

---

**PROGRAMME INGÉNIEUR,  
SPÉCIALITÉ SYSTÈMES  
EMBARQUÉS**

---

2023-2024

2e année

---

RESPONSABLE DU PROGRAMME

Olivier Henri ROUX



**PROGRAMME INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS - 2e année**

# 2e année

UE	Crédits UE	Type de cours	Acronyme	Libellé cours
UE200	20	Tronc commun	SEC2_ENT	Travail en entreprise
		Tronc commun	SEC2_PFE	Préparation projet de fin d'étude
UE201	4	Tronc commun	SEC2_ADP	Analyse des pratiques
		Tronc commun	SEC2_SSAT	Sciences sociales appliquées au travail
UE202	4	Tronc commun	SEC2_EE	Economie de l'entreprise
		Tronc commun	SEC2_ESE	Enjeux de Société et Entreprises
UE203	7	Tronc commun	SEC2_LE	Linux Embarqué
		Tronc commun	SEC2_PS	Programmation smartphone
		Tronc commun	SEC2_PTR	Programmation temps réel
UE204	8	Tronc commun	SEC2_RTOS	Construction d'un RTOS
		Tronc commun	SEC2_SI	Sécurité informatique
		Tronc commun	SEC2_SINT	Systèmes interconnectés
UE205	6	Tronc commun	SEC2_ALC	Actionneur et Lois de commande
		Tronc commun	SEC2_CE	Circuit Electronique
UE206	9	Tronc commun	SEC2_CI	Instrumentation Capteurs et intégration
		Tronc commun	SEC2_COMP	Compilation
		Tronc commun	SEC2_CPP	Programmation orientée objet
UE207	2	Tronc commun	SEC2_ANG	Anglais Toeic
		Tronc commun	SEC2_PSI	Stage à l'Etranger - Séjour International

# INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE200

## Travail en entreprise [SEC2\_ENT]

Responsable(s) du cours : Olivier Henri ROUX

### Objectifs

Formation par apprentissage

### Plan de l'enseignement

Alternance d'environ 4 à 5 semaines

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	0 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE200

## Préparation projet de fin d'étude [SEC2\_PFE]

*Responsable(s) du cours : Marie GOUGEON / Olivier Henri ROUX*

### Objectifs

- questionner sa mission PFE sous 4 angles (technique et scientifique / travail humain / organisationnel / économique).
- construire une problématique.
- formuler des hypothèses de travail.
- Identifier les données à recueillir.

### Plan de l'enseignement

Atelier de travail autour de la mission confiée à l'apprenti et en compagnie de son équipe tutorale (tuteur industriel, référent apprentissage, tuteur pédagogique).

### Bibliographie

Luc Van Campenhoudt (van) L.; Marquet J. Quivy R., Manuel de recherche en sciences sociales, Dunod, 2017 (5ème édition).

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	6 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE201

## Analyse des pratiques [SEC2\_ADP]

Responsable(s) du cours : Marie GOUGEON / Olivier Henri ROUX

### Objectifs

- Comprendre l'intérêt de la mission conduite en entreprise pendant l'année écoulée.
- Valider ses acquis concernant les dimensions de l'ingénieur chargé d'une mission, sur la base des éléments de son vécu, ses retours d'expérience
- Permettre aux apprentis de passer d'une position d'étudiant à une position de professionnel, grâce à :
  - Une réflexion sur leurs modes et méthodologies d'apprentissage,
  - Une identification des pratiques efficaces,
  - Un échange entre pairs,
  - Une mise en lien des deux lieux de formation : l'école et l'entreprise d'accueil.

### Plan de l'enseignement

Exemples de thèmes : L'intégration de l'apprenti en entreprise,

- L'utilisation des outils de l'information et de la communication,
- La formation à l'école,
- La formation entre pairs,
- L'appropriation du dispositif de formation.

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	0 hrs	0 hrs	6 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE201

## Sciences sociales appliquées au travail [SEC2\_SSAT]

Responsable(s) du cours : Fabien THOMAS / Olivier Henri ROUX

### Objectifs

L'enseignement de sciences sociales appliquées au travail a pour objectifs :

- acquérir une démarche rationnelle de questionnement dans le cadre d'une pratique liée au travail humain
- acquérir une méthodologie de recueil de données adaptée à ce questionnement
- s'approprier les savoirs relatifs à une pratique liée au travail humain
- faire se rejoindre "pratiques" et "théories" à partir de l'expérience professionnelle des élèves ingénieurs en apprentissage (en liaison avec les séances d'analyse de la pratique)
- transformer ces savoirs en savoirs-faire professionnels

A cette fin, le module SSAT comporte :

- des interventions liées à divers domaines du travail humain
- une recherche menée pendant trois ans, à partir d'une situation professionnelle issue de l'entreprise d'accueil de l'apprenti (concrétisée par la rédaction d'un mémoire)
- un suivi individualisé avec un intervenant du module SSAT (dans le questionnement, la structuration de la recherche, et la correction des livrables et du mémoire).

L'enseignement dispensé s'appuie sur une pédagogie de l'alternance, spécifique à l'apprentissage. Dans cette pédagogie, les élèves ingénieurs en apprentissage doivent porter leur attention à des situations réelles, issues de leur vie en entreprise. Pour autant, ils ne doivent ni faire la promotion, ni dénigrer cette dernière, ni non plus faire étalage de leurs opinions ou sentiments personnels. Méthode rigoureuse, prise de recul, dossier de recherche, culture économique, sociale, juridique sont exigées.

### Plan de l'enseignement

L'enquête de terrain  
Pratique de l'écrit A2  
Évaluer le travail  
Travailler en équipe  
Soutenances d'étape  
Atelier post-soutenances  
Environnement juridique et social

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)  
EVI 2 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	0 hrs	0 hrs	49 hrs	0 hrs	0 hrs

## Economie de l'entreprise [SEC2\_EE]

Responsable(s) du cours : Jean GUERNIC / Olivier Henri ROUX

### Objectifs

A l'issue de la formation, l'étudiant doit être capable de :

- Ø comprendre les enjeux de l'économie actuelle, et, les décisions politiques associées,
- Ø resituer les enjeux des entreprises dans la RSE,
- Ø identifier et comprendre les stratégies de l'entreprise,
- Ø comprendre la déclinaison opérationnelle d'une stratégie,
- Ø intégrer ces dimensions dans son PFE

### Plan de l'enseignement

Introduction : Economie et entreprise (retour sur les connaissances acquises en SEC1)

Partie 1. La prise de décision en temps de crise

A/ Economie : une situation exceptionnelle à plus d'un titre

- o La situation sociétale : mars 2020
- o Déconnexion économie / finance
- o Un niveau d'incertitude sans précédent
- o Analyse systémique de l'impact du COVID
- o Grille de décision

B/ Economie et décisions politiques

- o Contexte & valeurs humaines
- o Conséquences & typologie de résultats
- o Conclusion : Prix d'une vie humaine & compétitivité

C/ Réponses politiques

- o Françaises
- o Européennes

Conclusion : Déploiement opérationnel d'un plan d'activité

D/ Plan de Continuité d'Activité

- o Le contexte sanitaire
- o L'adaptation des organisations du travail
- o Le plan de continuité d'activité
- o La prise en compte de la Santé et de la Sécurité

Partie 2. La stratégie en entreprise

A/ Stratégie & vocabulaire

- o La mission de l'entreprise
- o La définition de la stratégie
- o Vocabulaire & notions associées
- o La stratégie & vous !

B/ Stratégie & opérationnalité

- o Les 3 piliers de la stratégie

- o La notion de valeur
- o Analyse & déclinaison
- o Le diagnostic stratégique

#### C/ Les outils de base

- o Le SWOT
- o Le PESTEL
- o 5 forces de Porter
- o La chaîne de valeur

### Partie 3. RSE & mesure de la performance

#### A/ RSE / Développement durable

- o La RSE : c'est quoi ?
- o Pourquoi une politique RSE ?

#### B/ RSE & performance

- o La notion de performance globale
- o Le Balanced ScoreCard®
- o La RSE et la performance durable (environnementale & humaine)

### Partie 4. La santé : un des facteurs clefs de la performance

#### A/ La Sécurité et la Santé au travail

- o Les enjeux
- o Les obligations de l'entreprise
- o Accidents du travail et maladies professionnelles : définitions, coûts

#### B/ Le management Hygiène et Santé intégré

- o Management et promotion de la Santé
- o Qualité de vie au travail : performance économique et sociale

### Partie 5. La dimension économique au sein du PFE

#### A/ Le principe de la synthèse économique

- o Le QQQQCP appliqué à la conception de la synthèse
- o Le QQQQCP appliqué au contenu de la synthèse
- o Le contexte sociétal & juridique de la réflexion

#### B/ Le contenu de la synthèse économique

- o Les 10 items
- o Le retour d'expérience

## Bibliographie

---

## Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	28 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs



# INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE202

## Enjeux de Société et Entreprises [SEC2\_ESE]

*Responsable(s) du cours : Olivier Henri ROUX / Stéphane GUYARD*

### Objectifs

Le module « Enjeux de société et entreprises » vise l'acquisition de compétences en termes de démarche scientifique d'analyse du fonctionnement et des évolutions des entreprises (questionnement, recueil et analyse de données). Les compétences développées s'inscrivent pleinement dans le Socle Commun de l'Alternance (SCA) piloté par l'ITII.

Ce cours repose sur la réalisation, durant les deux premières années de formation, d'une étude collective (en groupe de 4 ou 5 apprentis) sur des sujets qui interrogent le rapport entre des enjeux contemporains de sociétés et le fonctionnement et les évolutions des entreprises.

Les enquêtes sont menées principalement dans le contexte du secteur professionnel de la filière Mécanique. La mutualisation des contextes et des expériences des apprenants doit permettre le partage, la confrontation et une certaine montée en généralité des résultats.

La pédagogie s'organise autour de séances de transmission de savoirs théoriques et méthodologies et de séances d'accompagnement des apprenants par les enseignants. Afin d'assurer la continuité et la cohérence de l'accompagnement un intervenant unique suit les apprenants sur les deux années. Ce dernier point doit permettre une meilleure lisibilité pour eux et favoriser un lien durable et une continuité de leur travail réalisé sur les deux années.

### Plan de l'enseignement

Plan de l'enseignement

Organisation année A2 :

- réalisation de l'enquête empirique (entretiens scientifiques, questionnaires, observations, analyse documentaire) ;
- analyse des données recueillies ;
- présentation de l'enquête et des résultats lors d'une soutenance en fin d'année.

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	0 hrs	0 hrs	20 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE203

## Linux Embarqué [SEC2\_LE]

*Responsable(s) du cours : Mikael BRIDAY / Vincent LE CAM*

### Objectifs

base de l'utilisation de la ligne de commande

Savoir appréhender un système à Linux embarqué industriel

Cross compiler : configurer et compiler son propre noyau, flasher, booter, mettre à jour...

Développer ses propres applications

Développer les drivers du noyau Linux suivant le principe des Device Tree : être à l'aise avec notion Kernel / user space, les DTS, les interruptions,...

Savoir positionner les enjeux logiciels/drivers pour un développement d'application métier

### Plan de l'enseignement

utilisation du terminal

développement sur cible embarqué (user space)

développement niveau pilote (kernel space)

développement application complète sur Pegase 3

### Bibliographie

Linux embarqué - Pierre Ficheux, éditions Eyrolles - 2016

solutions temps réel sous Linux - Christophe Blaess - 2015

Linux - Maîtrisez l'administration du système - Sébastien Rohaut - 2020

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	6 hrs	4 hrs	32 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE203

## Programmation smartphone [SEC2\_PS]

Responsable(s) du cours : Mikael BRIDAY

### Objectifs

Le but de cet enseignement est d'apprendre à programmer sur un plateforme de type smartphone ou tablette.

L'enseignement se fera sur Android et en Java sous Android Studio.

A la fin de l'enseignements les étudiants seront capable de :

- concevoir et programmer une interface utilisateur
- comprendre et mettre en oeuvre la persistance des données
- réaliser une application concurrente
- interconnecter une application sur smartphone via un réseau

### Plan de l'enseignement

L'enseignement de CM et TD abordent les points suivants :

- spécificité de la programmation sur Android
- composant d'une interface graphique
- persistance des données
- programmation concurrente sur Android
- mise en place d'une communication réseau

L'ensemble des concepts sont ensuite mis en oeuvre à travers des TP et la réalisation d'une application de monitoring d'un système embarqué.

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	12 hrs	18 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE203

## Programmation temps réel [SEC2\_PTR]

Responsable(s) du cours : Olivier Henri ROUX

### Objectifs

Les systèmes embarqués sont soumis à de nombreuses contraintes et sont en interaction étroite avec des procédés. Certains systèmes embarqués par exemple dans l'avionique ou l'automobile sont particulièrement critiques et avec de fortes contraintes temps réel.

L'objectif de ce cours est d'aborder ces systèmes embarqués à 2 niveaux d'abstraction:

- avec une programmation directe sur carte embarquée;
- en utilisant un système d'exploitation temps réel (RTOS pour real-time operating system) qui offre des services de plus haut niveau;

Dans ce dernier cas, la programmation multi-tâche et les mécanismes de synchronisation entre tâches sont traitées.

### Plan de l'enseignement

Utilisation d'un exécutif temps réel:

- Décomposition fonctionnelle des systèmes embarqués ;
- Architecture logicielle d'un système de pilotage ;
- Implantation synchrone et asynchrone : rôle de l'exécutif ;
- Structure générale d'un exécutif ;
- Primitives de synchronisation, de gestion des événements et du temps ;
- Exemples d'applications Temps Réel.
- Ordonnancement Temps Réel
- Du monoceur au multicoeurs

### Bibliographie

- D. Patterson & J. Hennessy, Computer Organization and Design – ARM Edition, Morgan Kaufmann, 2017
- Les systèmes d'exploitation temps réel - Techniques de l'Ingénieur R5080 et R5082 - J.P. Elloy Y. Trinquet

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	12 hrs	0 hrs	20 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE204

## Construction d'un RTOS [SEC2\_RTOS]

Responsable(s) du cours : Pierre MOLINARO

### Objectifs

Ce cours présente la construction pas-à-pas d'un noyau d'exécutif Temps-Réel pour processeur ARM, en une quinzaine d'étapes. Pour chaque étape, la présentation est suivie de l'application immédiate par programmation d'une carte micro-contrôleur.

Le langage de programmation est le langage C++, et en moindre mesure l'assembleur ARM.

À l'issue de ce cours, les étudiants auront compris la structure d'un exécutif Temps Réel, les interruptions matérielles et logicielles, comment écrire un service de l'exécutif et un outil de synchronisation tel que le sémaphore de Dijkstra.

### Plan de l'enseignement

- Installation de la chaîne de développement
- Faire clignoter une LED
- modes logiciels
- Interruption Temps Réel SysTick
- Leds utilisateurs
- Boutons poussoir
- Afficheur LCD
- Appel SVC
- Structure d'un noyau d'exécutif
- Lancement d'une unique tâche
- Preemption
- Fin des tâches
- Attente délai
- Sémaphore
- Attente échéance
- Buffer affichage LCD
- Primitive d'attente multiple

### Bibliographie

Système d'exploitation Temps Réel : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Système\\_d%27exploitation\\_temps\\_réel](https://fr.wikipedia.org/wiki/Système_d%27exploitation_temps_réel)

Joseph Yiu, The Definitive Guide to ARM® Cortex®-M3 and Cortex®-M4 Processors, Newnes editor, ISBN-13 978-0124080829

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	10 hrs	20 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE204

## Sécurité informatique [SEC2\_SI]

Responsable(s) du cours : Mikael BRIDAY / Xavier LEPRÉVOST

### Objectifs

- Approche de la sécurité dans les systèmes embarqués
- éléments matériels disponibles pour faire du code sécurisé
- techniques de programmation pour sécuriser le code dans un microcontrôleur

### Plan de l'enseignement

- présentation générale de la sécurité
- hardware lié à la sécu (ARM trustzone notamment)
- technique de programmation liées à la sécu (side attack channel, attaque par analyse de conso)
- mise en œuvre (TP) d'une liaison sécurisée (hachage SHA256 / chiffrement AES256+CBC) dans l'environnement Segger embedded Studio

### Bibliographie

- datasheet SAML11, SAMD10
- SAM L11 Security Reference Guide AN5365
- Definitive Guide to Arm Cortex-M23 and Cortex-M33 Processors by Joseph Yiu
- <https://www.ssi.gouv.fr/guide/regles-de-programmation-pour-le-developpement-securise-de-logiciels-en-langage-c/>

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	18 hrs	12 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE204

## Systèmes interconnectés [SEC2\_SINT]

Responsable(s) du cours : Pierre-Emmanuel HLADIK

### Objectifs

Cet enseignement a pour objectif de comprendre comment réaliser des échanges de données entre micro-contrôleurs : liaison série asynchrone, bus I2C, SPI et CAN, Ethernet TSN, Wifi, etc.

Le cours et les TP sont basés sur les cartes Adafruit Feather MO Wifi et Teensy 3.6, programmées via l'IDE Arduino.

A la fin de l'enseignements les étudiants seront capable de :

- comprendre les principaux moyens d'échange de données entre les systèmes dans une architecture embarquée hétérogène,
- mettre en oeuvre différentes technologies (liaison série asynchrone, bus I2C, SPI, CAN, Ethernet TSN, WiFi, etc.) d'échange de données,
- concevoir l'infrastructure logicielle assurant la communication dans une plateforme hétérogène.

### Plan de l'enseignement

L'enseignement présente différents médiums de communication pour le systèmes embarqués et suit le plan suivant :

- Introduction sur l'interconnection des systèmes
- Liaison série asynchrone
- Bus I2C
- Lignes de transmission
- Bus SPI
- CRC (Cyclic Redundancy Checksum)
- Réseau CAN (Controller Area Network)
- Ethernet (TSN)
- MQTT

Les différentes notions vues en cours et en TD sont ensuite mises en pratique en TP et lors d'un projet intégrateur.

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)  
EVC 2 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	18 hrs	16 hrs	28 hrs	0 hrs	2 hrs

# INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE205

## Actionneur et Lois de commande [SEC2\_ALC]

Responsable(s) du cours : Mohamed Assaad HAMIDA

### Objectifs

Un signal est une grandeur physique évoluant au cours du temps (par exemple, altitude d'un drone, température dans un bâtiment, taux d'infection virale). Un système est une relation de cause à effet entre un ou plusieurs signaux d'entrée (la cause, l'excitation) et un ou plusieurs signaux de sortie (l'effet, la réponse à l'excitation). Un système automatique (ou automatisé) est un système dont le pilotage est confié à un organe plus ou moins autonome, de nos jours un système informatique, qui va agir sur l'excitation pour obtenir certaines performances (obtenir le plus rapidement possible une certaine température dans un bâtiment climatisé, sans passer par une phase de température excessive, et en préservant la fiabilité future du climatiseur).

Pour fonctionner, un système de pilotage opère en général en boucle fermée, c'est-à-dire qu'il analyse au cours du temps des signaux de mesure, pour en déduire les signaux d'excitation appropriés pour obtenir un comportement désiré, ou approcher au mieux ce comportement. Il faut alors concevoir et mettre en œuvre un algorithme qui, à partir des mesures et des spécifications, calcule les excitations.

### Plan de l'enseignement

- 1) Analyse et caractérisation des signaux à temps continu
  - transformées de Fourier, de Laplace,
- 2) Modélisation et représentation des systèmes dynamiques linéaires invariants à temps continu
  - fonction de transfert, espace d'état
  - Pôles, zéros, stabilité - Réponses temporelle et fréquentielle
  - Simulation
  - Systèmes du premier ordre et du second ordre
- 3) Commande des systèmes linéaires SISO
  - Définition du problème de commande
  - De la commande en boucle ouverte à la commande en boucle fermée.
  - Commande à deux degrés de liberté (compensation et pré-compensation)
  - Quelles propriétés imposer à la boucle fermée.
- 4) Stabilité nominale et stabilité robuste de la boucle fermée.
- 5) Performances nominales et Performances robustes de la boucle fermée.
- 6) Les régulateurs de type PID, retard de phase, avance de phase.

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.4)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.6)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	26 hrs	12 hrs	16 hrs	0 hrs	2 hrs



# INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE205

## Circuit Electronique [SEC2\_CE]

*Responsable(s) du cours : Olivier Henri ROUX / Yves BLOT*

### Objectifs

- étude complète d'une application embarquée, incluant un micro-contrôleur
- conception électronique d'une carte, schéma/routage
- programmation bas niveau avec contraintes de tailles de code (assembleur)
- assemblage, mise au point et test de carte.
- utilisation des outils de CAD Kicad, Freecad.

### Plan de l'enseignement

- conception électronique
- réalisation du schéma/routage du PCB
- soudage des composants
- mise au point électronique
- programmation
- validation de la carte

### Bibliographie

<https://www.kicad.org/>

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	10 hrs	18 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE206

## Instrumentation Capteurs et intégration [SEC2\_CI]

Responsable(s) du cours : Said MOUSSAOUI

### Objectifs

- Maîtriser les concepts généraux sur les capteurs et leur fonctionnement
- Expliquer les techniques d'utilisation des capteurs dans une chaîne de mesure
- Savoir mettre en oeuvre des étapes d'acquisition de données et de traitement du signal pour l'extraction de l'information utile
- Etudier des cas concrets liée au pilotage de processus physiques à l'aide de techniques issue de l'automatique

### Plan de l'enseignement

1. Principe généraux des capteurs
2. Caractérisation métrologiques de capteurs
3. Conditionnement de capteurs
4. Instrumentation et acquisition de données
5. Analyse de données par traitement du signal
6. Applications en commande de systèmes

### Bibliographie

Les capteurs en instrumentation industrielle. Georges Asch, Dunod, 2002  
 LabVIEW : Programmation et applications. Francis Cottet, Dunod, 2008  
 Control System Design, G.C. Goodwin, S.F. Graebe, M.E. Salgado, Prentice Hall, 2001.

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.4)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.6)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	18 hrs	16 hrs	20 hrs	0 hrs	2 hrs

# INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE206

## Compilation [SEC2\_COMP]

*Responsable(s) du cours : Pierre MOLINARO*

### Objectifs

Ce cours a pour but de donner aux étudiants une vue d'ensemble des outils et techniques de compilation. Un long TP fait construire un compilateur complet d'un petit langage jouet, depuis l'analyseur lexical jusqu'à la génération de code LLVM.

### Plan de l'enseignement

- Introduction
- Les différentes phases de la compilation
- Utilisation de GCC et binutils
- Cross compilateurs
- Utilisation de LLVM - CLANG
- Analyse lexicale
- Analyse syntaxique
- Construction de l'arbre syntaxique abstrait
- Analyse sémantique
- Sections, assembleur et édition des liens
- Le langage LLVM

### Bibliographie

Alfred V. Aho, Monica S. Lam, Ravi Sethi. Compilers: Principles, Techniques, and Tools (2nd edition). Addison Wesley. 2006

Legendre Romain, Schwarzentruher François, Compilation : analyse lexicale et syntaxique - Du texte à sa structure en informatique, édition Ellipses, ISBN : 9782340003668

Kai Nacke, Learn LLVM 12, éditeur Packt Publishing, ISBN : 9781839210037

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	10 hrs	20 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

# INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE206

## Programmation orientée objet [SEC2\_CPP]

*Responsable(s) du cours : Myriam SERVIÈRES*

### Objectifs

Ce cours a pour objectif l'approfondissement d'éléments de programmation C++. Il débute par une révision des notions de conception objet, d'écriture de classes et d'utilisation de STL. Ensuite il aborde l'héritage multiple, les exceptions, les templates et termine par une initiation à la programmation multi-thread et aux enjeux du parallélisme.

Afin de maîtriser le langage de façon opérationnelle, un grand nombre de TP de mise en pratique sont prévus.

### Plan de l'enseignement

- conception objet, écriture de classes et STL
- Héritage multiple
- exceptions
- templates
- Initiation à la programmation multi-thread et enjeux du parallélisme

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	8 hrs	0 hrs	24 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE207

## Anglais Toeic [SEC2\_ANG]

*Responsable(s) du cours : James RATCLIFF*

### Objectifs

- Préparer les étudiants à atteindre au moins 785 au TOEIC (grammaire, vocabulaire, écoute, lecture)

### Plan de l'enseignement

Programme de formation

TOEIC blancs avec correction systématique  
Vocabulaire professionnel et TOEIC  
Activités socio-professionnelles (selon niveau du groupe)

### Bibliographie

Collins Practice Tests for The TOEIC TEST  
English Grammar in Use with answers - Raymond Murphy

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	0 hrs	28 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE207

## Stage à l'Etranger - Séjour International [SEC2\_PSI]

Responsable(s) du cours : Anais COUTÉ / Olivier Henri ROUX

### Objectifs

Stage de 10 semaines à l'Etranger

### Plan de l'enseignement

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	4 hrs	0 hrs	8 hrs	0 hrs	0 hrs