température à dissiper), aux variations thermiques de l'environnement et aux dispersions de caractéristiques de composants.

#### Pré-requis nécéssaires

- Module électronique analogique et numérique 2° année
- Module signal
- Savoir utiliser LTSPICE, TINA

Mineure conditionnement du signal de la thématique système. Première partie du cours de 4° année Modélisation des composants et architectures numériques

#### 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)





# Modélisation des composants et architectures numériques

#### Présentation

#### Description

Les problématiques suivantes seront abordées en détail en cours et travaux pratiques :

- -les phénomènes que subit tout circuit par le biais du matériau semi-conducteur
- -la structure MOS, CMOS et portes logiques
- -la modélisation de transistors (MOS,Bip...) (paramètres sensibles à l'environnement)
- Interrupteurs de puissance MOS et IGBT.
- -l'implémentation CMOS des fonctions logique (High speed, low power, gate clocking)
- -les modèles VHDL de fonctions / systèmes numériques -la synthèse et implémentation FPGA des architectures numériques
- -l'optimisation des performances : (fréquence, consommation, etc. Un accent particulier sera mis sur les techniques d'optimisation très faible consommation de circuits numériques pour un développement durable (green computing) ...)
- -les technologies green computing
- -le fort intérêt de la reconfigurabilité pour de nombreuses applications (ex : stations de base de téléphonie mobile)
- -les architectures numériques pour l'implémentation de l'intelligence embarqué

#### **Objectifs**

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

-les modèles des composants électroniques, ainsi que

des systèmes électroniques numériques

- -la problématique de l'intégration des circuits électroniques
- -la conception et l'optimisation de performances des architectures numériques, aussi bien en fréquence de fonctionnement qu'en consommation énergétique pour un développement durable;
- -les technologies green computing.
- -le concept et les applications du reconfigurable computing utilisant des FPGA
- -les architectures numériques pour de l'Intelligence Artificielle (IA) embraquée

L'étudiant devra être capable de comprendre les ruptures technologiques futures dans leur vie professionnelle, les modèles des principaux composants électroniques actives et les architecture numériques complexes, ainsi que leur optimisation en vue du développement durable.

#### Pré-requis nécéssaires

Électronique analogique et numérique, architecture matérielle 2ème et 3ème 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)







#### Informatique Embarquée – µcontôleur

#### 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)







#### Machine Learning

#### Présentation

- développer en langage Python

#### Description

Le cours de déroule en trois parties :

- Introduction à l'apprentissage supervisé (processus d'apprentissage et évaluation) 2 cours
- Apprentissage par réseaux de neurones 2 cours
- Apprentissage via des modèles interprétables 2 cours

3 séances de TP permettent de mettre en œuvre les deux familles de modèles d'apprentissage pour des tâches de classification ou de régression. Les TP se déroulent en Python avec la librairie scikit-learn.

#### **Objectifs**

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

- les caractéristiques d'un problème d'apprentissage supervisé (jeux de données, classification / régression, processus d'apprentissage, évaluation d'un apprentissage)
- les principales méthodes de base et algorithmes pour traiter ces problèmes (modèles interprétables et réseaux de neurones)

L'étudiant devra être capable de :

- mettre en place un processus d'apprentissage
- utiliser les algorithmes implémentés dans des librairies existantes
- adapter et développer ses propres algorithmes
- présenter et expliquer les résultats d'algorithmes d'apprentissage

#### Pré-requis nécéssaires

Algorithmique, Optimisation, Statistiques, 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)





#### Analyse des systèmes complexes

#### Présentation

#### Description

Cette UF comporte deux parties distinctes et autonomes :

- Systèmes multivariables
- Analyse des systèmes Non Linéaires

#### **Objectifs**

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

- Les principes, les difficultés et les limites de la modélisation de systèmes à plusieurs entrées et plusieurs sorties.
- La conception et la mise en œuvre de commande de systèmes à plusieurs entrées et plusieurs sorties.
- Les principaux comportements possibles observables dans les systèmes non linéaires (points d'équilibre, cycles limites, comportements complexes) et leur évolution par variation des paramètres.
- Les fondements de la théorie de Lyapunov

L'étudiant devra être capable de :

- Appréhender la mise en œuvre pratique du contrôle dun processus à multiples entrées et multiples sorties.
- Débuter l'analyse d'un système non linéaire par différentes techniques (analyse qualitative, numérique, approche géométrique et calculatoire)
- S'appuyer sur l'analyse numérique (Matlab©) pour établir, confirmer, valider, simuler et mettre en œuvre les résultats théoriques abordés en cours.

#### Pré-requis nécéssaires

- Cours de 2e année « Systèmes bouclés » (I2MAAU11)
- Cours 3e année IMACS « Modélisation et analyse des systèmes linéaires (I3AMAU11)
- Cours 3e année IMACS « Commande des systèmes » (I3AMAU12)

#### 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)





#### Informatique Logicielle

#### Présentation

évaluation par les pairs...

Infos pratiques

examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit,

#### Description

Les concepts suivants seront abordés dans ce cours : classes, héritage, appel de méthode, exceptions, structures de données, attributs statiques, surcharge d'opérateurs.

### . .

Lieu(x)

Toulouse

#### **Objectifs**

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

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

#### Pré-requis nécéssaires

Algorithmique et programmation - Bases en Langage C - Conception orientée objet -

#### 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 :





QSE

#### Présentation

#### Description

L'enseignement aborde les questions de QSE à travers différentes problématiques propres aux spécialités du département de génie électrique et informatique, telles que:

- > La sécurité électrique (risques, normes, protections)
- > Les risques liées aux interférences électromagnétiques, les obligations pour les constructeurs d'équipements électroniques et les bases de remise en conformité,
- > La sécurité logicielle et matérielle des systèmes

#### Évaluation

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

### Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

#### **Objectifs**

Dans de nombreuses entreprises et organisations, il existe un service ou une direction QSE (Qualité, Sécurité, Environnement). Du point de vue métier, un responsable QSE assure la qualité des produits pour la satisfaction des clients, et la sécurisation des installations et des conditions de travail des salariés sur le site de production, une entreprise le plus souvent ; il veille aussi à ce qu'ils exercent dans un certain confort pour une meilleure efficacité. Il travaille dans le même temps à réduire l'impact de l'activité du site sur l'environnement, dans la gestion et le tri des déchets par exemple.

Du point de vue de l'ingénieur, les enjeux de la QSE sont importants, en termes de méthodes de travail et de responsabilités, y compris pénales ; la compréhension de ces enjeux multiformes est au cœur de cet enseignement, dont l'objectif est d'amener chacun et chacune à





### Droit

# Présentation

# Infos pratiques

### Description

Lieu(x)

• Toulouse

Le cours de droit est adossé à un support numérique dans Moodle comprenant des éléments de cours, des TD et une Bibliographie + webographie

Les grands axes étudiés sont les suivants :

Les structures juridiques de l'entreprise Les principaux contrats et institutions de la vie des affaires

Le risque et la responsabilité

### **Objectifs**

à la fin de ce cours, les étudiants connaîtront le contexte légal et les implications juridiques de l'activité de l'entreprise

### 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...





### **Finance**

### Présentation

### Description

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

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

### Évaluation

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

# Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

## Objectifs

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

### Pré-requis nécéssaires

Cours de gestion financière de 3°A (connaissance des états financiers de l'entreprise, Bilan et compte de résultats)





### Stratégie d'entreprise responsable

### Présentation

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

### Description

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

Les grands axes étudiés sont les suivants :

Réflexion sur l'ingénieur de demain

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

La connaissance des marchés

Concevoir et développer une offre durable

Construire une politique de prix juste

Élaborer une communication responsable et efficace

### Évaluation

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

# Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

### **Objectifs**

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

- Réaliser un diagnostic du marché et de l'entreprise pour prendre des décisions et se fixer des objectifs stratégiques
- Mobiliser les connaissances sur le marché pour mettre





LV2

# 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)







# APS (Activités physiques et sportives)



**ECTS** 1 crédits



Volume horaire

### 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)







### Projet mécatronique

### Présentation

### Description

Le grand domaine mécanique, mécatronique et chaines de puissance 2 intègres plusieurs composantes avec un contenus couvrant divers aspects:

- Projet mécatronique: prototypage, intégration et validation d'un système mécatronique dans un processus mêlant simulation temps réel et banc de tests.
- Conception mécatronique: méthodologie/outils et modèles pour le dimensionnement d'architectures de puissance multiphysiques
- Dynamique des structures: analyse vibratoire de structures mécaniques et commande associée
- Approfondissement: un enseignement spécifique est dispensé dépendamment de l'origine AE/GM en complément de la dynamique des structure avec un focus plus commande ou analyse vibratoire.

### Pré-requis nécéssaires

Notions de base de mécanique, électronique, transfert thermique, et asservissement. Notions d'algorithmique

### Évaluation

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

# Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

### **Objectifs**

Le grand domaine a pour objectif de développer la capacité à dimensionner, prototyper et valider ainsi qu'intégrer des problématiques fortes comme le couplage fort vibratoire-commande dès la phase de conception d'un système mécatronique.





### Conception mécatronique

### Présentation

### Description

- Scénarios dimensionnement d'un système technique
- Modèles d'estimation et de simulation de composants ou d'ensemble de composants technologiques
- Procédure de dimensionnement et d'optimisation
- Implémentation des calculs dans un environnement numérique (python, excel)

### **Objectifs**

Dans un contexte de changements technologiques rapides et d'organisations industrielles de plus en plus complexes, le développement d'un nouveau système à partir de zéro représente un défi de taille. La phase de conception préliminaire et de dimensionnement représente l'une des étapes les plus cruciales du processus global de développement d'un produit, au cours de laquelle les caractéristiques et les performances essentielles d'un système sont définies pour la première fois. Ce stade précoce est critique, car il jette les bases des caractéristiques clés du système et influence directement les performances finales, la faisabilité et le coût du produit.

- connaissances de base en modélisation multiphysique de type OD/1D
- connaissances de base en optimisation

### 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

### Pré-requis nécéssaires





### Dynamique des structures

### Présentation

souples.

### Description

Partie 1 : Vibration des structures et systèmes mécaniques Modélisation d'un système mécanique Système à n DDL Notion de mode propre Vibrations des poutres

Partie 2 : Commande des Systèmes articulés et des structures souples

Commande basée sur un modèle de connaissance du système en 'feedforward' qui peut être éventuellement complétée par un contrôle en boucle fermée ('feedback') tel un PID.

Systèmes articulés rigides : actionneurs électriques qui permettent une linéarisation complète du système et un simple contrôle en boucle fermé de type PD sur chacune des articulations du système articulé. Exemple sur la commande des robots industriels actuel.

Structures souples : Commande linéaire (PID) et approche de commande adaptative. Un exemple en sera donné sur le contrôle en position d'un bras-robot flexible.

### Pré-requis nécéssaires

Bases en mécanique des solides et en commande

### Évaluation

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

# Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

### **Objectifs**

Les vibrations des structures et systèmes mécaniques. La commande des systèmes articulés et des structures





### Approfondissement AE

## Présentation

Notions d'algorithmique Base d'Électrocinétique

### Description

Etude des différents éléments constituant une chaine d'acquisition (du capteur à l'ordinateur)

- capteurs
- conditionnement du signal
- carte d'acquisition
- réalisation d'un programme d'acquisition et d'une interface utilisateur

### 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**

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer les principes de base de l'acquisition de données à l'aide d'un ordinateur

L'étudiant devra être capable de :

- Dimensionner les différents éléments d'une chaîne d'acquisition simple
- Mettre en œuvre un langage de programmation graphique dédié à l'acquisition et le traitement des données (LabVIEW).

# Lieu(x)

Toulouse

### Pré-requis nécéssaires





### Processus pour l'ingénierie des systèmes

## Présentation

### Description

1- Ouverture aux réseaux industriels Introduction générale sur les réseaux industriels et les protocoles couramment utilisés.

- 2- Informatique et électronique embarquées
- Analyse de capteur (ex. sonde de température),
- Réalisation de montage intégrant un amplificateur opérationnel,
- Prise en main du microcontrôleur de la famille des STM32.
- Prise en main de différents modules de transmission RF
- Mise en place de toute un architecture matérielle et logicielle pour réaliser une communication sans fils de la température.
- 3- Formation à la recherche documentaire Une formation sera dispensée sur les canaux de diffusion scientifiques (bases documentaires, journaux), les méthodologies de recherche et outils associés. Une sensibilisation aux droits d'auteurs et à l'analyse de la qualité des informations sera également donnée.

architecture, processus transverses) du cycle de vie du système ainsi que la gestion de projet agile.

Un projet intégrateur (TP) permet de traiter le développement d'un système complexe de bout en bout, en adoptant une approche basée sur des modèles (MBSE), en utilisant la méthode Arcadia et l'outil Capella.

### Évaluation

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

# Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

### **Objectifs**

L'UE traite (CM, TD) chaque processus technique d'ingénierie système (besoins, exigences, analyse,





### Instrumentation

### Présentation

Notions d'algorithmique Base d'Électrocinétique

### Description

Étude des différents éléments constituant une chaine d'acquisition (du capteur à l'ordinateur)

- capteurs
- conditionnement du signal
- carte d'acquisition
- réalisation d'un programme d'acquisition et d'une interface utilisateur

### Évaluation

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

# Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

### Objectifs

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer les principes de base de l'acquisition de données à l'aide d'un ordinateur

L'étudiant devra être capable de :

- Dimensionner les différents éléments d'une chaîne d'acquisition simple
- Mettre en œuvre un langage de programmation graphique dédié à l'acquisition et le traitement des données (LabVIEW).

### Pré-requis nécéssaires





### Programmation orientée objet temps réel

### Présentation

### Description

### Partie temps réel:

Le module aborde les mécanismes des noyaux temps réel et la conception d'applications sur ces exécutifs.

### L'étudiant devra être capable de :

- Mettre en place une méthodologie de conception afin de répondre à une spécification avec des contraintes de temps
- Concevoir des architectures logicielles d'application temps réel
- Dimensionner correctement les différents paramètres des tâches et des moyens de synchronisation et de communication
- Programmer le système en utilisant les services d¿un système d¿exploitation temps réel et un langage orienté objet
- Mettre au point, simuler et analyser les performances des applications

### Partie programmation orientée objet:

A la fin du cours, les étudiants seront capables d'expliquer ce qu'est (dans le paradigme orienté objet).

- Une classe (attributs, méthodes, encapsulation)
- Un objet,
- Une relation entre classes (association, composition, agrégation, héritage),
- La propriété de polymorphisme et comment l'obtenir (overloading, overriding).

### **Objectifs**

Ce module est constitué de deux composants :

- La partie sur les systèmes temps réel présente les systèmes temps réels, les concepts clefs, les applications, contraintes, et enseigne la programmation de ces systèmes en utilisant les services des systèmes d'exploitation temps réels.
- A la fin de la partie sur la programmation objet, les étudiants seront capables de produire un code C++ à partir d'un diagramme de classe UML avec relations, héritage et polymorphisme.

### Pré-requis nécéssaires

Algorithmique, programmation C (débutant)

### 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)











LV1

### Présentation

### Description

- Pratique individuelle : chaque étudiant(e) construit son projet de formation, en lien avec la structure d'enseignement artistique de son choix.
- Pratique collective : les étudiant(e)s participent à des ateliers proposés dans le cadre des filières musique, danse et théâtre, encadrés par des artistes professionnels et en relation étroite avec la création et la diffusion.
- Parcours pour la Découverte Artistique et Culturelle : les étudiant(e)s assistent à plusieurs événements culturels (spectacle, concert, exposition,...) encadrés par deux temps : celui de la préparation, en amont, grâce à des rencontres avec des artistes ou des techniciens, des conférences, l'accès à des répétitions et celui de l'échange après l'événement pour exprimer et partager le ressenti avec l'ensemble du groupe.

## Objectifs

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

### Pré-requis nécéssaires

Admission dans une des trois filières artistiques :

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

### Évaluation

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

# Infos pratiques

### Lieu(x)







### Prospective et imaginaires du futur

### Présentation

### Description

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

Des TD complémentaires enrichissent la réflexion des étudiants, avec des apports sur les récits et les imaginaires, l'éthique et la philosophie, ainsi que la géopolitique et l'interculturel. L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

# Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

### Objectifs

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

- s'engager dans une démarche prospective, dans une approche complexe et systémique
- mener une réflexion éthique, critique et réflexive, adaptée à la démarche prospective
- développer une communication professionnelle

### Évaluation





**APS** 

# 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)







PPI

# 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)







### Chaînes d'acquisition



**ECTS** 



Volume horaire

34h

### Présentation

### Description

L'enseignement est composé de ces parties :

- Le module électronique développe les principes de conversion d'un signal, où architectures séries et parallèles et spécificités de CAN et CNA sont décrites. Des techniques de compression de données sont présentées, codage type loi en A. Les techniques de dimensionnement d'une chaîne de numérisation d'un signal sont développées en prenant en compte l'estimation du rapport signal sur bruit. Le projet couvre le conditionnement d'un capteur analogique, le pilotage d'un convertisseur A/N, le traitement numérique nécessaire implanté dans un microcontrôleur (loi de commande minimale), jusqu'à la conversion N/A qui pilote un actionneur.

### **Objectifs**

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

Modélisation et commande d'un système électronique depuis le capteur, la numérisation du signal, les processus de compression, et la transmission vers un actionneur.

### Pré-requis nécéssaires

- Cours de 2° année module électronique analogique & numérique et module signal
- Cours de 4° année : Architectures analogiques des systèmes embarqués

### 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)







### Gestion de l'énergie pour systèmes embarqués

### Présentation

### Description

Diagramme de Ragone, densités d'énergie et de puissance de diverses sources d'énergie.

Panneaux photovoltaïques,

Principe du circuit MPPT,

Modèle d'un moteur/génératrice électrique CC; relations entre les grandeurs électriques et mécaniques; caractéristiques couple-vitesse; équations électrique et mécanique en régime transitoire; schéma bloc de la machine. Transformateur monophasé; équations de fonctionnement et modèles; schémas équivalents. Redresseurs à diodes monophasé et triphasés; taux d'ondulation; dimensionnement des diodes; facteur de puissance. Hacheurs dévolteurs. survolteurs. réversibles en courant et pont H; mode de conduction continue et discontinue; commande MLI; composants de puissance pour la commutation forcée, calculs de pertes de conduction et de commutation

### **Objectifs**

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

- Les caractéristiques des sources d'énergie utilisables sur systèmes embarqués,
- Les caractéristiques des grandeurs dans les réseaux de distribution électrique
- Les architectures des convertisseurs de puissance,
- La modélisation d'un moteur/génératrice électrique basée sur ses grandeurs électriques et mécaniques couplées.
- Le fonctionnement d'un transformateur et son

modèle.

- Les structures et principales caractéristiques des convertisseur AC-DC monophasés et triphasés.
- Les principales structures de hacheurs, leurs propriétés, réversibilités et leur commande.
- Le principe d'une régulation de couple ou/et de vitesse d'une machine CC l'aide d'un hacheur.

L'étudiant devra être capable de :

- Analyser les besoins en énergie d'un système embarqué et de proposer et dimensionner une solution,
- Utiliser les équations électriques et mécaniques couplées pour modéliser un système électro-mécanique
- Analyser un système mécanique et dégager les besoins en matière d'entraînement, le type du convertisseur qui doit être associé à la machine.
- Dimensionner les éléments d'une chaîne de conversion d'énergie électrique qui permet de piloter un actionneur donné.

### Pré-requis nécéssaires

Connaissances générales concernant l'électricité, les courants alternatifs, les circuits électriques, l'électronique analogique et numérique ainsi que les outils mathématiques (transformées de Fourier et de Laplace) et les bases de l'automatique (fonctions de transfert et schéma blocs)

### 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)





### Réseaux et temps réel

### Présentation

### Description

### Partie temps réel:

Le module aborde les mécanismes des noyaux temps réel et la conception d'applications sur ces exécutifs.

### Partie réseaux:

- Le cours présente tout d'abord les technologies classiques d'interconnexion de réseaux locaux dans l'Internet (répéteur, pont, routeur), et détaille en particulier le routage dans l'Internet (algorithme mis en œuvre au niveau IP et protocoles RIP, OSPF, BGP) et ses évolutions (subnetting et routage sans classe CIDR). Les protocoles ARP, proxy ARP, ICMP et DHCP sont également introduits.
- Le cours présente ensuite les concepts et les techniques associés à la gestion de réseaux locaux virtuels (VLAN) et de réseaux privés virtuels (VPN) et à la gestion des adresses IP privées dans l'Internet (proxy applicatif, NAT).
- Les deux principaux protocoles de Transport de l'Internet (TCP, UDP) sont détaillés dans une troisième partie.
- Les évolutions de l'Internet vers la prise en compte des besoins en multicast, en qualité de service (QoS) et en mobilité sont finalement introduites et la gestion du multicast dans sa version primitive est détaillée.
- Des TP d'administration de réseaux Ethernet et IP sur PC Linux et matériel CISCO illustrent le cours.
- le cours est évalué via un examen écrit

### **Objectifs**

Ce module d'enseignement est constitué de deux volets :

A/ La partie sur les systèmes temps réel présente les systèmes temps réels, les concepts clefs, les applications, contraintes, et enseigne la programmation de ces systèmes en utilisant les services des systèmes d'exploitation temps réels. A l'issue du cours, l'étudiant devra être capable de :

- Mettre en place une méthodologie de conception afin de répondre à une spécification avec des contraintes de temps
- Concevoir des architectures logicielles d'application temps réel
- Dimensionner correctement les différents paramètres des tâches et des moyens de synchronisation et de communication
- Programmer le système en utilisant les services d'un système d'exploitation temps réel et un langage orienté objet
- Mettre au point, simuler et analyser les performances des applications
- B / La parte réseau vise à l'acquisition de connaissances et de savoirs faire en rapport avec :
- les concepts et les techniques de base pour interconnecter des réseaux locaux dans l'Internet : répéteur, pont, routeur,
- les concepts et les techniques avancées pour interconnecter des LAN dans l'Internet : routage, subnetting, VLAN, VPN, proxy applicatif, NAT, ...
- les principaux protocoles de l'architecture de l'Internet TCP/IP: UDP, TCP, IP, ARP, ICMP, DHCP, RIP, ...

A l'issue du cours, l'étudiant devra être capable de :

- d'effectuer des choix d'architecture matérielle permettant de prendre en compte les besoins et les contraintes associés à une interconnexion de réseaux locaux,
- d'effectuer des choix de plans d'adressage et de routage simples,
- de mettre en œuvre (administrer) des réseaux





Ethernet et IP dans les contextes d'interconnexion de base abordés dans le cours.

### Pré-requis nécéssaires

Algorithmique, programmation C (débutant)

Pré requis réseau nécessaires :

- connaissances des concepts de base en réseau
- bases en programmation distribuée dans les réseaux (API socket)

### 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)





### Optimisation des systèmes discrets

### Présentation

### Description

Introduction à la programmation linéaire - Modélisation par graphes et description des algorithmes (recherche de chemins, arbres et flots extrémaux). Procédures d'énumération implicite par séparation et évaluation progressive. Applications : problèmes d'affectation, de transport, d'ordonnancement et de planification de la production.

- Chaînes de Markov à temps discret ou continu. Phénomènes d'attente élémentaires. Evaluation de performances. Applications : domaine de l'informatique et des systèmes industriels.
- Concepts fondamentaux pour les réseaux de Petri. Analyse par énumération des marquages - Analyse structurelle - Applications : domaine de l'informatique et des systèmes industriels.

### **Objectifs**

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

- différentes approches pour analyser, évaluer les performances de systèmes à événements discrets au travers de différents modèles (déterministes ou stochastiques), les optimiser (optimisation linéaire)

L'étudiant devra être capable de :

- analyser, modéliser et résoudre un problème d'optimisation de systèmes discrets sous la forme d'un programme linéaire ou d'un graphe, en appliquant les algorithmes adaptés (simplexe ou algorithmes de la théorie des graphes),

- modéliser et caractériser les processus markoviens stationnaires à espace d'état discret (chaines) à temps continu ou discret, les files d'attente et réseaux de files d'attente, d'analyser leur régime transitoire et stationnaire, d'évaluer leurs performances
- modéliser et analyser un SED par réseau de Petri

### Pré-requis nécéssaires

Algèbre linéaire - Probabilités - Systèmes dynamiques (notion d'état) - Bases en logique et réseaux de Petri.

### 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)





### Projet d'initiation à la recherche

### Présentation

### Description

Le travail à réaliser comporte deux parties :

- une étude bibliographique sur un thème de recherche concerné par le sujet du projet. Cette étude conduit à la rédaction de la partie état de l'art d'un article scientifique (norme article IEEE)
- une réalisation technique qui s'étend sur tout un semestre. Cette phase conduit à la rédaction de la fin de l'article scientifique, et une soutenance en anglais

### Évaluation

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

# Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

### Objectifs

Ces projets sont adossés à une formation à la recherche documentaire (FRD) pour faciliter l'élaboration d'un état de l'art du domaine. Un cours de conduite de projet complète la formation.

A la fin de ce module, l'étudiant aura eu une initiation pratique aux activités suivantes :

- effectuer une recherche bibliographie pertinente pour un sujet donné en respectant des normes de présentation (IEEE)
- rédiger une section d'état de l'art d'un article scientifique
- affiner le périmètre d'intervention prévisionnel pour la phase de réalisation du projet.
- appliquer des techniques de gestion de projet et de travail collaboratif en mode projet.
- rédiger un article scientifique et préparer une soutenance de projet en anglais





### Commande avancée

### Présentation

### Description

Cette UE comporte trois parties:

- la commande numérique qui s'intéresse à la commande des systèmes dynamiques pour une implémentation sur calculateur numérique. Nous étudions alors la modélisation et l'analyse de systèmes linéaires discrets, la discrétisation d'un système continu par échantillonnage, la synthèse de loi de commande par retour d'état dans l'espace d'état ou de type RST à partir des fonctions de transfert en Z.
- la commande optimale qui s'intéresse à la synthèse de loi de commande, généralement par retour d'état, à partir de la résolution d'un problème d'optimisation.
- les mini-projets qui visent à mettre en pratique les méthodes théoriques vues en cours et TD sur différentes maguettes

### **Objectifs**

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

- modéliser et analyser un système dynamique linéaire discret, ou échantillonné, représenté par des équations récurrente ou une forme espace d'état ou une fonction de transfert en Z
- passer d'une représentation à une autre
- analyser sa stabilité
- calculer le système échantillonné d'un système continu
- implémenter un correcteur en Z sur un calculateur numérique
- faire la synthèse d'un correcteur RST

- faire la synthèse d'une commande optimale LQ
- calculer la solution optimale d'un problème d'optimisation

### Pré-requis nécéssaires

- Cours de 2e année « Systèmes bouclés »
- Cours 3e année IMACS « Modélisation et analyse des systèmes linéaires
- Cours 3e année IMACS « Commande des systèmes »

### 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)





LV1

### Présentation

### Description

- Pratique individuelle : chaque étudiant(e) construit son projet de formation, en lien avec la structure d'enseignement artistique de son choix.
- Pratique collective : les étudiant(e)s participent à des ateliers proposés dans le cadre des filières musique, danse et théâtre, encadrés par des artistes professionnels et en relation étroite avec la création et la diffusion.
- Parcours pour la Découverte Artistique et Culturelle : les étudiant(e)s assistent à plusieurs événements culturels (spectacle, concert, exposition,...) encadrés par deux temps : celui de la préparation, en amont, grâce à des rencontres avec des artistes ou des techniciens, des conférences, l'accès à des répétitions et celui de l'échange après l'événement pour exprimer et partager le ressenti avec l'ensemble du groupe.

### Objectifs

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

### Pré-requis nécéssaires

Admission dans une des trois filières artistiques :

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

### Évaluation

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

# Infos pratiques

### Lieu(x)







## Prospective et imaginaires du futur

### Présentation

### Description

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

Des TD complémentaires enrichissent la réflexion des étudiants, avec des apports sur les récits et les imaginaires, l'éthique et la philosophie, ainsi que la géopolitique et l'interculturel. L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

# Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

### Objectifs

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

- s'engager dans une démarche prospective, dans une approche complexe et systémique
- mener une réflexion éthique, critique et réflexive, adaptée à la démarche prospective
- développer une communication professionnelle

### Évaluation





**APS** 

# 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)







PPI

# 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)







### Architectures électroniques analogiques

### Présentation

### Description

Partie 1 - Architectures et Traitement de l'Information :

- Multiplieurs analogiques (diodes, AD835)
- Modulation AM et FM
- Oscillateurs (RLC, pont de Wien, VCO)
- · Liaison optoélectronique
- Récepteurs FM et PLL

Partie 2 - Bruit et Filtrage Actif:

- Filtres passe-bas, passe-haut, passe-bande, coupebande
- Réponses de Butterworth et Chebyshev
- Architectures Sallen-Key, Rauch, Tow-Thomas, Kerwin-Huelsmann
- Techniques de synthèse à partir de gabarits
- Application à la conception de filtres normalisés
- Technologies capacités commutées

Partie 3 - Bureau d'études

• Bureau d'études / mise en application / réalisation / analyse de performances / métrologie

### Pré-requis nécéssaires

Bases en électronique analogique et circuits linéaires. Analyse de signaux (Fourier, spectres, fréquence de coupure).

### Évaluation

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

# Infos pratiques

### Lieu(x)



Toulouse

## Objectifs

Comprendre les principes fondamentaux des architectures électroniques analogiques.

Appréhender les phénomènes liés au bruit et au filtrage actif dans les circuits.

Savoir concevoir et simuler des filtres à partir de spécifications fréquentielles.

Développer une compétence de modélisation, conception et expérimentation d'architectures électroniques analogiques pour le traitement de signaux.





# Architectures électroniques numériques et sécurité informatique matérielle

### Présentation

### Description

Les problématiques suivantes seront abordées en détail en cours et travaux pratiques :

- -la structure MOS, CMOS et portes logiques
- -la modélisation de transistors-l'implémentation CMOS des fonctions logique (High speed, low power, gate clocking)
- -les modèles VHDL de fonctions / systèmes numériques -la synthèse et implémentation FPGA des architectures
- numériques
- -l'optimisation des performances : fréquence, consommation, etc. Un accent particulier sera mis sur les techniques d'optimisation très faible consommation de circuits numériques pour un développement durable
- -les technologies green computing
- -le fort intérêt de la reconfigurabilité de circuits numériques in situ pour de nombreuses applications
- -les architectures numériques pour l'implémentation de l'intelligence embarqué
- -la description interne des architectures de processeur (execution dans l'ordre ou le désordre, la structure du pipeline, prediction de branche)
- -les méthodes permettant de diagnostiquer l'exposition de secrets sur des canaux de fuite classiques (consommation, rayonnement, caches)
- -les techniques d'attaque et de défense à l'interface entre le logiciel et le matériel

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

- -les modèles des composants électroniques, ainsi que des systèmes électroniques numériques
- -la problématique de l'intégration des circuits électroniques
- -la conception et l'optimisation de performances des architectures numériques, aussi bien en fréquence de fonctionnement qu'en consommation énergétique pour un développement durable;
- -les technologies green computing
- -le concept et les applications du reconfigurable computing utilisant des FPGA
- -les architectures numériques pour de l'Intelligence Artificielle (IA) embraquée
- -les attaques logicielles bas niveau exploitant la permissivité des outils de compilation
- -les possibilités de retro-conception matérielle à partir d'un modèle simplifié de processeur
- -les méthodes d'exploitation des caractéristiques physiques (consommation, rayonnement electromagnetique) pour extraire des informations sensibles des composants numériques

L'étudiant devra être capable de comprendre les ruptures technologiques futures dans leur vie professionnelle, les modèles des principaux composants électroniques actives et les architecture numériques complexes, ainsi que leur optimisation en vue du développement durable

### Pré-requis nécéssaires

Électronique numérique Architecture matérielle

### **Objectifs**





### 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)





### Machine Learning

### Présentation

- développer en langage Python

### Description

Le cours de déroule en trois parties :

- Introduction à l'apprentissage supervisé (processus d'apprentissage et évaluation) 2 cours
- Apprentissage par réseaux de neurones 2 cours
- Apprentissage via des modèles interprétables 2 cours

3 séances de TP permettent de mettre en œuvre les deux familles de modèles d'apprentissage pour des tâches de classification ou de régression. Les TP se déroulent en Python avec la librairie scikit-learn.

### **Objectifs**

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

- les caractéristiques d'un problème d'apprentissage supervisé (jeux de données, classification / régression, processus d'apprentissage, évaluation d'un apprentissage)
- les principales méthodes de base et algorithmes pour traiter ces problèmes (modèles interprétables et réseaux de neurones)

L'étudiant devra être capable de :

- mettre en place un processus d'apprentissage
- utiliser les algorithmes implémentés dans des librairies existantes
- adapter et développer ses propres algorithmes
- présenter et expliquer les résultats d'algorithmes d'apprentissage

### Pré-requis nécéssaires

Algorithmique, Optimisation, Statistiques, 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)





### Analyse des systèmes complexes

### Présentation

### Description

Cette UF comporte deux parties distinctes et autonomes :

- Systèmes multivariables
- Analyse des systèmes Non Linéaires

# Objectifs

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

- Les principes, les difficultés et les limites de la modélisation de systèmes à plusieurs entrées et plusieurs sorties.
- La conception et la mise en œuvre de commande de systèmes à plusieurs entrées et plusieurs sorties.
- Les principaux comportements possibles observables dans les systèmes non linéaires (points d'équilibre, cycles limites, comportements complexes) et leur évolution par variation des paramètres.
- Les fondements de la théorie de Lyapunov

L'étudiant devra être capable de :

- Appréhender la mise en œuvre pratique du contrôle dun processus à multiples entrées et multiples sorties.
- Débuter l'analyse d'un système non linéaire par différentes techniques (analyse qualitative, numérique, approche géométrique et calculatoire)
- S'appuyer sur l'analyse numérique (Matlab©) pour établir, confirmer, valider, simuler et mettre en œuvre les résultats théoriques abordés en cours.

### Pré-requis nécéssaires

- Cours de 3A FISA AE « Systèmes bouclés » (A3AEFAE11\_05) dans l'UF "Fondamentaux de l'automatique, de l'électronique et de l'informatique"
- Cours 3A FISA AE "Modélisation et analyse des systèmes linéaires et représentation d'état" (A3AEAU11\_01)
- Cours 3A FISA AE "Commande des systèmes linéaires" (A3AEAU11\_02)

### 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)





## Informatique logicielle

### Présentation

### Description

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

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

# Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

### **Objectifs**

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

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

### Pré-requis nécéssaires

Algorithmique et programmation, Bases en Langage C

### Évaluation

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





### Activité en entreprise



**ECTS** 4 crédits



Volume horaire

### Présentation

Lieu(x)



Toulouse

### Description

PPI: Valider son projet professionnel, construire une stratégie et s'entraîner pour trouver un emploi

Activité en entreprise

### **Objectifs**

Cet enseignement regroupe les enseignements de PPI (Parcours Professionnel Individualisé) et l'activité en entreprise de l'étudiant sous statut apprenti.

### 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





#### Sciences Humaines

#### Présentation

#### Description

#### **Anglais**

- \* Analyse de posters scientifiques des projets de génie automatique - électronique pour comprendre ce qui fait un poster efficace. Les apprentis appliquent ces lignes directrices à leurs propres affiches.
- \* Les étudiants étudient, résument et synthétisent divers documents techniques et médias sur un sujet d'actualité dans leur domaine.
- Révision des compétences de présentation, la prononciation et l'autilisation du vocabulaire technique.
- \* Les apprentis revoient et renforcent les compétences en anglais nécessaires pour le TOEIC, la compréhension orale et écrite, la grammaire et le vocabulaire, par des exercices individuels et collectifs. Cours de stratégie pour le TOEIC.

#### Finance

Le diagnostic financier : Analyse de bilan / équilibre financier /Analyse dυ résultat/ Capacité d'autofinancement / ratios de gestion et de structure

d'investissement Choix Rentabilité investissements / Flux net de trésorerie/ Délai de récupération de l'investissement / Valeur actualisée

- 2. Concevoir et présenter un poster scientifique lié à leurs activités dans leur entreprise.
- 3. Comprendre et résumer des documents techniques (écrits et oraux) en anglais liés au automatique et électronique.
- 4. Présenter un sujet technique dans leur domaine.
- 5. Apprendre et utiliser le vocabulaire technique de leur
- 6. Renforcer les compétences linguistiques utiles pour le passage du TOEIC, à savoir la compréhension orale et écrite et la grammaire et le vocabulaire.

#### **Finance**

A la fin de ce module. l'étudiant devra :

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

#### Évaluation

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

## Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

#### **Objectifs**

#### **Anglais**

A la fin de ce module, l'apprenti devra être capable de: 1. Décrire ses activités professionnelles et techniques dans son entreprise en anglais oral et écrit.





### Chaines d'acquisition et commande numérique

#### Présentation

#### Description

L'enseignement est composé de trois parties :

- Le module électronique développe les principes de conversion d'un signal, où architectures séries et parallèles et spécificités de CAN et CNA sont décrites. Des techniques de compression de données sont présentées, codage type loi en A. Les techniques de dimensionnement d'une chaîne de numérisation d'un signal sont développées en prenant en compte l'estimation du rapport signal sur bruit. Le projet couvre le conditionnement d'un capteur analogique, le pilotage d'un convertisseur A/N, le traitement numérique nécessaire implanté dans un microcontrôleur (loi de commande minimale), jusqu'à la conversion N/A qui pilote un actionneur.
- La partie commande présente les modèles linéaires à temps discret : modèle entrée/sortie et modèles dans l'espace d'état Échantillonnage avec bloqueur d'ordre zéro- Critères de stabilité Passage d'une loi de commande analogique à une loi de commande numérique Correcteur RST : Régulation et poursuite. Lien avec les méthodes dans l'espace d'état.
- La partie projet : le projet couvre le conditionnement d'un capteur analogique, le pilotage d'un convertisseur A/N, le traitement numérique nécessaire implanté dans un micro-contrôleur (loi de commande minimale), jusqu'à la conversion N/A qui pilote un actionneur.

#### **Objectifs**

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

Modélisation et commande d'un système électronique depuis le capteur, la numérisation du signal, les processus de compression, puis les techniques et méthodes de commande numérique, et la transmission vers un actionneur.

#### Pré-requis nécéssaires

- Cours de 2° année module électronique analogique & numérique et module signal
- Cours de 2ième année « Systèmes bouclés »
- Cours 3 IMACS « Modélisation et analyse des systèmes linéaires»
- Cours 3 IMACS « Commande des systèmes »
- ¿ Cours de 4° année : Architectures analogiques des systèmes embarqués

#### 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)











#### Réseaux et temps réel

#### Présentation

#### Description

#### A/ Partie réseaux :

- o Le cours présente tout d'abord les technologies classiques d'interconnexion de réseaux locaux dans l'Internet (répéteur, pont, routeur), et détaille en particulier le routage dans l'Internet (algorithme mis en œuvre au niveau IP et protocoles RIP, OSPF, BGP) et ses évolutions (subnetting et routage sans classe CIDR). Les protocoles ARP, proxy ARP, ICMP et DHCP sont également introduits.
- o Le cours présente ensuite les concepts et les techniques associés à la gestion de réseaux locaux virtuels (VLAN) et de réseaux privés virtuels (VPN) et à la gestion des adresses IP privées dans l'Internet (proxy applicatif, NAT).
- o Les deux principaux protocoles de Transport de l'Internet (TCP, UDP) sont détaillés dans une troisième partie.
- o Les évolutions de l'Internet vers la prise en compte des besoins en multicast, en qualité de service (QoS) et en mobilité sont finalement introduites et la gestion du multicast dans sa version primitive est détaillée.
- o Des TP d'administration de réseaux Ethernet et IP sur PC Linux et matériel CISCO illustrent le cours.

Évacuation via un contrôle écrit.

#### (principaux concepts):

- Partie Interconnexion de réseaux et de l'Internet :
- o les concepts et les techniques de base pour interconnecter des réseaux locaux dans l'Internet : répéteur, pont, routeur,
- o les concepts et les techniques avancées pour interconnecter des LAN dans l'Internet : routage, subnetting, CIDR, VLAN, VPN, proxy applicatif, NAT,
- o les principaux protocoles de l'architecture de l'Internet TCP/IP: UDP, TCP, IP, ARP/proxy ARP, ICMP, DHCP (Note: les protocoles de routage RIP, OSPF et BGP sont introduits a minima).
- 2/ L'étudiant devra être capable de :
- o d'effectuer des choix d'architecture matérielle permettant de prendre en compte les besoins et les contraintes associés à une interconnexion de réseaux locaux.
- o d'effectuer des choix de plans d'adressage et de routage simples,
- o de mettre en œuvre (administrer) des réseaux Ethernet et IP dans les contextes d'interconnexion de base abordés dans le cours.

#### Pré-requis nécéssaires

Maitrise des concepts attenants aux réseaux informatiques

Maitrise de la programmation distribuée dans les réseaux (API socket)

#### **Objectifs**

A/ Partie réseaux

A la fin de ce module :

1/ l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer

#### 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)





# Optimisation des systèmes discrets et continus et machine learning

#### Présentation

#### Description

- -Introduction à la programmation linéaire Modélisation par graphes et description des algorithmes (recherche de chemins, arbres et flots extrémaux). Procédures d'énumération implicite par séparation et évaluation progressive. Applications : problèmes d'affectation, de transport, d'ordonnancement et de planification de la production.
- Chaînes de Markov à temps discret ou continu. Phénomènes d'attente élémentaires. Evaluation de performances. Applications : domaine de l'informatique et des systèmes industriels.
- Concepts fondamentaux pour les réseaux de Petri. Analyse par énumération des marquages - Analyse structurelle - Applications : domaine de l'informatique et des systèmes industriels.

### Objectifs

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

- différentes approches pour analyser, évaluer les performances de systèmes à événements discrets au travers de différents modèles (déterministes ou stochastiques), les optimiser (optimisation linéaire)

L'étudiant devra être capable de :

- analyser, modéliser et résoudre un problème d'optimisation de systèmes discrets sous la forme d'un programme linéaire ou d'un graphe, en appliquant les

- algorithmes adaptés (simplexe ou algorithmes de la théorie des graphes),
- modéliser et caractériser les processus markoviens stationnaires à espace d'état discret (chaines) à temps continu ou discret, les files d'attente et réseaux de files d'attente, d'analyser leur régime transitoire et stationnaire, d'évaluer leurs performances
- modéliser et analyser un SED par réseau de Petri

#### Pré-requis nécéssaires

Algèbre linéaire - Probabilités - Systèmes dynamiques (notion d'état) - Bases en logique et réseaux de Petri.

#### 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)





#### Commande avancée

#### Présentation

#### Description

Cette UE comporte deux parties :

- la commande numérique qui s'intéresse à la commande des systèmes dynamiques pour une implémentation sur calculateur numérique. Nous étudions alors la modélisation et l'analyse de systèmes linéaires discrets, la discrétisation d'un système continu par échantillonnage, la synthèse de loi de commande par retour d'état dans l'espace d'état ou de type RST à partir des fonctions de transfert en Z.
- la commande optimale qui s'intéresse à la synthèse de loi de commande, généralement par retour d'état, à partir de la résolution d'un problème d'optimisation.

#### **Objectifs**

A la fin de ce module. l'étudiant devra savoir :

- modéliser et analyser un système dynamique linéaire discret, ou échantillonné, représenté par des équations récurrente ou une forme espace d'état ou une fonction de transfert en Z
- passer d'une représentation à une autre
- analyser sa stabilité
- calculer le système échantillonné d'un système continu
- implémenter un correcteur en Z sur un calculateur numérique
- faire la synthèse d'un correcteur RST
- faire la synthèse d'une commande optimale LQ
- calculer la solution optimale d'un problème d'optimisation

#### Pré-requis nécéssaires

- Cours 3e année « Systèmes bouclés »
- Cours 3e année « Modélisation et analyse des systèmes linéaires
- Cours 3e année « Commande des systèmes »

#### 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)





#### Sciences Humaines

#### Présentation

#### Description

#### **Anglais**

- 1. Analyse de résumés scientifiques du Génie Automatique Electronique pour comprendre la structure et le contenu des résumés, et les caractéristiques stylistiques/linguistiques de l'anglais scientifique. Cours d'anglais en collaboration avec le département GEI et le cours "Temps Réel". Les étudiants présentent leur projet de recherche.
- 2. Révision des compétences de présentation, la prononciation et l'utilisation du vocabulaire technique.
- 3. Les apprentis revoient et renforcent les compétences en anglais nécessaires pour le TOEIC, la compréhension orale et écrite, la grammaire et le vocabulaire, par des exercices individuels et collectifs. Cours de stratégie pour le TOEIC.

#### Droit

Les structures juridiques de l'entreprise ; Les principaux contrats et institutions de la vie des affaires ; Le risque et la responsabilité

#### **Objectifs**

#### **Anglais**

1. Définir les parties d'un résumé scientifique et écrire

un résumé selon les conventions en vigueur

- 2. Faire une présentation de son projet de recherche en anglais en respectant les conventions scientifiques
- 3. Apprendre et utiliser le vocabulaire technique pour le génie mécanique.
- 4. Renforcer les compétences linguistiques utiles pour le passage du TOEIC, à savoir la compréhension orale et écrite et la grammaire et le vocabulaire.

#### Droit

Connaître le contexte légal et les implications juridiques de l'activité de l'entreprise

#### 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)







#### Activité en entreprise

#### Présentation

#### Description

Cette UE comprend deux aspects:

- un rapport d'activité qui doit illustrer les missions sur lesquelles l'apprenti a été affectées.

L'apprenti doit s'attacher à exprimer en quoi le travail conduit en entreprise permet d'atteindre les objectifs de formation par apprentissage sur l'année. Ce travail doit permettre de comprendre ce qui a été appris dans ses missions d'ingénieur apprenti au travers d'exemples concrets.

Après une description des principales missions, l'apprenti doit développer en quoi il a contribué à ces développements. Plus qu'un document de description, l'apprenti doit analyser son évolution, de ses

connaissances/compétences initiales jusqu'à l'instant présent et se projeter vers la suite de sa formation.

- Une fiche d'évaluation pour l'entreprise permettant d'évaluer l'activité effective de l'étudiant apprenti L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

#### **Objectifs**

Cette UE doit rendre compte du travail effectué par l'étudiant apprenti au sein de son entreprise.

#### Évaluation





#### Architecture électronique pour l'énergie

#### Présentation

embarqués autonomes en énergie

- Réaliser un co-design HW/SW

#### Description

#### **Objectifs**

Objectifs généraux : le but de cette UF est de savoir déterminer, dimensionner et réaliser l'architecture électronique d'un système embarqué, sélectionner les composants, sous contraintes d'énergie : contrainte de batterie, d'autonomie, de disponibilités de sources d'énergie.

L'UF aborde donc les questions d'architecture de convertisseurs d'énergie électrique, de mise en place de systèmes de charge et de gestion de batteries, et d'architecture à sources d'énergie multiples (énergie renouvelable intermittente). La mesure de grandeurs physiques (courant, tension, température,) est indispensable dans une chaine de conversion d'énergie ou de commande d'un actionneur électromécanique. L'UF aborde aussi les différentes technologies de capteurs et l'électronique d'instrumentation associée.

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

- Concevoir une architecture électronique d'un système embarqué sous contraintes d'énergie
- Dimensionner l'électronique d'une chaine de conversion d'énergie
- Choisir des solutions de stockage de l'énergie électrique en fonction des contraintes associées
- Gérer la charge/décharge et l¿équilibrage d'une batterie
- Mettre en œuvre une solution de récupération de l'énergie ambiante pour rendre des systèmes

#### 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)





### Logiciel et automatique embarquée pour l'énergie



ECTS 4 crédits



Volume horaire

#### Présentation

#### Description

- Commande des convertisseurs statiques : le but de cet enseignement est de déterminer par modélisation les commandes de convertisseurs statiques permettant de garantir la stabilité de la tension de sortie en fonction de la charge à alimenter. Cet enseignement se décompose en un cours de 15 h, et d'un TP de 2 séances visant à modéliser un convertisseur d'énergie.
- Programmation faible énergie pour l'IOT : le but de cet enseignement est de donner les techniques permettant d'optimiser et de mesurer la consommation énergétique d'une plateforme programmable, en jouant sur le logiciel embarqué. L'enseignement se présente sous la forme de deux séances de cours sur la présentation des techniques algorithmiques et la métrologie de la consommation, suivi de 5 séances de TP pour les mettre en œuvre.
- -Caractérisation énergétique d'un module IOT .

conversion d'énergie est une nécessité pour l'étude de leur stabilité, leurs performances dynamiques et l'élaboration de leur loi de commande. Cette tâche n'est pas triviale en raison de leur comportement non linéaire (régime en commutation)

et nécessite donc des techniques adaptées. Cette UF traite des commandes pour convertisseurs d'énergie statiques et pour les moteurs, en vue d'optimiser le rendement énergétique de ces systèmes. L'UF traite aussi des aspects algorithmiques pour la programmation faible énergie, où les concepts sont mis en oeuvre à travers une application de communication sans fil.

#### Compétences attendues :

- Modéliser un convertisseur statique (linéarisation autour du point d'équilibre, modèles non linéaires, modèles commutés)
- Synthétiser et réaliser les commandes pour des convertisseurs statiques d'énergie électrique (commande

linéaire, commande non linéaire)

- Sélectionner une communication sans fil pour accroitre l'autonomie énergétique
- Concevoir un logiciel embarqué permettant de réduire la consommation énergétique de la plateforme programmable

#### **Objectifs**

#### Objectifs généraux:

l'amélioration du rendement énergétique des systèmes électroniques passent aussi par des commandes adéquates et des algorithmes visant à limiter l'activation des ressources disponibles des composants programmables. La modélisation des systèmes de

#### 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)





# Gestion électrique et électronique pour le véhicule électrique

### Présentation

#### Description

#### **Objectifs**

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

- -Connaitre des actionneurs pour le véhicule électrique et commandes avancées
- -Connaître les composants et technologies pour les véhicules électriques
- -Synthétiser une commande vectorielle pour piloter un moteur synchrone
- -Choisir et dimensionner l'architecture électronique de chaines de commande d'actionneurs électromécaniques -Analyser les modes de défaillances d'un driver de moteur et mettre en œuvre des diagnostics et des solutions pour garantir la sûreté de fonctionnement

#### Liétudiant devra être capable de :

- -Dimensionner et réaliser la commande d'un actionneur électromécanique pour optimiser le rendement énergétique (commande vectorielle pour le pilotage d'un moteur synchrone)
- -Dimensionner et réaliser une architecture électronique et un logiciel embarqué pour garantir fonctionnement sûr de la chaine de commande d'actionneurs électromécaniques, à

partir de composants dédiés à l'automobile (microcontrôleur, §composants de puissance, capteurs, system basis chip)

#### 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)





# Technologie, fabrication et industrialisation des systèmes embarqués

### Présentation

#### Description

#### **Objectifs**

Objectifs généraux : cette UF aborde les aspects intégration, caractérisation et certification des systèmes électroniques.

Les étudiants abordent les différentes technologies de fabrication et d'assemblage des systèmes électroniques, en adressant les outils de spécification et de conception industriel (suite logicielle de routage PCB ALTIUM). En outre, les aspects les méthodes de conception et les normes/conformités de mise sur le marché économique d'aun produit électronique sont adressés. Les composants de puissance étant soumis à de fortes contraintes en tension et thermique, les problématiques des fiabilités et de robustesse

sont aussi abordées. Enfin, les aspects caractérisation de différentes performances liées à l'énergie dans les systèmes électroniques sont traités : adaptation d'impédance en vue d'un transfert optimal de la puissance vers une antenne, caractérisation CEM et ESD, mesure de la consommation énergétique.

Cette UF est volontairement basée sur une approche industrielle et est réalisée autour de la conception d'un prototype de carte électronique dans un atelier industriel puis de sa caractérisation.

- Intégrer un système électronique
- Concevoir une carte électronique, sous contraintes

d'intégration, d'énergie, de CEM, thermique ¿

- Fiabilité et robustesse des nouveaux composants de puissance
- Mesurer les performances d'un système électronique (consommation d'énergie, rendement, CEM, adaptation d'impédance)
- Spécifier et réaliser le processus de certification d'un système électronique

#### 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)





#### Safety automobile

#### Présentation

#### Description

Les équipements électroniques automobiles associés aux chaines de traction doivent répondre à des exigences sévères en sûreté de fonctionnement (safety). Dans le secteur automobile, ils doivent se conformer au niveau le plus exigeant du standard ISO26262 noté ASIL-D. Le choix des composants, l'architecture électronique et logicielle doivent être spécifiés et conçus pour répondre à cette exigence fondamentale. Durant cet enseignement, une rapide introduction exigences sûreté aux de fonctionnement dans l'automobile est faite par un expert industriel, en expliquant en quoi cela impacte l'architecture électronique des équipements. Une analyse des modes de défaillance des différents composants de la chaine de traction est réalisée afin d'identifier les solutions matérielles et logicielles permettant de garantir une sécurité du conducteur et des passagers. Ces solutions seront mises en œuvre dans le bureau d'étude. Les concepts abordés durant ce cours sont transposables à d'autres secteurs industriels, comme l'aéronautique, le ferroviaire, ...

#### **Objectifs**

Introduire les enjeux et les principe de base de la sûreté de fonctionnement (functional safety) dans le contexte de l'électronique automobile.

#### Pré-requis nécéssaires

Électronique, commande des convertisseurs puissance, programmation embarquée, architecture microcontrôleur.

#### 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)





#### Projet interdisciplinaire : gestionnaire d'énergie intelligent pour système photovoltaïque

#### Présentation

#### Description

**Objectifs** 

Le but de cette UF est de mettre à profit les savoirs acquis en électronique, automatique, informatique embarquée en année 2,3,4,5 sur un projet d'ingénierie / de R&D ambitieux et complexe dans lequel les étudiants ont une grande liberté d'action.

Durant ce module, l'étudiant effectueront un projet d'ingénierie proposé par un partenaire industriel avec les étapes suivantes :

- Travail d'équipe (organisation, communication, planification)
- Travail à partir d'une spécification/besoin client
- Recherche et analyse de solutions, positionnement de la solution par rapport à l'existant
- Conception, réalisation et test des solutions proposées
- Point d'avancement avec le « client »
- Gestion de planning, de commandes de matériel
- Livraison des délivrables, de rapports

numérique

14AEIM11 - Informatique matérielle

14AESE31 - Architectures analogiques des systèmes embarqués

15AEEE11 - Architecture électronique pour 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

#### Pré-requis nécéssaires

4AESE51 - Gestion de l'énergie pour systèmes embarqués

14AEAU11 - Chaines d'acquisition et commande



### Psychologie sociale et éthique

#### 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 socioécologiques.

#### **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 socioécologiques dans son parcours professionnel

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

Aiguiser l'esprit critique, le décentrement et la

#### Pré-requis nécéssaires

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)





### Management d'équipe

### 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.

évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

#### **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,





**APS** 

### 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)







PPI

### 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)







### Industrialisation, Maintenance et logistique

#### Présentation

6 Conclusion (liens entre les modules de Gestion de Configuration et synthèse)

#### Description

1) Industrialisation

Vision générale des procédés de fabrication Contexte historique de l'industrialisation mondiale Fabrication intelligente et l'industrie 4.0 Outils de gestion industrielle Production d'un code CNC à l'aide du logiciel CAD /

CAM, Analyse d'un code CNC et des traces des données de

Conception virtuelle par numérisation numérique

position servo de la machine CNC

2) Gestion de production, planification, ordonnancement :

Gestion de la production et de la logistique Programmation linéaire appliquée à la planification Graphes et application à l'ordonnancement Ordonnancement et optimisation combinatoire Planification de production

TP: introduction à AMPL et sur tableur Excel

- 3) Gestion de configuration :
- 1 Généralités sur la gestion de configuration (premier aperçu et présentation des modules qui seront détaillés par la suite)
- 2 La structure produit (qu'est-ce que la structure produit, comment est-elle construite et quelles sont les règles de base)
- 3 Le processus de gestion d'évolutions (les différentes étapes d'une demande évolution dans le process, les informations nécessaires en fonction de l'avancement et les livrables associées)
- 4 La gestion de l'offre client (qu'est-ce que la gestion de l'offre et quels sont les livrables associés)
- 5 L'attestation et le contrôle de la conformité (suivi et gestion des écarts)

#### **Objectifs**

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) : Les systèmes d'industrialisation et ses interfaces. Les enjeux de la gestion de la production (GP) et des chaînes logistiques (SCM) ainsi qu'aux problématiques de l'ordonnancement.

Qu'est-ce que la gestion de configuration, quels sont les pré-requis nécessaires et quel est son but.

L'étudiant devra être capable de :

- Avoir un aperçu des processus de fabrication
- Comprendre le contexte historique de l'industrialisation
- Avoir une vision critique de la stratégie de fabrication mondiale
- Comprendre les éléments de la fabrication intelligente et de l¿industrie 4.0
- Utiliser les informations des différents types d'outils de gestion industrielle
- Décrire le monde Airbus au sens global (les familles d'avions, le partage industriel en Europe)
- Définir un découpage en arborescence structurée d'un produit complexe
- Appliquer le processus qui permet l'évolution d'un produit et identifier les informations nécessaires pour permettre une prise de décision
- Identifier les différents mécanismes qui permettent de définir et maintenir les caractéristiques qu'offre un produit ainsi que sa personnalisation
- Démontrer que le produit final fabriqué est bien conforme aux attentes





#### Pré-requis nécéssaires

Lecture de plan, matériaux métalliques courants, les différents types d'usinages Notions de probabilités - Notions de Programmation 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)





#### Systèmes Technologiques/Mécatroniques pour des Mobilités durables

#### Présentation

#### Description

Le module comporte 4 parties :

- Besoins, scenarios et exigences
- Ecoconception, Analyse et CV
- Commande des convertisseurs et des actionneurs
- Technologies des convertisseurs et des systèmes de stockage d'énergie

L'étude fil rouge concerne des moyens de transport en commun électrique (bus, tramway électriques).

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

## Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

### Objectifs

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

- Mettre en place un modèle dynamique de véhicule pour calculer un besoin en puissance et une consommation énergétique et optimiser un profil de mission pour minimiser une consommation énergétique
- Dimensionner un ensemble de stockage d'énergie (supercapacité, batteries) et un convertisseur statique DC/DC
- Effectuer un bilan ACV (Analyse de cycle de Vie)
- Analyser les architectures de convertisseurs statiques appliqués aux véhicules électriques
- Piloter un ensemble de convertisseur pour gérer les besoins globaux énergétiques d'un véhicule

#### Évaluation





#### Systèmes sûrs

### Présentation

#### Description

Partie 1 : Sûreté de fonctionnement

- 1. La sûreté de fonctionnement : besoins et difficultés
- 2. Les techniques de prévention des fautes, de détection et déextraction des fautes et de tolérance aux fautes.

Partie 2 : Fiabilité

Généralités et mathématiques pour la fiabilité.

Méthodes pour la fiabilité (Diagrammes de blocs fonctionnels): analyse de l'arbre de défaillances (FTA) et jeu de coupes minimales (MCS), diagramme de blocs de fiabilité (RBD) pour les composants non réparables, diagramme de Markov et modèles pour les systèmes complexes, y compris les processus de couverture et de réparation . Conception fail-safe et application à des exemples industriels d'actualité.

#### Partie 3: Maintenance

- 1. Introduction sur la fonction maintenance. Les stratégies de maintenance. Taux de défaillance et concept relatif à l'état d'un équipement.
- 2. Maintenance industrielle par analyse vibratoire : défauts mécaniques et signaux vibratoires associés, méthodes de traitement du signal, diagnostic de cas industriels.

Partie 4 : Évaluation de la sûreté de fonctionnement

- 1. présentation des enjeux liés à la sécurité dans les systèmes critiques. Illustration dans l'aéronautique.
- 2. Approches basées modèles pour l'évaluation de la sécurité
- 3. Méthodes et outils pour évaluer la sécurité des systèmes complexes (Altarica, Cecila-OCCAS)

#### **Objectifs**

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer les notions de sûreté de fonctionnement, de fiabilité, de maintenance et de risque, ainsi que les organisations, métiers, méthodes et activités constitutives à leurs mises en œuvre.

L'étudiant devra être capable

- d'identifier les entraves à la disponibilité et à la fiabilité des systèmes,
- d'en faire une évaluation permettant de choisir les architectures les plus adaptées,
- de choisir parmi les classes de méthodes les plus adéquates pour obtenir le service attendu du système, tant en termes de conception que de maintenance, et d'en apporter l'assurance.

#### Pré-requis nécéssaires

Cycle de vie d'un système.

Connaissances de base en probabilité.

Statistiques.

Traitement du signal.

#### 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)







### Projet interdisciplinaire et propriété industrielle

#### Présentation

ainsi que des compétences pratiques pour appliquer ces concepts dans des situations réelles.

#### Description

Syllabus du Cours : Propriété Intellectuelle et Industrielle

Contenu du Cours:

1-Découverte des Différents Types de Protection :

Brevets
Marques
Dessins et Modèles
Droits d'auteur
Droits voisins
Droits des découvreurs
Appellations d'Origine Protégées (AOP), etc.

2- Applications Concrètes à travers des Études de Cas Pratiques :

°Création et Protection de Marques et Noms de Domaine : Développement et protection d'une marque ou d'un nom de domaine au sein d'une association ou d'une startup, en fonction des besoins des étudiants.

<sup>°</sup>Activité Inventive : Participation à des activités inventives au sein du département R&D d'une entreprise comme Decathlon.

Techniques de Recherche de Brevets : Réalisation de recherches pratiques et exhaustives dans la base internationale des brevets (recherche d'antériorité). Mise en place d'un protocole de recherche en utilisant la CIB (Classification Internationale des Brevets) sur le site web de l'OEB (Office Européen des Brevets).

Ce cours vise à fournir aux étudiants une compréhension approfondie des différents types de protections de la propriété intellectuelle et industrielle,

#### **Objectifs**

Partie 1 : Cet unité d'enseignement a pour objectif de faire travailler les étudiants en groupes projets sur des projets:

- en réponse à des enjeux sociétaux en coopération avec des associations (Formula Student, TIM, ...), des campus des métiers (CMQe MTI par ex.)
- innovants (nouveaux produits)
- interdisciplinaires (au moins 2 matières de 4ème et 5ème année)

Les élèves seront amener à travailler en autonomie et seront évaluer sur leur capacité à travailler en équipe et à proposer des solutions concrètes.

Partie 2 : Module de propriété intellectuelle et industrielle:

Ce module vise 5 objectifs majeurs:

1-Comprendre et Expliquer les Concepts Clés :

Distinguer les différences majeures entre les propriétés intellectuelles et industrielles.

°Initier de manière autonome des démarches de protection en s'adressant aux interlocuteurs appropriés, en fonction de son activité inventive et de ses besoins de protection.

°Connaître les coûts et les limitations associés à ces démarches.

2- Décrire et Définir :





°Les différents types de protections disponibles. °Le cadre juridique de chaque protection et les modalités d'application.

#### 3-Comprendre les Stratégies de Protection :

Les stratégies associées aux brevets, à la divulgation ou au secret.

Les stratégies d'entreprise liées à la défense et à l'exploitation de la propriété industrielle, telles que la stratégie du « Pool Patent », la stratégie de Licence, la stratégie monopolistique, et la stratégie de la « fausse route ».

<sup>°</sup>Expliquer les avantages et inconvénients de chaque stratégie.

#### 4-Identifier les Organismes de Protection :

°Connaître les grands organismes de protection et leurs rôles respectifs afin de s'orienter efficacement dans ses besoins de protection.

#### 5-Initier les Démarches de Protection :

Amorcer les démarches pour protéger une invention, une marque, un dessin, un modèle, un nom de domaine, un ouvrage, une composition musicale, un programme informatique, ou toute autre découverte. \*Connaître les délais, les coûts, ainsi que les limitations temporelles et géographiques associés à ces démarches.

Ce module vise à doter les étudiants des compétences nécessaires pour naviguer dans le domaine complexe de la propriété intellectuelle et industrielle, en leur fournissant les outils et les connaissances pour protéger efficacement leurs innovations et créations.

#### 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)





### Systèmes sur puce (SOC)

#### Présentation

#### Description

Cet enseignement est organisé autour de la méthodologie de conception de systèmes matériels numériques. Dans une première partie, la conception, l'implémentation et l'optimisation des performances (fréquence, puissance consommée ...) de systèmes numériques complexes sur FPGA /ASIC est enseignée. Des notions de sécurité matérielle de systèmes numérique, typiquement les processeurs, pourrons aussi être présentés.

Ensuite, le cycle de vie de Systèmes on Chip (SoC) ou Systèmes on Programmable Chip (SoPC) (cahier de charges, spécifications, conception, réalisation) est abordé dans le cadre de développement conjoint matériel/logiciel, suivi de la présentation de techniques de co-design et de co-vérification matériel-logiciel. L'approche de conception de systèmes complexes analogiques et numériques à base de chiplets pourras aussi être présentée.

Une 3ème partie abordera les notions de l'IA embarquée en présentant les différents types de réseaux de neurones et leur implémentation matérielle sur FPGA. Une ouverture sera faite sur les nouveaux type de processeurs incluant de partie neuronales : neural engine, neural processor unit (NPU), tensor processeur unit (TPU).

Les travaux pratiques porterons sur la conception en VHDL et l'implémentation:

- -d'un microprocesseur de type RISC sur FPGA
- -d'un perceptron et d'un réseaux de neurones (MLP) sur  $\mathsf{FPGA}$

#### **Objectifs**

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

- -la conception et l'optimisation des performances de systèmes numériques avancées (exemple : microprocesseurs)
- -des notions de sécurité matérielle de systèmes numériques
- -les techniques de l'IA embarquée matériellement
- -le co-design la conception conjointe matériel logiciel d'un système complexe en fonction de l'application choisie

L'étudiant devra être capable de :

- concevoir et implémenter de systèmes numériques avancés en utilisant le langage VHDL sur FPGA et optimiser leurs performances en puissance consommée et fréquence de fonctionnement en fonction des spécifications de l'application.
- concevoir et implémenter des réseaux de neurones sur FPGA

#### Pré-requis nécéssaires

Électronique numérique Architecture matérielle de microprocesseurs Ingénierie d'exigences

#### 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)





#### Systèmes et machines thermiques

#### Présentation

#### Description

Machines thermiques: Dans un premier temps, un rappel des principes de la thermodynamique, la modélisation des fluides. les transformations thermodynamiques (isobares, isenthalpes, adiabatiques, etc.). Dans un second temps, analyse des cycles thermodynamiques des machines à vapeur, turbines à gaz et les pompes à chaleur.

Systèmes thermiques : Modélisation à paramètres localisés des composants intervenant dans les machines et systèmes thermiques tels que les échangeurs de chaleur, compresseurs, turbines, vannes. Etude des cas sur un système de conditionnement d'air et de pressurisation pour l'avion.

Mécanique des fluides numérique: Initiation au code de calcul en mécanique des fluides Fluent. Simulation numérique d'un des composants d'un système thermique dans le cadre d'un projet conduit en binôme.

**Objectifs** 

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra analyser des installations de production d'énergie mécanique à partir d'énergie thermique, des installations de production de froid, ainsi que leurs composants associés.

L'étudiant devra être capable de :

- Analyser un cycle thermodynamique associé à une installation énergétique.

- Dimensionner une machine thermique pour répondre à un cahier des charges spécifiant la puissance demandée.
- Spécifier les composants d'une machine ou d'un système thermique.
- Calculer les besoins de débit d'air conditionné pour réaliser différentes fonctions (pressurisation, air frais, chauffage, refroidissement) dans un avion et régler la recirculation et la répartition de débit entre les différentes zones cabine.

#### Pré-requis nécéssaires

Bases de thermodynamique et de transfert thermique.

#### 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)





### Psychologie sociale et éthique

#### 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 socioécologiques.

### **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 socioécologiques dans son parcours professionnel

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

Aiguiser l'esprit critique, le décentrement et la

### Pré-requis nécéssaires

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)





### Management d'équipe

### 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.

évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

#### **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,





**APS** 

### 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)







PPI

### 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)







#### Sûreté de fonctionnement

#### 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 nécéssaires

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)





#### Méthodes d'ingénierie



ECTS 4 crédits



Volume horaire

### 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'eun système embarqué critique

L'étudiant devra être capable de :

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

#### Pré-requis nécéssaires

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)





### Architecture informatique pour l'embarqué

### 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 diun système embarqué,
- déployer un système diexploitation sur une architecture embarquée,
- développer un driver au sein dien système diexploitation,
- comparer deux architectures informatiques embarquées en terme de performances,
- choisir une architecture informatique adaptée aux besoins d'une application

#### Pré-requis nécéssaires

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)





### Projet interdisciplinaire



ECTS 5 crédits



Volume horaire

### 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 nécéssaires

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)











### Robotique de Service – Spécialités AE et IR

### 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

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 nécéssaires

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

### **Objectifs**

A la fin de ce module, l'étudiant devra pouvoir

#### Lieu(x)





### Psychologie sociale et éthique

### 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 socioécologiques.

## **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 socioécologiques dans son parcours professionnel

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

Aiguiser l'esprit critique, le décentrement et la

#### Pré-requis nécéssaires

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)





### Management d'équipe

### 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.

évaluation par les pairs...

# Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

### **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,





**APS** 

# 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)







PPI

# 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)







### Smart Devices



ECTS 5 crédits



Volume horaire

### Présentation

#### Description

CAPTEURS INTELLIGENTS ET CHAINE 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'einfluence, Capteurs intégrés, Capteurs intelligents (« smart devices »)
- 2. CARACTÉRISTIQUES MÉTROLOGIQUES : étalonnage du capteur, limites d'autilisation du capteur, sensibilité, linéarité, fidélité justesse à précision, rapidité, discrétion ou finesseà
- 3. PRINCIPES DE DÉTECTION UTILISES DANS LES CAPTEURS : capteurs analogiques, capteurs digitaux¿
- 4 CARACTÉRISTIQUES GENERALES DES CONDITIONNEURS DE CAPTEURS: principaux types de conditionneurs pour capteurs passifs, Qualité d'aun 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 AUTOMATISES
- 7. APPLICATIONS: capteurs optiques, capteurs de gaz

MICROCONTROLEURS ET OPEN SOURCE HARDWARE:

i à les microcontroleurs et leurs

ARCHITECTURES

II ¿ LA PLATEFORME OPEN-SOURCE ARDUINO®: Quiest-ce quiun Arduino ?, La plateforme de

développement IDE, Quels sont les composants adressables: actionneurs et capteurs

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

V ¿ 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 CHAINE 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'eune 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 nécéssaires

Physique et électronique générale. Programmation C et

### 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)





### Security for IoT

### 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.

- 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

#### Pré-requis nécéssaires





### Wireless Sensors Network

### Présentation

Description

Les architectures et les protocoles des réseaux de présentés seront 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 également synchronisation seront traités. 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 nécéssaires

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)

Q





#### Embedded IA for IoT

### Présentation

### Description

Le cours de 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 loT (séries temporelles et images) en prenant en compte des contraintes de ressources limitées liées aux devices loT ciblés (calcul et mémoire) pour des tâches de classification ou de régression. Les TP se déroulent en Python avec les librairies 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 loT 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 librairies existantes
- mettre en place des méthodes de compression de modèle pour l'embarqué à partir de librairies existantes
- présenter et expliquer les résultats d'algorithmes d'apprentissage
- développer en langage Python

#### Pré-requis nécéssaires

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)











### Energy for connected objects



**ECTS** 



Volume horaire

37h

### 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. 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 nécéssaires

Des connaissance en électronique, en programmation pour l'embarqué, en électromagnétisme, et en physique sont nécessaires.

### **Objectifs**

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

- connaitre les différentes façons d'alimenter électriquement un objet connecté
- connaitre les principaux éléments de stockage de

#### 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)





### Innovative Project 1

### 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 nécéssaires

(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)





#### Portfolio 1

### Présentation

Aucun

### 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.

#### Évaluation

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

# Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

### **Objectifs**

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 nécéssaires





### Wireless Communications

### 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

- supporter les nouveaux usages des réseaux et notamment ceux qu'impliquent la mise en réseau d'objets connectés de toute sorte.
- d'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.
- acquérirr 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

### 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





### 5G Technologies

### 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

#### Évaluation

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

# Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

## Objectifs

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 nécéssaires

Bases de traitement du signal et de télécommunication





#### Middleware and Services

### 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 autonomique 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 loT sur un cloud. Le concept d'autonomique computing sera explicité et utilisé ensuite pour adapter dynamiquement l'architecture loT 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'autonomique 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 autonomique une plate-forme pour l'Elnternet des Objets sur le cloud





## Pré-requis nécéssaires

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)





### Innovative Project 2

### Présentation

présentation devant un jury académique et industriel.

### 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

### Pré-requis nécéssaires

(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)

0





#### Portfolio 2

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

# Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

### **Objectifs**

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





## English

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

# Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

### **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 nonspécialiste.

#### Pré-requis nécéssaires

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





### Psychologie sociale et éthique

### 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 socioécologiques.

## **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 socioécologiques dans son parcours professionnel

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

Aiguiser l'esprit critique, le décentrement et la

### Pré-requis nécéssaires

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)





### Management d'équipe

### 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.

évaluation par les pairs...

# Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

### **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,





**APS** 

# 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)







PPI

# 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)







### Projet

### Présentation

### Lieu(x)

Toulouse

### 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





### Les enjeux de l'energie

### Présentation

### 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

#### Lieu(x)







#### Produire de l'électricité

### 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 nécéssaires

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)





## Chaleur et energie

### Présentation

Toulouse

### Description

Voir Méthanisation II

### **Objectifs**

Voir Méthanisation II

### Pré-requis nécéssaires

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)





### Energie et mobilité

### Présentation

### Description

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

La batterie sera notemment modélisée pour pouvoir représenter les pertes thermiques et l'évolution de sa température sur cycle réaliste. enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

# Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

### **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 chaine de propulsion électrique

### Pré-requis nécéssaires

Aucun

#### Évaluation

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





#### **Biomasse**

### 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 couts 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

#### Pré-requis nécéssaires

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

### **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





### Gestion de l'énergie électrique

### 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 :

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

Récupération de l'énergie ambiante Des connaissance 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)





### Actionneurs et générateur électriques

#### 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.

#### Évaluation

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

## Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

### **Objectifs**

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 nécéssaires

électromagnétisme de base





### Méthanisation

### Présentation

### Description

### Pré-requis nécéssaires

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)







### Convertisseurs de puissance

### Présentation

### Description

### Pré-requis nécéssaires

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)







#### Méthanisation II

#### Présentation

Visite Unité de méthanisation

#### 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 (H2S, pH, stabilité...)

La valorisation du biogaz - traitement (H2S, siloxane, CO2, NH3)

- présentation des différentes techniques de traitement du biogaz (membranes, lavage à l'eau, adsorption (PSA) et voix de valorisation (réinjection, cogénération, 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

### **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 nécéssaires

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)





### Photovoltaique

### Présentation

### Description

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

### **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 modalisation numérique de cellules PV.

#### Pré-requis nécéssaires

Notion de physique générale : électricité, optique... Un plus une connaissance sommaire d'un semi-conducteur bien que les notions clés seront rappelées

#### 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)





### Psychologie sociale et éthique

#### 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 socioécologiques.

### **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 socioécologiques dans son parcours professionnel

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

Aiguiser l'esprit critique, le décentrement et la

#### Pré-requis nécéssaires

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)





### Management d'équipe

### 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.

évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

### **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,





**APS** 

## 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)







PPI

## 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)







#### Bases de la sécurité

### 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'architecure 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)

#### 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 (sécurity 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

### **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 a niveau de tous ces domaines scientifiques, pour être sûr que les étudiants aient les bases fondamentales pour suivre

#### 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 du logiciel

#### 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'ainfection informatique, analyser les techniques virales et antivirales et réagir en cas d'infection

#### Pré-requis nécéssaires

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'autilisation 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)





### Sécurité système et matérielle, rétro conception

### 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, débuggers 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 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 a intégrer dans le système d'exploitation;
- Identifier les menaces sur les composants physiques d'un système ;
- De réaliser une rétro-conception de maliciels pour en comprendre le fonctionnement voire créer des signatures pour les détecter

Toulouse

### Pré-requis nécéssaires

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'autilisation 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)





### Sécurité des réseaux et de leurs protocoles

### 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)
- Dénis 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, transfer 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

- 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 pointenti d'accès Wifi ; réaliser un test d'intrusion sur un point d'accès Wifi
- Différentier 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**

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

#### Pré-requis nécéssaires

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)





#### Architectures réseaux sécurisées



ECTS 4 crédits



Volume horaire

### 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, négiciations (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 lPsec 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 :
- Analyse les évènements collectés par les sondes et corréler ces évènements pour identifier une menace réelle.
- Identifier les vulnérabilités dans les architectures web et proposer des solutions pour réaliser une protection efficace

#### Toulouse

### Pré-requis nécéssaires

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 5 crédits



Volume horaire

### 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 boite 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 boite 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)







SHSJ

## 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)







### Psychologie sociale et éthique

#### 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 socioécologiques.

### **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 socioécologiques dans son parcours professionnel

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

Aiguiser l'esprit critique, le décentrement et la

### Pré-requis nécéssaires

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)





### Management d'équipe

### 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.

évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

### **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,





**APS** 

## 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)







PPI

## 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)







### Qualitative Approach



**ECTS** 4 crédits



Volume horaire

45h

### 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)







### Quantitative Approach



**ECTS** 5 crédits



Volume horaire 45h

### 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)







### Designing for safety



**ECTS** 5 crédits



Volume horaire

42h

### 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)







### **Process Safety**



**ECTS** 5 crédits



Volume horaire

45h

### 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)







### **Functional Safety**

### 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)







### Structural Safety

### 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)







### Risques toxiques pour l'homme et l'environnement



ECTS 5 crédits



Volume horaire

42h

### Présentation

#### Description

#### **Objectifs**

A la fin de ce module, létudiant devra avoir compris et pourra expliquer les méthodes danalyse des risques pouvant affecter l'Homme et lenvironnement et les techniques pour traiter ces risques.

Létudiant devra être capable didentifier différents types de risques affectant lHomme et lenvironnement (chimiques, biologiques, ionisants, électriques), dévaluer leur importance et de proposer des moyens de les prévenir ou pour protéger lHomme ou lenvironnement de leurs dommages.

### Pré-requis nécéssaires

MSSEQL11 : Approche qualitative de la sécurité MSSEQT11 : Approche quantitative de 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)





### Stage 4A

### Présentation

## Infos pratiques

#### Description

Lieu(x)

Toulouse

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

### **Objectifs**

Les objectifs du stage 4A sont :

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

#### Évaluation

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





### Stage 5A – PFE

### Présentation

Lieu(x)

Toulouse

#### Description

Stage de 16 à 26 semaines dans une entreprise

#### **Objectifs**

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

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

### Évaluation

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

## Infos pratiques





### Architecture électronique pour l'énergie

#### Présentation

embarqués autonomes en énergie

- Réaliser un co-design HW/SW

### Description

#### **Objectifs**

Objectifs généraux : le but de cette UF est de savoir déterminer, dimensionner et réaliser l'architecture électronique d'un système embarqué, sélectionner les composants, sous contraintes d'énergie : contrainte de batterie, d'autonomie, de disponibilités de sources d'énergie.

L'UF aborde donc les questions d'architecture de convertisseurs d'énergie électrique, de mise en place de systèmes de charge et de gestion de batteries, et d'architecture à sources d'énergie multiples (énergie renouvelable intermittente). La mesure de grandeurs physiques (courant, tension, température,) est indispensable dans une chaine de conversion d'énergie ou de commande d'un actionneur électromécanique. L'UF aborde aussi les différentes technologies de capteurs et l'électronique d'instrumentation associée.

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

- Concevoir une architecture électronique d'un système embarqué sous contraintes d'énergie
- Dimensionner l'électronique d'une chaine de conversion d'énergie
- Choisir des solutions de stockage de l'énergie électrique en fonction des contraintes associées
- Gérer la charge/décharge et l¿équilibrage d'une batterie
- Mettre en œuvre une solution de récupération de l'énergie ambiante pour rendre des systèmes

#### 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)





## Logiciel et automatique embarquée pour l'énergie



ECTS 4 crédits



Volume horaire

## Présentation

#### Description

- Commande des convertisseurs statiques : le but de cet enseignement est de déterminer par modélisation les commandes de convertisseurs statiques permettant de garantir la stabilité de la tension de sortie en fonction de la charge à alimenter. Cet enseignement se décompose en un cours de 15 h, et d'un TP de 2 séances visant à modéliser un convertisseur d'énergie.
- Programmation faible énergie pour l'IOT : le but de cet enseignement est de donner les techniques permettant d'optimiser et de mesurer la consommation énergétique d'une plateforme programmable, en jouant sur le logiciel embarqué. L'enseignement se présente sous la forme de deux séances de cours sur la présentation des techniques algorithmiques et la métrologie de la consommation, suivi de 5 séances de TP pour les mettre en œuvre.
- -Caractérisation énergétique d'un module IOT .

conversion d'énergie est une nécessité pour l'étude de leur stabilité, leurs performances dynamiques et l'élaboration de leur loi de commande. Cette tâche n'est pas triviale en raison de leur comportement non linéaire (régime en commutation)

et nécessite donc des techniques adaptées. Cette UF traite des commandes pour convertisseurs d'énergie statiques et pour les moteurs, en vue d'optimiser le rendement énergétique de ces systèmes. L'UF traite aussi des aspects algorithmiques pour la programmation faible énergie, où les concepts sont mis en oeuvre à travers une application de communication sans fil.

#### Compétences attendues :

- Modéliser un convertisseur statique (linéarisation autour du point d'équilibre, modèles non linéaires, modèles commutés)
- Synthétiser et réaliser les commandes pour des convertisseurs statiques d'énergie électrique (commande

linéaire, commande non linéaire)

- Sélectionner une communication sans fil pour accroitre l'autonomie énergétique
- Concevoir un logiciel embarqué permettant de réduire la consommation énergétique de la plateforme programmable

### **Objectifs**

#### Objectifs généraux:

l'amélioration du rendement énergétique des systèmes électroniques passent aussi par des commandes adéquates et des algorithmes visant à limiter l'activation des ressources disponibles des composants programmables. La modélisation des systèmes de

#### 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)





# Gestion électrique et électronique pour le véhicule électrique

### Présentation

#### Description

#### **Objectifs**

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

- -Connaitre des actionneurs pour le véhicule électrique et commandes avancées
- -Connaître les composants et technologies pour les véhicules électriques
- -Synthétiser une commande vectorielle pour piloter un moteur synchrone
- -Choisir et dimensionner l'architecture électronique de chaines de commande d'actionneurs électromécaniques -Analyser les modes de défaillances d'un driver de moteur et mettre en œuvre des diagnostics et des solutions pour garantir la sûreté de fonctionnement

#### Liétudiant devra être capable de :

- -Dimensionner et réaliser la commande d'un actionneur électromécanique pour optimiser le rendement énergétique (commande vectorielle pour le pilotage d'un moteur synchrone)
- -Dimensionner et réaliser une architecture électronique et un logiciel embarqué pour garantir fonctionnement sûr de la chaine de commande d'actionneurs électromécaniques, à

partir de composants dédiés à l'automobile (microcontrôleur, §composants de puissance, capteurs, system basis chip)

#### 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)





#### Technologie, fabrication et industrialisation des systèmes embarqués

## Présentation

#### Description

#### **Objectifs**

Objectifs généraux : cette UF aborde les aspects intégration, caractérisation et certification des systèmes électroniques.

Les étudiants abordent les différentes technologies de fabrication et d'assemblage des systèmes électroniques, en adressant les outils de spécification et de conception industriel (suite logicielle de routage PCB ALTIUM). En outre, les aspects les méthodes de conception et les normes/conformités de mise sur le marché économique d'aun produit électronique sont adressés. Les composants de puissance étant soumis à de fortes contraintes en tension et thermique, les problématiques des fiabilités et de robustesse

sont aussi abordées. Enfin, les aspects caractérisation de différentes performances liées à l'énergie dans les systèmes électroniques sont traités : adaptation d'impédance en vue d'un transfert optimal de la puissance vers une antenne, caractérisation CEM et ESD, mesure de la consommation énergétique.

Cette UF est volontairement basée sur une approche industrielle et est réalisée autour de la conception d'un prototype de carte électronique dans un atelier industriel puis de sa caractérisation.

- Intégrer un système électronique
- Concevoir une carte électronique, sous contraintes

d'intégration, d'énergie, de CEM, thermique ¿

- Fiabilité et robustesse des nouveaux composants de puissance
- Mesurer les performances d'un système électronique (consommation d'énergie, rendement, CEM, adaptation d'impédance)
- Spécifier et réaliser le processus de certification d'un système électronique

#### 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)





### Safety automobile

### Présentation

#### Description

Les équipements électroniques automobiles associés aux chaines de traction doivent répondre à des exigences sévères en sûreté de fonctionnement (safety). Dans le secteur automobile, ils doivent se conformer au niveau le plus exigeant du standard ISO26262 noté ASIL-D. Le choix des composants, l'architecture électronique et logicielle doivent être spécifiés et conçus pour répondre à cette exigence fondamentale. Durant cet enseignement, une rapide introduction exigences sûreté aux de fonctionnement dans l'automobile est faite par un expert industriel, en expliquant en quoi cela impacte l'architecture électronique des équipements. Une analyse des modes de défaillance des différents composants de la chaine de traction est réalisée afin d'identifier les solutions matérielles et logicielles permettant de garantir une sécurité du conducteur et des passagers. Ces solutions seront mises en œuvre dans le bureau d'étude. Les concepts abordés durant ce cours sont transposables à d'autres secteurs industriels, comme l'aéronautique, le ferroviaire, ...

### **Objectifs**

Introduire les enjeux et les principe de base de la sûreté de fonctionnement (functional safety) dans le contexte de l'électronique automobile.

#### Pré-requis nécéssaires

Électronique, commande des convertisseurs puissance, programmation embarquée, architecture microcontrôleur.

#### 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)





### Projet interdisciplinaire : gestionnaire d'énergie intelligent pour système photovoltaïque

### Présentation

#### Description

**Objectifs** 

Le but de cette UF est de mettre à profit les savoirs acquis en électronique, automatique, informatique embarquée en année 2,3,4,5 sur un projet d'aingénierie / de R&D ambitieux et complexe dans lequel les étudiants ont une grande liberté d'action.

Durant ce module, l'étudiant effectueront un projet d'ingénierie proposé par un partenaire industriel avec les étapes suivantes :

- Travail d'équipe (organisation, communication, planification)
- Travail à partir d'une spécification/besoin client
- Recherche et analyse de solutions, positionnement de la solution par rapport à l'existant
- Conception, réalisation et test des solutions proposées
- Point d'avancement avec le « client »
- Gestion de planning, de commandes de matériel
- Livraison des délivrables, de rapports

numérique

14AEIM11 - Informatique matérielle

14AESE31 - Architectures analogiques des systèmes embarqués

15AEEE11 - Architecture électronique pour 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

#### Pré-requis nécéssaires

4AESE51 - Gestion de l'énergie pour systèmes embarqués

14AEAU11 - Chaines d'acquisition et commande



## Psychologie sociale et éthique

#### 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 socioécologiques.

## **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 socioécologiques dans son parcours professionnel

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

Aiguiser l'esprit critique, le décentrement et la

#### Pré-requis nécéssaires

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)





## Management d'équipe

## 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.

évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

### **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,





**APS** 

## 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)







PPI

## 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)







#### Sûreté de fonctionnement

#### 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 nécéssaires

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)





### Méthodes d'ingénierie



ECTS 4 crédits



Volume horaire

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

#### Pré-requis nécéssaires

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)





### Architecture informatique pour l'embarqué

#### 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 dieun système embarqué,
- déployer un système diexploitation sur une architecture embarquée,
- développer un driver au sein dien système diexploitation,
- comparer deux architectures informatiques embarquées en terme de performances,
- choisir une architecture informatique adaptée aux besoins d'une application

#### Pré-requis nécéssaires

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)





### Projet interdisciplinaire



ECTS 5 crédits



Volume horaire

## 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 nécéssaires

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)











### Robotique de Service – Spécialités AE et IR

#### 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

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 nécéssaires

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

## **Objectifs**

A la fin de ce module, l'étudiant devra pouvoir

#### Lieu(x)





## Psychologie sociale et éthique

### 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.

## 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 socioécologiques dans son parcours professionnel

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

Aiguiser l'esprit critique, le décentrement et la

#### Pré-requis nécéssaires

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)







## Management d'équipe

## 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.

évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

### **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,





**APS** 

## 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)







PPI

## 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)







### Smart Devices



ECTS 5 crédits



Volume horaire

#### Présentation

#### Description

CAPTEURS INTELLIGENTS ET CHAINE 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'autilisation du capteur, sensibilité, linéarité, fidélité justesse à précision, rapidité, discrétion ou finesseà
- 3. PRINCIPES DE DÉTECTION UTILISES DANS LES CAPTEURS : capteurs analogiques, capteurs digitaux¿
- 4 CARACTÉRISTIQUES GENERALES DES CONDITIONNEURS DE CAPTEURS: principaux types de conditionneurs pour capteurs passifs, Qualité d'au 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 AUTOMATISES
- 7. APPLICATIONS: capteurs optiques, capteurs de gaz

MICROCONTROLEURS ET OPEN SOURCE HARDWARE:

i è 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 ¿ 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 ¿ COMMUNICATION DE L¿ARDUINO AVEC D¿AUTRES PLATEFORMES: processing => java, android, python, flash, mxp, puredata et l¿internet des objets iot
- V ¿ 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 CHAINE D'ACOUISITION:





- 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'eune 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 DUN 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 nécéssaires

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)





## Security for IoT

### 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 loT.
- Effectuer des audits de sécurité en utilisant des outils d'analyse statique et dynamique.

#### Pré-requis nécéssaires

- 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)





#### Wireless Sensors Network

### 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 synchronisation seront également traités. 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 nécéssaires

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)





#### Embedded IA for IoT

### Présentation

#### Description

Le cours de 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 loT (séries temporelles et images) en prenant en compte des contraintes de ressources limitées liées aux devices loT ciblés (calcul et mémoire) pour des tâches de classification ou de régression. Les TP se déroulent en Python avec les librairies scikit-learn, TensorFlow et TensorFlow Lite.

d'embarquer des outils d'apprentissage automatique sur des appareils loT 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 librairies existantes
- mettre en place des méthodes de compression de modèle pour l'embarqué à partir de librairies existantes
- présenter et expliquer les résultats d'algorithmes d'apprentissage
- développer en langage Python

#### Pré-requis nécéssaires

Algorithmique, Bases d'apprentissage automatique, Langage Python

#### **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

#### 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)







### Energy for connected objects



**ECTS** 



Volume horaire

37h

## 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. fonction de sa spécialité, à des niveaux différents-:

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

Des connaissance en électronique, en programmation pour l'embarqué, en électromagnétisme, et en physique sont nécessaires.

#### **Objectifs**

A la fin de cet enseignement, l'étudiant devra -en





## 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)







#### Innovative Project 1

#### Présentation

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

#### 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

#### Pré-requis nécéssaires

(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)





#### Portfolio 1

### 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.

#### Pré-requis nécéssaires

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)

Q

Toulouse

### **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





#### Wireless Communications

#### 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

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.
- d'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.
- acquérirr 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)



### **Objectifs**





## 5G Technologies

### Présentation

Bases de traitement du signal et de télécommunication

#### 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

#### Évaluation

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

## Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

## **Objectifs**

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 nécéssaires





#### Middleware and Services

#### 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 autonomique

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 loT sur un cloud. Le concept d'autonomique computing sera explicité et utilisé ensuite pour adapter dynamiquement l'architecture loT 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'autonomique 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'Elnternet 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 autonomique une plate-forme pour l'Elnternet des Objets sur le cloud

### Pré-requis nécéssaires

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)





### Innovative Project 2

### 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 nécéssaires

(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)





#### Portfolio 2

### 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.

#### Évaluation

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

## Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

### **Objectifs**

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





## English

### 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.

#### Évaluation

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

## Infos pratiques

### Lieu(x)

Toulouse

### **Objectifs**

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 nonspécialiste.

#### Pré-requis nécéssaires

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





## Psychologie sociale et éthique

#### 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 socioécologiques.

## **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 socioécologiques dans son parcours professionnel

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

Aiguiser l'esprit critique, le décentrement et la

## Pré-requis nécéssaires

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)





## Management d'équipe

## 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.

évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

### **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,





**APS** 

## 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)







PPI

## 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)







#### Bases de la sécurité

#### 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'architecure 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)

des réseaux TCP/IP, de la programmation en langage C et en assembleur. Il s'agit ici d'une mise a 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 (sécurity 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

#### **Objectifs**

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

- Les principaux concepts des systèmes 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)





## Sécurité du logiciel

#### 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.

- 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 nécéssaires

#### **Objectifs**

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

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'autilisation 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)





## Sécurité système et matérielle, rétro conception

### 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, débuggers 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 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 a intégrer dans le système d'exploitation;
- Identifier les menaces sur les composants physiques d'un système ;
- De réaliser une rétro-conception de maliciels pour en comprendre le fonctionnement voire créer des signatures pour les détecter

## Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

#### Pré-requis nécéssaires

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'autilisation 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...





## Sécurité des réseaux et de leurs protocoles

### 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)
- Dénis 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, transfer 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 :

dans un réseau d'opérateurs

- 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 pointenti d'accès Wifi ; réaliser un test d'intrusion sur un point d'accès Wifi
- Différentier 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
- 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 nécéssaires





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)





#### Architectures réseaux sécurisées



ECTS 4 crédits



Volume horaire

### 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, négiciations (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 lPsec 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 :
- Analyse les évènements collectés par les sondes et corréler ces évènements pour identifier une menace réelle.
- Identifier les vulnérabilités dans les architectures web et proposer des solutions pour réaliser une protection efficace

#### Pré-requis nécéssaires

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)

0





### Sécurité des systèmes embarqués critiques



**ECTS** 5 crédits



Volume horaire

## 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 boite 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 boite 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)





SHSJ

## 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)







## Psychologie sociale et éthique

#### 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 socioécologiques.

## **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 socioécologiques dans son parcours professionnel

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

Aiguiser l'esprit critique, le décentrement et la

#### Pré-requis nécéssaires

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)





## Management d'équipe

## 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.

évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

### **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,





**APS** 

## 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)







PPI

## 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)







## Projet

## 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)





## Les enjeux de l'energie

## 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





#### Produire de l'électricité

### 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 cellules monocristallin au couches polycristallines. Un TP de mesures électriques est prévu.

## Pré-requis nécéssaires

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)





## Chaleur et energie

## Présentation

## Infos pratiques

#### Description

Lieu(x)

Toulouse

Voir Méthanisation II

## Objectifs

Voir Méthanisation II

#### Pré-requis nécéssaires

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...





## Energie et mobilité

## Présentation

### Description

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

La batterie sera notemment 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 chaine de propulsion électrique

#### Pré-requis nécéssaires

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)





#### **Biomasse**

#### 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 couts 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

#### Pré-requis nécéssaires

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

## 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





### Gestion de l'énergie électrique

### 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 :

- connaitre 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
- connaitre 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 nécéssaires

Récupération de l'énergie ambiante Des connaissance 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)





### Actionneurs et générateur électriques

#### 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.

#### Pré-requis nécéssaires

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

#### **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.





### Méthanisation

## Présentation

Description

#### Pré-requis nécéssaires

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)





## Convertisseurs de puissance

## Présentation

Description

#### Pré-requis nécéssaires

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)





#### Méthanisation II

### Présentation

Éléments de thermique d'une unité de méthanisation

Visite Unité de méthanisation

#### 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 (H2S, pH, stabilité...)

La valorisation du biogaz - traitement (H2S, siloxane, CO2, NH3)

- présentation des différentes techniques de traitement du biogaz (membranes, lavage à l'eau, adsorption (PSA) et voix de valorisation (réinjection, cogénération, 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

### 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 nécéssaires

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)





### Photovoltaique

### Présentation

Notion de physique générale : électricité, optique... Un plus une connaissance sommaire d'un semi-conducteur bien que les notions clés seront rappelées

#### Description

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

# 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 modalisation numérique de cellules 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

## Lieu(x)

Toulouse

#### Pré-requis nécéssaires





## Psychologie sociale et éthique

### 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 socioécologiques.

## **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 socioécologiques dans son parcours professionnel

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

Aiguiser l'esprit critique, le décentrement et la

## Pré-requis nécéssaires

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)





### Management d'équipe

## 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.

évaluation par les pairs...

## Infos pratiques

#### Lieu(x)

Toulouse

### **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,





**APS** 

## 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)







PPI

## 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)







## Stage 4A

## Présentation

## Infos pratiques

#### Description

Lieu(x)

Toulouse

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

#### **Objectifs**

Les objectifs du stage 4A sont :

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

#### Évaluation

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





## Stage 5A – PFE

### Présentation

Lieu(x)

Toulouse

#### Description

Stage de 16 à 26 semaines dans une entreprise

#### **Objectifs**

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

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

### Évaluation

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

## Infos pratiques

