

PÉRIODE D'ACCREDITATION : 2016 / 2021

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

---

# SYLLABUS MASTER

Mention Electronique, énergie électrique,  
automatique

M2 ingénierie des systèmes temps réel

---

<http://www.fsi.univ-tlse3.fr/>  
<http://www.eea.ups-tlse.fr>

2018 / 2019

22 MAI 2019

# SOMMAIRE

---

PRÉSENTATION . . . . .	3
PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS . . . . .	3
Mention Electronique, énergie électrique, automatique . . . . .	3
Parcours . . . . .	3
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 ingénierie des systèmes temps réel . . . . .	3
RUBRIQUE CONTACTS . . . . .	5
CONTACTS PARCOURS . . . . .	5
CONTACTS MENTION . . . . .	5
CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.EEA . . . . .	5
Tableau Synthétique des UE de la formation . . . . .	6
LISTE DES UE . . . . .	9
GLOSSAIRE . . . . .	31
TERMES GÉNÉRAUX . . . . .	31
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES . . . . .	31
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS . . . . .	31

# PRÉSENTATION

---

## PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS

### MENTION ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

L'objectif du Master, **labélisé CMI**, est de former des cadres spécialistes en Electronique, Energie électrique, Automatique, Informatique industrielle et/ou Traitement du signal, capables d'intégrer les secteurs de l'Aéronautique, de l'Espace, de l'Energie, des Télécommunications et de la Santé. La structure indifférenciée des parcours permet une insertion professionnelle (2 mois de durée moyenne de recherche d'emploi) dans l'industrie ou une poursuite en doctorat.

Cette mention est composée de 8 parcours types :

- Electronique des Systèmes Embarqués et Télécommunications (ESET)
- **Systèmes et Microsystèmes Embarqués (SME)**
- **Ingénierie des Systèmes Temps Réel(ISTR)**
- **Robotique : Décision et Commande(RODECO)**
- Signal Imagerie et Applications Audio-vidéo Médicales et Spatiales (SIA-AMS)
- Radiophysique Médicale et **Génie BioMédical(RM-GBM)**
- **Energie Electrique : Conversion, Matériaux, Développement durable(E2-CMD)** - *M2 commun avec l'INP/ENSEEIH de Toulouse*
- Sciences et Technologies des Plasmas (STP) *bi-diplomation avec l'université de Montréal (Québec)*

Les parcours **en gras** peuvent être suivis **en alternance en M2, via des contrats de professionnalisation**, ou de façon classique.

### PARCOURS

Ce parcours est la deuxième année du diplôme du master EEA-ISTR qui vise à former des spécialistes en conception, analyse, mise en œuvre, optimisation et exploitation de systèmes automatiques et temps réel, autonomes et/ou embarqués. Cette formation est une réponse à la demande récurrente des partenaires industriels de l'université et des laboratoires de recherche sur lesquels s'appuie la formation. Ce parcours de master de deux ans a une première année commune avec le master EEA-RODECO. Pour cette seconde année, un étudiant sera amené à choisir 3 blocs de spécialisation parmi 4 :

- Spéc. **Commande**(UE de commande linéaire avancée, UE d'analyse et la commande des systèmes temps réel, UE de conception et de mise en œuvre des commandes temps réel) ;
  - Spéc. **Autonomie**(UE de modèles temporels avancés, UE de contrôle et de simulation, UE de diagnostic et de supervision) ;
  - Spéc. **Réactivité**(UE de Techniques pour le temps reel, UE de conception des systèmes temps réel, UE de réseaux temps réel) ;
  - Spéc. **Fiabilité**(UE de sûreté de fonctionnement, UE de vérification et validation, UE de tolérances aux fautes).
- La seconde année est ouverte à l'alternance (contrat professionnel).**

## PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 INGÉNIERIE DES SYSTÈMES TEMPS RÉEL

### Objectifs

Le parcours ISTR s'adresse à des étudiants ayant un profil orienté vers les systèmes automatiques et temps réel, autonomes et/ou embarqués :

- titulaire d'une licence EEA ou équivalent, pour une entrée en M1,

– ayant une première année de master validée pour une entrée en M2.

Le M2 EEA-ISTR a pour vocation de compléter les connaissances acquises en première année (dans les domaines l'automatique à événements discrets, l'automatique à temps continu, l'informatique industrielle et la conception système) par des enseignements avancés autour de la fiabilité, la sûreté de fonctionnement, la commande des systèmes, les réseaux temps réel, le diagnostic des systèmes à événements discrets.

En deuxième année, un étudiant sera amené à choisir 3 blocs de spécialisation parmi 4 (Commande, Autonomie, Réactivité et Fiabilité)

### **Organisation du cursus et contenu**

– *La première année* : elle est commune avec celle du master RODECO. Elle est articulée autour d'un socle comprenant l'automatique à temps continu, l'automatique discrète, l'informatique industrielle et conception systèmes, auxquels s'ajoutent des UEs plus spécifiques permettant d'approfondir ou de découvrir un certain nombre de disciplines connexes (réseaux pour la commande, commande des convertisseurs, traitement d'images, etc.). A ce socle scientifique, s'ajoutent les disciplines de formation générale et de langues afin de préparer l'étudiant à sa future insertion professionnelle. Au second semestre, un projet d'étude et de recherche en petit groupe encadré par un membre de l'équipe pédagogique permet de mettre en pratique certaines matières vues durant l'année. Un stage facultatif est de plus prévu afin de renforcer l'expérience professionnelle des étudiants.

– *La seconde année* : elle approfondit le socle de connaissances. Outre les UE de formation générale et de langues nécessaires à tout étudiant de niveau master, elle propose des enseignements scientifiques répartis dans 4 blocs de spécialisation (Commande, Autonomie, Réactivité et Fiabilité).

**La deuxième année est ouverte à l'alternance.** Cela signifie qu'elle est organisée de manière à pouvoir accueillir au sein d'une même promotion des étudiants en formation initiale et des étudiants en **contrat professionnel**. Les enseignements sont donc répartis en plusieurs blocs, entrecoupés de semaines « libres » où :

- Les étudiants alternants rejoignent leur entreprise d'accueil pour leur contrat professionnel ;
- Les étudiants non alternants effectuent des projets par équipe sur des thèmes mixant les différentes thématiques abordées au sein du master. La pédagogie par projets est donc au centre de la formation.

De manière plus précise, l'année de master 2 comprend environ 7 mois de cours à l'université. Les étudiants non alternants doivent alors effectuer un stage d'environ 5 mois de stage en entreprise ou en laboratoire, en France ou à l'étranger. Ainsi, quel que soit le mode d'apprentissage choisi, nos étudiants bénéficient d'une expérience professionnelle forte, à travers les projets et le stage ou bien le contrat professionnel.

### **Débouchés**

Notre master étant indifférencié, il permet d'envisager une carrière professionnelle **aussi bien dans l'industrie que dans la recherche (à travers la préparation d'un doctorat)**. Notre master offre donc une palette variée de postes envisageables selon la spécialisation choisie (des 3 blocs parmi 4), par exemples :

- Ingénieur systèmes et simulations
- Ingénieur R&D dans les domaines du transport (aéronautique, espace et automobile)
- Ingénieur en fiabilité et sûreté de fonctionnement
- Concepteur développeur logiciel temps réel - embarqué
- Concepteurs de systèmes de communication
- Responsables automatismes
- Automaticien
- Responsable de production
- Ingénieur Informatique Industrielle
- Ingénieur en électronique systèmes embarqués...

# RUBRIQUE CONTACTS

---

## CONTACTS PARCOURS

### RESPONSABLE M2 INGÉNIERIE DES SYSTÈMES TEMPS RÉEL

LABIT Yann  
Email : [ylabit@laas.fr](mailto:ylabit@laas.fr)

### SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

LOPES D'ANDRADE Marilyne  
Email : [marilyne.lopes-dandrade@univ-tlse3.fr](mailto:marilyne.lopes-dandrade@univ-tlse3.fr)

## CONTACTS MENTION

### RESPONSABLE DE MENTION ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

BIDAN Pierre  
Email : [pierre.bidan@laplace.univ-tlse.fr](mailto:pierre.bidan@laplace.univ-tlse.fr)  
CAMBRONNE Jean-Pascal  
Email : [jean-pascal.cambronne@laplace.univ-tlse.fr](mailto:jean-pascal.cambronne@laplace.univ-tlse.fr)

## CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.EEA

### DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

CAMBRONNE Jean-Pascal  
Email :

### SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

LAURENT Marie-Odile  
Email :

Téléphone : 0561557621

Université Paul Sabatier  
3R1  
118 route de Narbonne  
31062 TOULOUSE cedex 9

# TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

9

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	Projet	Stage
<b>Premier semestre</b>									
10	EIEAT3AM	CONCEPTION DES SYSTÈMES ORIENTÉE OBJET ET SYSTÈMES TEMPS RÉEL	4	O	16	6	26		
20	EIEAT3JM	ASPECTS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS	4	O		48			
11	EIEAT3CM	INGÉNIERIE SYSTÈME ET GESTION D'ENTREPRISE	4	O	14	14	14		
	EIEAT3DM	CHOIX 1	9	O					
		<b>Choisir 3 sous-UE parmi les 4 sous-UE suivantes :</b>							
15	EIEAT3F1	Commande linéaire avancée			8	20	12		
12	EIEAT3D2	Techniques pour le temps réel			10	12	12		
13	EIEAT3D3	Modèles temporels avancés			7	19	4		
14	EIEAT3D4	Sureté de fonctionnement			6	20	4		
	EIEAT3EM	CHOIX 2	9	O					
		<b>Choisir 3 sous-UE parmi les 4 sous-UE suivantes :</b>							
16	EIEAT3E1	Analyse et commande des systèmes temps réel			10	12	8		
17	EIEAT3E2	Conception des systèmes temps réel			4	8	8		
19	EIEAT3E4	Contrôle et simulation			5	10	15		
18	EIEAT3E3	Vérification et validation			6	12	12		
<b>Second semestre</b>									
21	EIEAT4BM	STAGE	15	O					6
22	EIEAT4CM	PROJET	3	O				125	
	EIEAT4DM	CHOIX 3	9	O					
		<b>Choisir 3 sous-UE parmi les 4 sous-UE suivantes :</b>							
23	EIEAT4D1	Conception et mise en oeuvre des commandes temps réel				6	14		
24	EIEAT4D2	Réseaux temps réel			16	8	12		
26	EIEAT4D4	Diagnostic et supervision			6	16	8		
25	EIEAT4D3	Tolérances aux fautes			6	12	12		
<b>Choisir 1 UE parmi les 4 UE suivantes :</b>									

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	Projet	Stage
27	EIEAT4VM	ANGLAIS	3	O		24			
28	EIEAT4WM	ALLEMAND	3	O		24			
29	EIEAT4XM	ESPAGNOL	3	O		24			
30	EIEAT4YM	FRANÇAIS GRANDS DÉBUTANTS	3	O		24			





---

## LISTE DES UE

---

<b>UE</b>	<b>CONCEPTION DES SYSTÈMES ORIENTÉE OBJET ET SYSTÈMES TEMPS RÉEL</b>	<b>4 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EIEAT3AM</b>	Cours : 16h , TD : 6h , TP : 26h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ALBERT Vincent  
 Email : [valbert@laas.fr](mailto:valbert@laas.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette unité est composée de deux enseignements indépendants : la conception des systèmes orientée objets et les systèmes temps réel.

Le premier enseignement vise à acquérir une expertise et un savoir-faire pour la conception des applications orientées objets avec le langage Java. Son évolutivité, son efficacité et la portabilité de sa plate-forme, font de cette technologie une solution idéale pour de nombreuses applications.

Le deuxième volet de cette unité d'enseignement est sur les applications temps réel (TR). Ces dernières se déploient de manière croissante dans de nombreux systèmes et dans pratiquement tous les domaines technologiques. Ces applications possèdent deux caractéristiques : la réactivité et le respect de contraintes temporelles. L'étude des exécutifs TR est abordée.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

A - Conception orientée objets :

1. Les principes généraux de la modélisation et de la programmation "objet"
2. Programmation orientée objets avec Java : classes, collections, héritage, polymorphisme, style (conception et bonne pratique de programmation)
3. Patrons de conception : singleton, factory, model-view-controller
4. Travaux Pratiques

– Réalisation d'une simulation d'un robot de manutention avec Java3D.

– Développement d'une interface graphique avec Swing et JGraphX.

B - Systèmes temps réel

Exécutifs temps réel

1. Concepts de base, fonctionnement multitâches
2. Ordonnement temps réel
3. Linux temps réel

Travaux Pratiques : Mesures de performances sur Linux temps réel, Génération de signaux ; Commande PWM d'un asservissement de position ;

### PRÉ-REQUIS

Savoir utiliser Linux, connaître les concepts des systèmes d'exploitation, savoir programmer en Langage C, connaître les principes de la programmation parallèle

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Java examples in a nutshell, David Flanagan, O'Reilly Media, 3rd edition, January 2004

### MOTS-CLÉS

Temps réel, Exécutif, multitâches, parallélisme, Orientée-Objet, Java, Patron de conception, 3d, interface graphique

<b>UE</b>	<b>INGÉNIERIE SYSTÈME ET GESTION D'ENTREPRISE</b>	<b>4 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EIEAT3CM</b>	Cours : 14h , TD : 14h , TP : 14h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ESTEBAN Philippe  
 Email : [esteban@laas.fr](mailto:esteban@laas.fr)

Téléphone : 05.61.33.63.35

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les systèmes et produits sont de plus en plus complexes et multifonctionnels (systèmes de transport, de télécommunication, ou simplement les objets courants). L'Ingénierie Système est une démarche méthodologique pour maîtriser la conception de tels systèmes, et développe une approche par processus collaboratifs et itératifs (processus de conception, de définition des solutions, ...) durant toute la vie du système, de sa conception à son retrait.

Dans le milieu professionnel, l'Ingénieur est le garant d'une connaissance technique et scientifique, mais il est intégré dans une structure qu'il doit connaître pour mener au mieux ses missions. Il doit comprendre les contraintes de la Gestion des Entreprises, notamment en ce qui concerne ses aspects économiques, sociaux et surtout gestionnaires.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### I - Approche de l'Ingénierie Système

- Introduction & Standards internationaux
- Analyser le besoin Client & Préparer la validation du système
- Définir & Préparer la vérification du système
- Organiser la mise en œuvre & Intégrer, Vérifier et Valider le système
- IS et Management de Projet & Management de la conception
- Etude de cas

#### II - Gestion des Entreprises

- Concepts de base de la gestion d'entreprise : notion de performance comptable, trésorerie, besoin en Fonds de Roulement, investissement, amortissement comptable, financement de l'investissement et la stratégie (internationalisation - sous-traitance).
- Bureau d'Etude : mise en situation par l'utilisation d'un jeu de simulation du management d'une entreprise industrielle.

### PRÉ-REQUIS

Conception de systèmes; connaissance de l'entreprise

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bibliographie proposée par les enseignants lors de leurs interventions.

### MOTS-CLÉS

Ingénierie Système, conception, vérification, validation, Gestion des Entreprises, trésorerie, amortissement comptable, financement de l'investissement.

<b>UE</b>	<b>CHOIX 1</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Techniques pour le temps réel		
<b>EIEAT3D2</b>	Cours : 10h , TD : 12h , TP : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LAUER Michael

Email : [michael.lauer@laas.fr](mailto:michael.lauer@laas.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Un des objectifs de ce module est d'approfondir la compréhension des méthodes utilisées dans le cadre de vérification d'exigence de réactivité des systèmes temps réel pour en saisir leur portée et leur limitation vis-à-vis des nouvelles architectures des calculateurs. Nous présenterons aussi les spécificités des systèmes d'exploitation (OS) destinés au monde de l'embarqué et nous verrons pourquoi l'utilisation d'OS généraliste n'est pas toujours une solution. Le deuxième objectif de ce module est de faciliter le choix d'une solution technique pour l'implantation d'un système de commande. Un dernier objectif sera de comprendre la mise-en-œuvre d'une application temps réel sur un micro-contrôleur à l'aide d'un OS respectant la norme industrielle OSEK/VDX répandue dans le domaine automobile.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### I - Ordonnancement avancé (6h C, 8h TD)

- Approche holistique et contrainte de précédence
- Analyse de sensibilité et dimensionnement de système
- Ordonnancement pour architecture multi-cœurs

#### II - Système d'exploitation temps réel pour l'embarqué (4hC, 4hTD, 12hTP)

- Spécificité d'un OS temps réel
- Norme OSEK/VDX (AUTOSAR)
- TP 1 : présentation de système d'exploitation temps réel *Trampoline*
- TP 2 : développement d'une application temps réel

### PRÉ-REQUIS

Système temps réel

Informatique industrielle et micro-contrôleur

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Hard Real-Time Computing Systems, Giorgio Buttazzo, Springer, ISBN 978-1-4614-0675-4

Programming in the OSEK/VDX Environment, Joseph Lemieux, ISBN 1-57820-081-4

### MOTS-CLÉS

Vérification d'exigence, réactivité, systèmes d'exploitation, norme industrielle OSEK/VDX

<b>UE</b>	<b>CHOIX 1</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Modèles temporels avancés		
<b>EIEAT3D3</b>	Cours : 7h , TD : 19h , TP : 4h		

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LE CORRONC Euriell

Email : [huriell.le.corronc@laas.fr](mailto:huriell.le.corronc@laas.fr)

Téléphone : 0561336953

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

La prise en compte du temps dans les modèles à événements discrets permet la représentation de systèmes nécessitant par exemple le respect obligatoire de durées minimale ou maximale des tâches à exécuter, de durée d'attente entre des opérations élémentaires, de temps d'acheminement d'éléments dans le système...L'objectif est de montrer comment ces systèmes peuvent être représentés par des modèles réseaux de Petri temporels et stochastiques. Ces modèles fournissent des outils d'analyse et d'évaluation de performance que le temps soit représenté par des entiers, des intervalles ou encore des probabilités. Ceci conduit à une évaluation bien plus fine du fonctionnement en terme, par exemple, de durée moyenne de traitement et de taux d'utilisation des ressources.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

### – Les réseaux de Petri et le temps

- Les réseaux de Petri temporisés (Sifakis, Ramchandani, Alla)
- Les réseaux de Petri à intervalles de sensibilisation
- Sémantiques et modèles de Merlin et Khansa
- L'analyse d'accessibilité par la technique du graphe des classes (Merlin)

### – Les réseaux de Petri stochastiques

- Extensions stochastiques des réseaux de Petri : représentation sous forme de chaîne de Markov, étude du régime stationnaire de la chaîne, calcul des indicateurs spécifiques tels que le marquage moyen d'une place et la fréquence de franchissement des transitions
- Les réseaux de Petri stochastiques généralisés : détermination de la chaîne à temps discret et réduction aux transitions stochastiques

### – Bureau d'étude

Réglage des temporisations de la commande d'un système de traitement de procédés chimiques

## PRÉ-REQUIS

Systèmes à événements discrets, réseaux de Petri, chaînes de Markov

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les réseaux de Petri, M. Diaz, Hermès, collection I2C, Mai 2001, ISBN : 2746202506

Stochastic Petri Nets, An Introduction to the Theory (2nd edition) F. Bause, P. Kritzinger, Vieweg Verlag, Germany, 2002, ISBN : 3-528-15535-3.

## MOTS-CLÉS

Réseaux de Petri, temps, modélisation, analyse, évaluation de performance, probabilité

<b>UE</b>	<b>CHOIX 1</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Sûreté de fonctionnement		
<b>EIEAT3D4</b>	Cours : 6h , TD : 20h , TP : 4h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LABIT Yann

Email : [ylabit@laas.fr](mailto:ylabit@laas.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le déploiement de systèmes de contrôle-commande fiables nécessite de concevoir, vérifier et valider des architectures matérielles et des applications logicielles garantissant un certain niveau de sûreté de fonctionnement et de robustesse face à des défauts de conception, des variations de l'environnement ou des modifications internes du procédé piloté (volontaires ou non). Pour cela, des méthodes d'évaluation et de validation seront étudiées afin de voir comment les prémunir de fautes potentielles pouvant provoquer un accident. Ce module est le premier d'un cycle de trois. Il présente les concepts et techniques de base de la sûreté de fonctionnement informatique en se focalisant sur l'évaluation.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Enjeux et concepts de la sûreté de fonctionnement
- Méthodes d'évaluation qualitative et quantitative des systèmes et des logiciels
- Gestion du risque : identifier et évaluer les risques, afin de mettre en place des mesures permettant de les maîtriser (notamment des techniques de sûreté de fonctionnement).
- Certification et Normes
- Introduction à la sécurité informatique

### PRÉ-REQUIS

Systèmes à événements discrets, Conception système

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Guide de la sûreté de fonctionnement, J.-C. Laprie et al., Cépaduès.

### MOTS-CLÉS

Sûreté de fonctionnement, Evaluation, Tolérance aux fautes, Gestion du risque, Sécurité

<b>UE</b>	<b>CHOIX 1</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Commande linéaire avancée		
<b>EIEAT3F1</b>	Cours : 8h , TD : 20h , TP : 12h		

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GOUAISBAUT Frédéric  
 Email : [fgouaisb@laas.fr](mailto:fgouaisb@laas.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Dans de nombreuses applications, comme les commandes de vol en aéronautique ou la commande d'un bras robotisé, les systèmes que nous voulons asservir sont constitués de dizaines de variables interagissant de manière complexe et qui possèdent plusieurs entrées de commande et plusieurs mesures. D'autre part, ces mêmes systèmes sont souvent entachés d'incertitudes de modélisation et soumis à des entrées de perturbations. Pour aborder ces systèmes, il convient d'étudier leur modélisation, apprendre à quantifier leurs performances, savoir analyser leur robustesse et résoudre la question de la synthèse de correcteurs satisfaisant des compromis entre différentes performances et robustesse. Ces nombreux problèmes seront abordés dans ce module tant du point de vue des méthodes que par des exemples.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. **Problématique des systèmes linéaires multi-entrées, multi-sorties (MIMO)** : Multiplicité des capteurs/actionneurs, entrées/sorties de performance, incertitudes dans un schéma de commande
2. **Représentation et modélisation des systèmes linéaires MIMO** : Modélisation externe et interne, équations différentielles couplées, matrice de transfert, théorie de la réalisation.
3. **Commande des systèmes linéaires MIMO** : Placement de pôle par retour d'état, placement de structure propre, retour de sortie dynamique, commande non interactive.
4. **Outils d'optimisation convexe pour les systèmes linéaires MIMO** : Inégalités matricielles linéaires pour l'analyse de performances (localisation de pôles, H-infini), synthèse de retours d'état.
5. **Modélisation polytopique des systèmes linéaires incertains** : Représentation par intervalles, modèles polytopiques, analyse robuste par LMI, synthèse de retours d'état robustes et performants.
6. **Représentations linéaires fractionnaires (LFT) des systèmes incertains et leur étude** : Modélisation LFT, Théorème du petit gain, synthèse H-infini, mu-analyse

**Travaux pratiques** : Commande d'un procédé à trois bacs d'eau, commande robuste d'un modèle de lanceur, commande d'un bras robotisé.

## PRÉ-REQUIS

Représentation d'état des systèmes linéaires, Algèbre linéaire.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Multivariable Feedback Control : Analysis and Design**. S. Skogestad, I. Postlethwaite. Wiley.
- **Robustesse et Commande Optimale**. D. Alazard et al. Cépaduès.
- **Feedback Systems**. K.J. Åström, R.M. Murray. Princeton University Press.

## MOTS-CLÉS

Systèmes linéaires multivariables, théorie de la réalisation, analyse de performances, robustesse, retour d'état, optimisation convexe, mu-analyse.

<b>UE</b>	<b>CHOIX 2</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Analyse et commande des systèmes temps réel		
<b>EIEAT3E1</b>	Cours : 10h , TD : 12h , TP : 8h		

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ALBEA-SANCHEZ Carolina

Email : [calbea@laas.fr](mailto:calbea@laas.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce module est consacré à l'analyse des problèmes issus des systèmes commandés en temps réel, comme par exemple les retards dus à la communication et à la programmation, l'échantillonnage et inter-échantillonnage des signaux, les pertes d'information, etc. Une grande partie de ces problèmes peut être étudiée par l'introduction d'une nouvelle classe de systèmes, les systèmes à retard qui permettent de rendre compte des problématiques de retards, d'échantillonnage variable etc. L'objectif du module est ainsi de modéliser, analyser et concevoir des lois de commande permettant de prendre en compte de tels phénomènes. Cette unité suit le parcours des unités : commande linéaire avancée et conception et mise en œuvre des commandes temps réel.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

### 1.- Cas d'étude du système à retard : système en réseaux.

Analyses des problèmes du aux retards dans des cas pratiques comme les systèmes temps réel ou les systèmes en réseaux.

### 2.- Modélisation et analyses des systèmes à retards.

Modélisation des les systèmes à retards. Étude de l'influence du retard pour la stabilité du système. Étude de la commandabilité et de l'observabilité.

### 3.- Synthèse de lois de commande.

Synthèse de lois de commande pour des systèmes à retards par des méthodes temporelles et fréquentielles.

### 4.- Mise en œuvre de lois de commande

Projet en liaison avec l'UE Conception et mise en œuvre des commandes temps réel : ajout des problèmes liés aux retards de communication et de programmation, échantillonnage et inter-échantillonnage des signaux, pertes d'information, etc.

## PRÉ-REQUIS

Systèmes linéaires à temps invariant. Systèmes temps réel. Systèmes linéaires à temps discret. Identification.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

S. Niculescu. Systèmes à retard : aspects qualitatifs sur la stabilité et la stabilisation. Diderot. 1997.

J.P. Richard, T. Divoux. Systèmes commandés en réseau. Lavoisier. 2007.

## MOTS-CLÉS

Commande, retard, système temps réel, système en réseau, modélisation, stabilité, synthèse de commande.



<b>UE</b>	<b>CHOIX 2</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Conception des systèmes temps réel		
<b>EIEAT3E2</b>	Cours : 4h , TD : 8h , TP : 8h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BERTHOU Pascal

Email : [berthou@laas.fr](mailto:berthou@laas.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

La prise en compte des contraintes temps réel dans la conception des systèmes doit être réalisée au plus tôt, au travers de modèles adaptés. Ce module vise à compléter les connaissances acquises dans la conception des systèmes orientés objets avec UML, par un approfondissement des modèles de conception intégrant les contraintes non fonctionnelles comme le temps.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Partie I - UML 2

- Rappel du processus de conceptions avec UML 2
- Nouveaux diagrammes et prise en compte explicite du temps
- Application à un cas d'étude : pilote de barre franche

Partie II - MARTE

- Concepts de l'extension MARTE
- Cas d'étude

Partie III - SysML

- Nouveaux diagrammes et principe de modélisation
- Projet de conception SysML

### PRÉ-REQUIS

Conception des Systèmes avec UML

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

UML 2 par la pratique : Etudes de cas et exercices corrigés (Broché) de Pascal Roques (Auteur)

Editeur : Eyrolles (17 avril 2008), Langue : Français, ISBN-10 : 2212123221

### MOTS-CLÉS

UML2, MARTE, SysML

<b>UE</b>	<b>CHOIX 2</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Vérification et validation		
<b>EIEAT3E3</b>	Cours : 6h , TD : 12h , TP : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

RIVIERE Nicolas

Email : [nriviere@laas.fr](mailto:nriviere@laas.fr)

Téléphone : 05 61 33 78 61

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Afin d'éviter des conséquences humaines, financières ou économiques, il est impératif de vérifier certains logiciels ou systèmes de contrôle-commande pour en éliminer les fautes. Il existe plusieurs méthodes pour effectuer de telles vérifications, les principales étant le test et le model-checking. Le test est indispensable et permet de découvrir de nombreuses fautes au cours du développement. Cependant il ne peut pas être exhaustif. Le model-checking permet d'éliminer les fautes au cours de la conception. C'est une méthode exhaustive en grande partie automatique qui nécessite un modèle formel du système. Ces deux méthodes sont complémentaires dans la résolution de problèmes de sûreté de fonctionnement. Dans cette UE, nous présenterons les principes et outils de ces deux méthodes.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- 1- Logiques pour le model-checking
- 2- Transformation d'un modèle pour le model-checking
- 3- Utilisation d'outils logiciels
- 4- Test structurel
- 5- Test fonctionnel

### PRÉ-REQUIS

Réseau de Petri, Machines à états, Programmation en langage C

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Vérification de logiciels : Techniques et outils du model-checking, Schnoebelen, Vuibert.  
Introduction to Software Testing, P. Ammann & J. Offutt, Cambridge University Press.

### MOTS-CLÉS

Vérification, Model-checking, Validation, Test, Sûreté de fonctionnement

<b>UE</b>	<b>CHOIX 2</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Contrôle et simulation		
<b>EIEAT3E4</b>	Cours : 5h , TD : 10h , TP : 15h		

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

HOUSSIN Laurent

Email : [houssin@laas.fr](mailto:houssin@laas.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de ce cours est de montrer comment le temps peut être pris en compte dans les modèles à événements discrets pour la synthèse de contrôleurs et la simulation de systèmes dynamiques.

Les systèmes  $(\max,+)$ -linéaires permettent de représenter, analyser et commander via une certaine structure algébrique la classe des systèmes à événements discrets mettant en jeu des phénomènes de synchronisation et de retard tels que les systèmes de transport, de production ou les réseaux informatiques.

Dans la simulation à événements discrets, chaque variable d'état porte sa propre horloge et le temps évolue par ordonnancement des événements. Les exécutions sont donc asynchrones ce qui permet le prototypage de systèmes sur des plateformes matérielles comme les FPGA avant leur réalisation physique.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I- Les graphes d'événements temporisés et l'algèbre  $(\max,+)$

- Définitions et propriétés de l'algèbre  $(\max,+)$
- Modélisation de systèmes  $(\max,+)$ -linéaires
- Calcul de temps de cycle
- Commande en juste-à-temps

II- La simulation à événements discrets

- Définition et propriétés de DEVS
- Modélisation de systèmes avec DEVS
- Ordonnanceurs à événements discrets, simulation des systèmes discrets, continus et hybrides
- Cosimulation, prototypage virtuel et simulation hardware in the loop

III-Travaux Pratiques

TP1 : Mise en équation de systèmes  $(\max,+)$ -linéaires, commande en boucle ouverte.

TP2 : Développement et commande du prototype virtuel d'un moteur à courant continu

## PRÉ-REQUIS

Modélisation de systèmes à événements discrets (réseaux de Petri, automates), Bases d'algèbre linéaire, Automatique linéaire.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Synchronisation and Linearity*, F. Baccelli, G. Cohen, G. J. Olsder, J. Quadrat 1993.

*Theory of Modeling and Simulation*, B. P. Zeigler, T. G. Kim, H. Praehofer, 2000.

*Continuous System Simulation*, F. E. Cellier and E. Kofman, 2006.

## MOTS-CLÉS

Système à événements discrets, Réseaux de Petri temporisés, Automates temporisés, Algèbre  $(\max,+)$ , DEVS, Commande et simulation de systèmes

<b>UE</b>	<b>ASPECTS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS</b>	<b>4 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EIEAT3JM</b>	TD : 48h		

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BRIAND Cyril

Email : [briand@laas.fr](mailto:briand@laas.fr)

Téléphone : 0561337818

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'agilité est un paradigme qui vise à rendre l'entreprise d'aujourd'hui plus adaptable, plus flexible et beaucoup plus réactive. En lien avec ce concept, l'objectif de ce module est de décrire divers modèles d'organisation d'entreprises et de conduite de projets, ainsi que d'initier aux méthodes et outils permettant de développer l'agilité de l'organisation et de son management. Les principaux modèles utiles pour la planification de production, l'ordonnancement et la conduite de projet sont en particuliers étudiés. En lien avec les spécificités de l'organisation en termes de métiers, de réactivité, de sécurité, ... divers modèles de systèmes d'informations sont décrits et analysés .

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

### Gestion de production

Typologie des entreprises, typologie des produits et services, planification, MRP, ordonnancement sous contraintes de temps et de ressources, ERP, MES.

### Conduite de projet

IS et conduite de projet, ordonnancement, suivi de projet, gestion des revues et des livrables, agilité, gestion des risques et des incertitudes, gestion de la communication.

### Management

Concepts de management : Contexte et enjeux du management, typologie des modes de management, analyser une situation managériale, exercices pratiques et étude de cas

### Systèmes d'informations

Définitions, Architecture de SI, Modélisation de SI, Urbanisation, Sécurité, Gestion des utilisateurs/autorisations/droits d'accès

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*SCRUM : le guide pratique de la méthode agile la plus populaire*, C. Aubry, Dunod, 2010

*Le grand livre de la gestion de projet*. J.Y. Moine. Afnor, 2013

*Gestion de la production et des flux*. V. Giard, Economica, 2003

## MOTS-CLÉS

Conduite de projets, Management, Production, Agilité, Systèmes d'information,

UE	STAGE	15 ECTS	2 <sup>nd</sup> semestre
EIEAT4BM	Stage : 6 mois		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LABIT Yann

Email : [ylabit@laas.fr](mailto:ylabit@laas.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de cette UE est de préparer les étudiants à leur future insertion sur le marché de l'emploi. Plus précisément, il s'agit de :

- les préparer à leur recherche d'emploi à travers leur recherche de stage (rédaction de CV, lettre de motivation, entretiens, ...),
- leur permettre d'acquérir une première expérience professionnelle valorisable par la suite sur leur CV,
- les mettre en situation en leur confiant des missions scientifiques et techniques au sein d'une entreprise (grand groupe, PME, startup) ou d'un laboratoire, selon qu'ils se destinent à une carrière dans l'industrie ou dans la recherche.

Ce stage peut être réalisé en France ou à l'étranger.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les sujets de stages doivent être en cohérence avec les thématiques du master afin que l'expérience professionnelle ainsi acquise soit valorisable pour leur future recherche d'emploi. Voici quelques thématiques propres au master ISTR : Fiabilité, Sûreté de fonctionnement, Commande des systèmes, Réseaux temps réel, Diagnostic des Systèmes à Evènements Discrets...

Pendant son stage, l'étudiant travaillera au sein d'un laboratoire ou d'une entreprise sous la direction d'un responsable. A l'issue du stage, un rapport devra être rédigé à destination de l'entreprise et une soutenance sera organisée.

### PRÉ-REQUIS

UE de formation générale, UE scientifiques du master.

### MOTS-CLÉS

Expérience professionnelle, mise en situation.

<b>UE</b>	<b>PROJET</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EIEAT4CM</b>	Projet : 125h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LABIT Yann

Email : [ylabit@laas.fr](mailto:ylabit@laas.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les objectifs de cette UE sont doubles :

- Mettre en pratique et développer les compétences en gestion de projet et dans les différents domaines de spécialité de la formation : Fiabilité, Sûreté de fonctionnement, Commande des systèmes, Réseaux temps réel, Diagnostic des Systèmes à Evènements Discrets....
- Concevoir, développer, implémenter et valider des solutions suivant un cahier des charges initial visant la réalisation d'une application reposant sur la complémentarité des disciplines enseignées.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Organisation en équipe pour la réalisation d'un projet portant sur un sujet aux confluent de plusieurs thématiques propres du master
- Analyse du cahier des charges
- Spécification fonctionnelle
- Choix d'architectures matérielle et logicielle
- Conception, développement, et intégration de différents modules liés au projet
- Validation et livraison du produit

Utilisation d'outils de gestion de projet (outils de suivi de version)

### PRÉ-REQUIS

Gestion de projet, Fiabilité, Sûreté de fonctionnement, Commande des systèmes, Réseaux temps réel, Diagnostic des Systèmes à Evènements Discrets, Programmation.

### MOTS-CLÉS

Projet transversal, intégration, travail en équipe.

<b>UE</b>	<b>CHOIX 3</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Conception et mise en oeuvre des commandes temps réel		
<b>EIEAT4D1</b>	TD : 6h , TP : 14h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

RIVIERE Nicolas

Email : [nriviere@laas.fr](mailto:nriviere@laas.fr)

Téléphone : 05 61 33 78 61

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Dans cette UE, les étudiants apprendront à réaliser la commande d'un système temps réel de bout en bout, du prototypage à la mise en œuvre sur un calculateur numérique (type microcontrôleur). Pour cela, ils apprendront à tenir compte des contraintes matérielles de la chaîne de contrôle-commande (i.e. du calculateur au procédé) pour effectuer le bon choix des différentes interfaces et de la meilleure architecture logicielle.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

La commande d'un système temps réel nécessite de tenir compte de nombreux paramètres permettant d'obtenir une certaine performance globale. Ces paramètres sont, entre autres, la stabilité, les contraintes temporelles, la robustesse. Pour réaliser cela, il faut effectuer le bon choix : du système d'interfaçage entre le calculateur et le procédé, des adaptations nécessaires à effectuer sur les signaux, de l'échantillonnage, de l'environnement logiciel. Les étudiants apprendront à tenir compte de ces paramètres et contraintes afin d'avoir la commande la plus adéquate. Ensuite, ils devront faire le prototypage de la commande continue avec un outil logiciel qu'ils transposeront dans le domaine discret en vue d'effectuer l'implémentation associée sur un calculateur (PC, microcontrôleur). Ils devront mettre en place une méthode permettant de vérifier les exigences du système.

### PRÉ-REQUIS

Systèmes linéaires à temps discret et identification, Systèmes temps réel, Microcontrôleur.

### MOTS-CLÉS

Commande, Temps réel, Mise en œuvre.

<b>UE</b>	<b>CHOIX 3</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Réseaux temps réel		
<b>EIEAT4D2</b>	Cours : 16h , TD : 8h , TP : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BERTHOU Pascal

Email : [berthou@laas.fr](mailto:berthou@laas.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les évolutions technologiques dans les domaines des calculateurs et des réseaux de communication induisent un fort accroissement des besoins en développement de systèmes distribués de contrôle-commande. Leurs réseaux deviennent le système nerveux qui doit être intégré dès la conception dans les contraintes temporelles du système. Ce module présente les principaux concepts des réseaux locaux industriels qui offrent les mécanismes indispensables à la garantie de contraintes temporelles. Des techniques de calcul sont introduites pour permettre d'analyser et dimensionner les algorithmes en fonction des spécificités des réseaux avec deux exemples : l'ordonnancement d'une application distribuée sur CAN et la vérification du respect des contraintes temporelles par le Network Calculus dans AFDX.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### Partie I - Introduction aux réseaux Temps-Réel

- Principes
- Exemples des réseaux locaux industriels et embarqués

#### Partie II - Dimensionnement des applications distribuées Temps-Réel

- Ordonnancement dans un réseau CAN
- Network Calculus et respect des contraintes temporelles dans AFDX

### PRÉ-REQUIS

Principes de l'ordonnancement

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Network Calculus : a theory of deterministic queuing systems for the Internet. J-Y Le Boudec et P Thiran. Springer, 2001

### MOTS-CLÉS

CAN, AFDX, Ordonnancement, Network Calculus, Contraintes temporelles



<b>UE</b>	<b>CHOIX 3</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Tolérances aux fautes		
<b>EIEAT4D3</b>	Cours : 6h , TD : 12h , TP : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LAUER Michael

Email : [michael.lauer@laas.fr](mailto:michael.lauer@laas.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Tout système informatique est sujet aux fautes, quelles soient matérielles ou logicielles. La miniaturisation du matériel et la complexité grandissante du logiciel empêchent la prévention et l'élimination complètes des fautes à l'exécution. Ainsi, pour accroître la fiabilité des systèmes, il est nécessaire de recourir à des mécanismes de tolérance aux fautes.

L'objectif de ce module est de comprendre le fonctionnement de ces mécanismes ainsi que leurs hypothèses de fonctionnement afin de permettre une intégration correcte au sein d'un système. Un accent particulier sera mis sur le lien entre tolérance aux fautes et systèmes répartis.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

A- Architecture Tolérantes aux fautes (4h C, 4h TD, 8h TP)

- Mécanismes de base pour la tolérance aux fautes
- Redondance spatiale et temporelle
- Architecture commande/moniteur (COM/MON)
- Evolution architecturale sûre des systèmes

B- Tolérance aux fautes et systèmes répartis : (4h C, 6hTD, 4h TP)

- Modélisation de systèmes répartis, modèles de fautes
- Mécanismes de base pour la tolérance aux fautes en environnement réparti : diffusion fiable, synchronisation d'horloge répartie, détecteurs de défaillance, consensus en présence de fautes
- Causalité et temps réparti
- Service de sauvegarde et reprise répartie.

### PRÉ-REQUIS

Introduction à la Sûreté de fonctionnement

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A generic Fault-Tolerant Architecture for RT Dependable Systems, D. Powell.

Distributed Computing : fundamentals, simulations and advanced topics, H. Attiya & J. Welch.

Reliable Distributed Programming, R. Guerraoui & L. Rodrigues.

### MOTS-CLÉS

Sûreté de fonctionnement, Tolérance aux fautes, Architecture sûre, Systèmes distribués

<b>UE</b>	<b>CHOIX 3</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Diagnostic et supervision		
<b>EIEAT4D4</b>	Cours : 6h , TD : 16h , TP : 8h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

COMBACAU Michel  
Email : [combacau@laas.fr](mailto:combacau@laas.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de ce module est de donner des méthodes rigoureuses s'appuyant sur des modèles formels afin de réaliser la commande supervisée et le diagnostic de systèmes à événements discrets (SED). La commande supervisée reprend le schéma de l'automatique continue pour obtenir un superviseur capable de contraindre les évolutions du modèle du procédé afin de respecter un ensemble de spécifications (états interdits, séquences d'événements interdites...). La technique du diagnostiqueur compile dans un graphe d'état les séquences d'événements incluant les fautes et les reconstitue à partir des seuls événements observables. Cette démarche dans son ensemble est indispensable dans un contexte de conception, développement, validation, certification et exploitation des systèmes.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### Partie diagnostic

Diagnostic à base de modèles à événements discrets  
Détection et principe du diagnostiqueur  
Analyse de la diagnosticabilité

#### Partie commande supervisée

Définition des événements (contrôlables, non-contrôlables...)  
Contrôlabilité et existence d'un superviseur  
Elaboration de la commande supervisée (modélisation du système physique et des spécifications par des automates)

#### Bureau d'étude

Deux séances de travaux pratiques illustrent les deux techniques : commande supervisée d'un système de transport et diagnostic d'une chaîne d'assemblage par la technique du diagnostiqueur

### PRÉ-REQUIS

Systèmes à événements discrets, Théorie des langages et automates

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

P. J. Ramadge & W. M. Wonham : Supervisory control of a class of discrete event processes, SIAM, J. Control and Optimization, 25(1), 1987  
M. Sampath & al., Diagnosability of discrete-event systems. IEEE TAC 40(9),1995.

### MOTS-CLÉS

Automates, langages, diagnostic, diagnostiqueur, diagnosticabilité, commande supervisée, contraintes, contrôlabilité

<b>UE</b>	<b>ANGLAIS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EIEAT4VM</b>	TD : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CHAPLIER Claire

Email : [claire.chaplier@univ-tlse3.fr](mailto:claire.chaplier@univ-tlse3.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Niveau C1 du CECRL (Cadre Européen de Certification en Langues)

Développer les compétences indispensables aux étudiant/es en vue de leur intégration dans la vie professionnelle.

Perfectionner les outils de communication permettant de s'exprimer dans le contexte international d'aujourd'hui et acquérir l'autonomie linguistique nécessaire à cette intégration

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Enseignement axé sur le travail de l'expression orale

Documents du domaine de spécialité pouvant faire l'objet de collaboration entre enseignants de science et enseignants de langue

Nécessité d'un parcours individualisé répondant aux attentes de chaque étudiant.

Compétences

CO - EE - EO - EE

- Savoir communiquer en anglais scientifique
- Savoir repérer les éléments constitutifs d'une communication écrite ou orale dans le domaine de spécialité
- Savoir prendre la parole en public (conférence ou réunion) dans le cadre d'un colloque, projet de recherche, projet professionnel

### MOTS-CLÉS

Projet - Repérer - Rédaction anglais scientifique - style - registre - critique - professionnel - commenter

<b>UE</b>	<b>ALLEMAND</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EIEAT4WM</b>	TD : 24h		

**ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE**

SANTAMARINA Diego

Email : [diego.santamarina@univ-tlse3.fr](mailto:diego.santamarina@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 05 61 55 64 27

<b>UE</b>	<b>ESPAGNOL</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EIEAT4XM</b>	TD : 24h		

**ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE**

SANTAMARINA Diego

Email : [diego.santamarina@univ-tlse3.fr](mailto:diego.santamarina@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 05 61 55 64 27

<b>UE</b>	<b>FRANÇAIS GRANDS DÉBUTANTS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EIEAT4YM</b>	TD : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

JASANI Isabelle

Email : [leena.jasani@wanadoo.fr](mailto:leena.jasani@wanadoo.fr)

Téléphone : 65.29

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette UE est conseillée aux étudiants ayant un niveau très faible en français

### PRÉ-REQUIS

Niveau B2 en anglais

### MOTS-CLÉS

français scientifique

# GLOSSAIRE

---

## TERMES GÉNÉRAUX

### DÉPARTEMENT

Les départements d'enseignement sont des structures d'animation pédagogique internes aux composantes (ou facultés) qui regroupent les enseignants intervenant dans une ou plusieurs mentions

### UE : UNITÉ D'ENSEIGNEMENT

Unité d'Enseignement. Un semestre est découpé en unités d'enseignement qui peuvent être obligatoire, optionnelle (choix à faire) ou facultative (UE en plus). Une UE représente un ensemble cohérent d'enseignements auquel est associé des ECTS.

### ECTS : EUROPEAN CREDITS TRANSFER SYSTEM

Les ECTS sont destinés à constituer l'unité de mesure commune des formations universitaires de Licence et de Master dans l'espace européen depuis sa création en 1989. Chaque UE obtenue est ainsi affectée d'un certain nombre d'ECTS (en général 30 par semestre d'enseignement). Le nombre d'ECTS est fonction de la charge globale de travail (CM, TD, TP, etc.) y compris le travail personnel. Le système des ECTS vise à faciliter la mobilité et la reconnaissance des diplômes en Europe.

## TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES

Les diplômes sont déclinés en domaines, mentions et parcours.

### DOMAINE

Le domaine correspond à un ensemble de formations relevant d'un champ disciplinaire ou professionnel commun. La plupart de nos formations relèvent du domaine Sciences, Technologies, Santé.

### MENTION

La mention correspond à un champ disciplinaire. Elle comprend, en général, plusieurs parcours.

### PARCOURS

Le parcours constitue une spécialisation particulière d'un champ disciplinaire choisie par l'étudiant au cours de son cursus.

## TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS

### CM : COURS MAGISTRAL(AUX)

Cours dispensé en général devant un grand nombre d'étudiants (par exemple, une promotion entière), dans de grandes salles ou des amphis. Au-delà de l'importance du nombre d'étudiants, ce qui caractérise le cours magistral, est qu'il est le fait d'un enseignant qui en définit lui-même les structures et les modalités. Même si ses contenus font l'objet de concertations entre l'enseignant, l'équipe pédagogique, chaque cours magistral porte la marque de l'enseignant qui le dispense.

## TD : TRAVAUX DIRIGÉS

Ce sont des séances de travail en groupes restreints (de 25 à 40 étudiants selon les composantes), animés par des enseignants. Ils illustrent les cours magistraux et permettent d'approfondir les éléments apportés par ces derniers.

## TP : TRAVAUX PRATIQUES

Méthode d'enseignement permettant de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant les CM et les TD. Généralement, cette mise en pratique se réalise au travers d'expérimentations. En règle générale, les groupes de TP sont constitués des 16 à 20 étudiants. Certains travaux pratiques peuvent être partiellement encadrés voire pas du tout. A contrario, certains TP, du fait de leur dangerosité, sont très encadrés (jusqu'à 1 enseignant pour quatre étudiants).

## PROJET OU BUREAU D'ÉTUDE

Le projet est une mise en pratique en autonomie ou en semi-autonomie des connaissances acquises. Il permet de vérifier l'acquisition des compétences.

## TERRAIN

Le terrain est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises en dehors de l'université.

## STAGE

Le stage est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises dans une entreprise ou un laboratoire de recherche. Il fait l'objet d'une législation très précise impliquant, en particulier, la nécessité d'une convention pour chaque stagiaire entre la structure d'accueil et l'université.





