

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2016 / 2021

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

---

## SYLLABUS LICENCE

Mention Electronique, énergie électrique,  
automatique

L3 électronique, énergie électrique, automatique

---

<http://www.fsi.univ-tlse3.fr/>  
<http://www.eea.ups-tlse.fr/V2/>

2019 / 2020

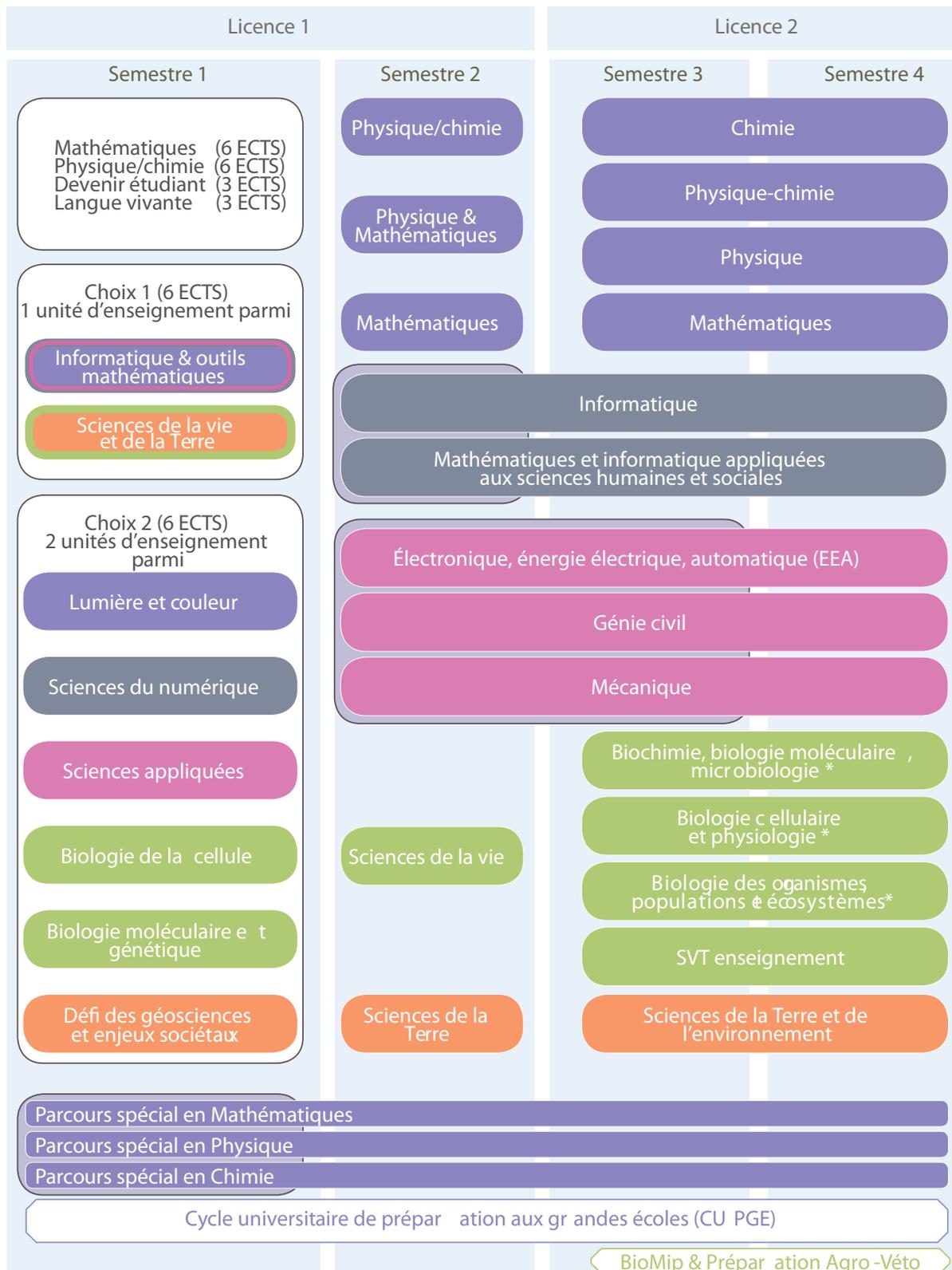
9 JUIN 2020

# SOMMAIRE

---

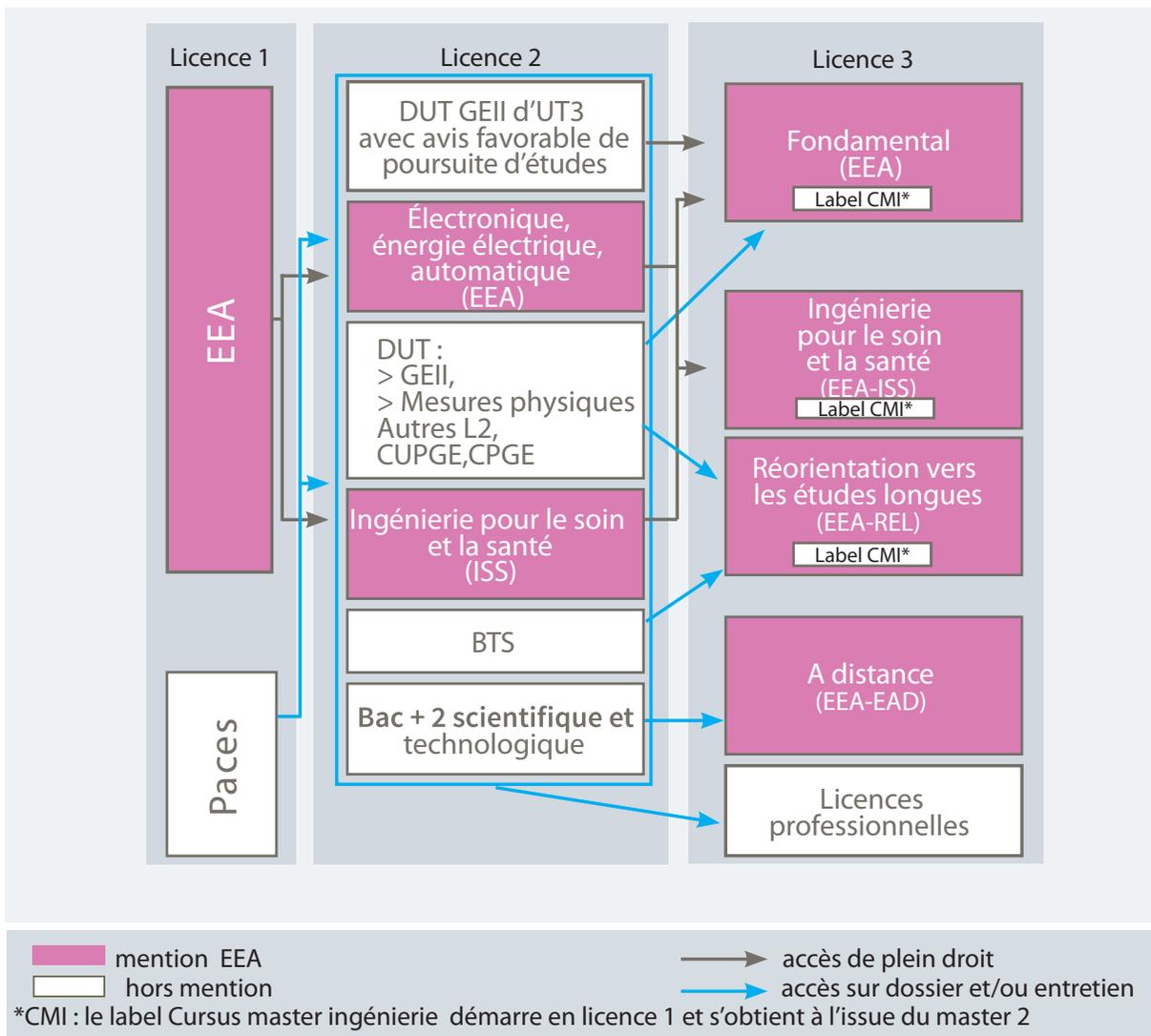
SCHÉMA GÉNÉRAL . . . . .	3
SCHÉMA MENTION . . . . .	4
SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER . . . . .	5
PRÉSENTATION . . . . .	6
PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS . . . . .	6
Mention Electronique, énergie électrique, automatique . . . . .	6
Parcours . . . . .	6
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE L3 électronique, énergie électrique, automa- tique . . . . .	6
Liste des formations donnant accès de droit : . . . . .	9
RUBRIQUE CONTACTS . . . . .	10
CONTACTS PARCOURS . . . . .	10
CONTACTS MENTION . . . . .	10
CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.EEA . . . . .	10
Tableau Synthétique des UE de la formation . . . . .	11
LISTE DES UE . . . . .	13
GLOSSAIRE . . . . .	37
TERMES GÉNÉRAUX . . . . .	37
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES . . . . .	37
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS . . . . .	37

# SCHÉMA GÉNÉRAL

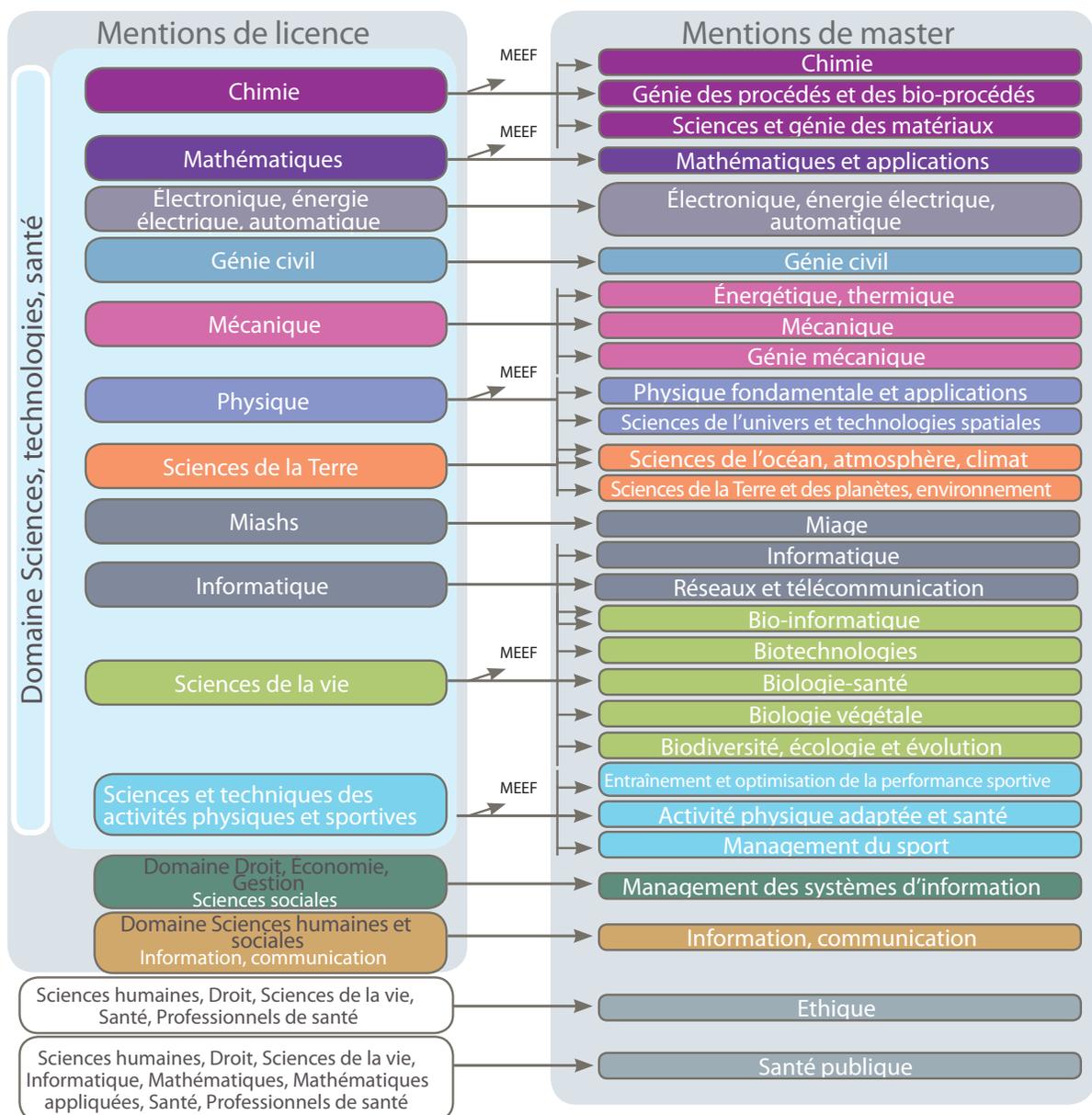


Les couleurs figurent la cohérence des disciplines entre elles.  
 \*inclut le cursus BioMip et la Prépa Agro-Véto.

# SCHÉMA MENTION



# SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER



MEEF : cf. page 10, Projet métiers de l'enseignement

# PRÉSENTATION

---

## PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS

### MENTION ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

La **pluridisciplinarité** et l'approche métier caractérisent la Licence EEA permettant un taux d'insertion de 95% deux mois après le Master.

L'objectif est de former des étudiants ayant un vaste panel de savoirs, savoir-faire et compétences liés au domaine EEA, mais aussi, dans une moindre mesure, aux domaines voisins : Génie Mécanique, Génie Civil, Mécanique...

L'objectif professionnel principal est de préparer à devenir un cadre spécialiste en **Electronique, Electrotechnique, Automatique, Informatique Industrielle et Traitement du Signal**.

**Il y a 4 parcours et divers niveaux d'entrée :**

- **Fondamental** depuis le Bac ou sur dossier en L3 (DUT, L2 du domaine)
- **Réorientation vers les Etudes Longues** en L3 avec un BTS ou DUT du domaine (dossier)
- **A Distance** en L3 (dossier). Porté par 4 Universités, il prévoit des regroupements sur site pour les TP (effectué en 2 ans)
- **Ingénierie pour le soin et la Santé** depuis le Bac ou en L2 après PACES (dossier) prépare au parcours Radiophysique Médicale / Génie BioMédical du master EEA

Chaque parcours permet l'accès au **Master EEA**(de droit) ou une école d'ingénieur du domaine.

Fondamental permet un **accès aux L3 professionnelles** via une unité d'adaptation en semestre 4.

### PARCOURS

La licence EEA parcours Fondamental permet d'assurer une formation générale théorique et pratique solide dans tous les domaines de l'EEA afin de permettre une poursuite d'étude vers des masters, la formation des maîtres, les écoles, voire la formation par alternance. La formation est fortement pluridisciplinaire. Les domaines spécifiques sont :

- l'électronique,
- l'électrotechnique et l'électronique de puissance : la gestion de l'énergie électrique
- l'automatique (linéaire et à événements discrets),
- l'informatique industrielle,
- le traitement et la transmission des signaux et de l'information.

Comme le parcours est commun durant les deux premières années aux licences de mécanique, de génie mécanique, de génie civil et génie de l'habitat, l'étudiant suivant ce cursus a des fortes connaissances pluridisciplinaire lui procurant une grande adaptabilité.

Une option menant vers les métiers de la santé : le parcours IS permet d'atteindre le master EEA parcours RM/GBM (Radiophysique Médicale / Génie BioMédical)

L'accès au Master EEA est de droit après l'obtention de la licence.

## PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE L3 ÉLECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

### Objectif pédagogique :

La formation a été conçue en fonction des compétences visées suivantes :

*Compétences disciplinaires (106 ECTS) :*

- Modéliser et analyser, des systèmes électriques ou électroniques de dimension moyenne à l'aide d'outils mathématiques ou informatiques.

- Définir et mettre en œuvre l'instrumentation dédiée à la caractérisation des systèmes électroniques, électrotechniques et de traitement et propagation du signal.
- Gérer l'énergie et son utilisation qu'elle soit sous forme mécanique, thermique ou électrique. Niveau Application en électricité, notions en Thermique et Mécanique.
- Assurer la stabilité et garantir la précision et la rapidité d'un système asservi.
- Modéliser et analyser des signaux simples.

*Compétences préprofessionnelles (25 ECTS) :*

- Adopter une attitude professionnelle en entreprise en utilisant une démarche projet et les outils afférents. Répondre à un cahier des charges spécifique.
- Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale.

*Compétences transversales et linguistiques (49 ECTS) :*

- Identifier le rôle et le champ d'application de la mécanique et de la thermique dans différents domaines : milieux naturels, milieux industriels, transports, enjeux sociétaux, environnements urbains.
- Expliquer qualitativement les phénomènes simples mis en jeu dans un système et dans son environnement à l'aide des concepts fondamentaux de la mécanique et de la thermique.
- Acquérir, traiter, produire et diffuser de l'information ainsi que collaborer en interne et en externe en utilisant les outils numériques de référence et les règles de sécurité informatique.
- Rédiger un compte-rendu en Anglais ou en Français en respectant les consignes de rédaction et en utilisant les outils de rédaction de documents. Présenter ce travail oralement, argumenter en adaptant le discours en fonction du contexte et du public.

**Stratégie pédagogique :**

La troisième année de la licence est découpée en deux semestres volontairement déséquilibrés en temps de présence. Le **premier semestre ou S5** (environ 270h) comporte deux projets d'envergure :

- informatique,
- initiation à la recherche

Il s'agit, en s'inscrivant dans une démarche projet (gestion du temps, des ressources, d'une équipe...) de produire un programme ou une publication scientifique de synthèse.

Ces deux projets prennent beaucoup de temps, le semestre a été en conséquence allégé en temps de présence en Cours/TD/TP.

Les langages C et Matlab/Octave sont enseignés. Ils serviront au semestre 6 et en Master EEA.

Par ailleurs l'enseignement en mathématiques, en propagation du signal et en méthodes pour l'étude des circuits est poursuivi renforçant les bases acquises précédemment. Une introduction à l'optimisation est proposée.

Enfin, les compétences informatique industrielle et en mesure (via le Bureau d'Etudes "instrumentation") sont consolidées.

Le **second semestre (S6)** (environ 330h) est thématique : il aborde via des unités thématiques les domaines suivants :

- Electronique (analogique et numérique)
- Energie Electrique (ou électrotechnique)
- Automatique (linéaire et à évènements discrets)
- Traitement du signal

Le semestre comporte en outre un projet intégrateur, permettant de mettre œuvre les compétences acquises dans les différents domaines cités ci-dessus autour d'un arduino. Ce projet ambitieux est réalisé en équipe d'une douzaine d'étudiants.

Un stage obligatoire complète ce semestre, avec une formation à la recherche de stage.

Enfin le C2I niveau 1 est validée au cours de ce semestre.

Les deux semestres comportent un enseignement de l'anglais.

**Accès à la formation :**

Les étudiants titulaires d'une deuxième année de licence de l'Université Paul Sabatier de Toulouse, peuvent s'inscrire de droit à la troisième année de la licence EEA parcours fondamental.

Les titulaires d'un DUT, d'un BTS ou d'un DEUG (ou 2ème année de licence) acquis dans une autre université ou d'un diplôme équivalent peuvent s'inscrire après examen de leur dossier et avis de la commission de scolarité de l'Université.

La licence EEA parcours fondamental est accessible de droit aux salariés en entreprise ou aux demandeurs d'emploi par le biais de la mission formation continue de l'université. L'enseignement, étalé sur plusieurs semestres, est adapté au public pour tenir compte des contraintes particulières que rencontrent ces étudiants.

Les étudiants titulaires d'un DUT GEII obtenu à l'Université Paul Sabatier et ayant obtenu un avis de poursuite d'étude favorable du DUT obtiennent automatiquement un avis favorable de la commission de scolarité

#### **Fonctionnement pédagogique :**

En début d'année universitaire, les étudiants sont accueillis lors d'une séance de présentation au cours de laquelle l'équipe pédagogique assistée de la secrétaire de la formation, les informe sur le déroulement général de l'enseignement, assure l'**inscription pédagogique** et forme les groupes de TD et TP en tenant compte des cas particuliers (sportifs de haut niveau, salariés...).

Au cours de chacun des semestres et vers le milieu de ceux-ci, un **comité de licence** formé des enseignants et des délégués des étudiants se réunit pour donner un complément d'information, concernant notamment les calendriers des examens, et régler d'éventuelles difficultés.

Une information, lors de **la journée EEA**, est également assurée au cours du dernier semestre de la licence, sous la responsabilité du chef du département E.E.A., au cours de laquelle les enseignants des masters présentent la poursuite d'étude au sein de l'UPS. Des anciens viennent présenter leurs parcours et leur insertion dans la vie professionnelle. Cette demi-journée est placée au dernier mercredi du mois de mars et est ouverte à tous.

#### **Contrôle du niveau de compétence :**

La licence EEA est délivrée annuellement, chaque semestre comporte des unités distinctes et capitalisables. Les examens comportent des contrôles partiels, continus et terminaux. Une seconde session est organisée après une phase de soutien aux étudiants en échec en première session (soutien intersession).

Deux sessions d'examen sont organisées. La seconde session est unique : les deux semestres sont rattrapés en une seule session. Celle-ci permet à l'étudiant ayant rencontré des difficultés d'avoir une seconde chance de valider le diplôme et elle est organisée vers la fin du mois de juin. Les résultats de la seconde session sont donnés vers la mi-juillet.

Pour mettre en valeur l'importance attachée aux enseignements pratiques, la note de travaux pratiques est prise en compte dans l'admission.

Entre les sessions (fin de la première session du second semestre et début de la seconde session) il est organisé un soutien « intersession » permettant aux étudiants d'avoir l'aide d'un enseignant pour ses révisions. Ce soutien prend la forme d'une séance de travail informel sous forme de questions-réponses avec l'enseignant.

Pour les Travaux Pratiques, la séance de soutien a lieu dans la salle de TP concernée.

#### **Label Cursus Master de l'Ingénierie (CMI) :**

La licence E.E.A. s'inscrit dans le cadre du CMI depuis septembre 2012.

Le label CMI est attribué à des étudiants ayant validé un parcours universitaire spécifique durant les cinq années conduisant au Master. L'obtention du label certifie la qualité des résultats d'un étudiant dans un parcours ayant un cahier des charges précis.

Le CMI est un label national qui ne peut être délivré que par des Universités habilitées. Son objectif est de délivrer une formation sur le cycle Licence-Master qui comporte des compléments facilitant la bonne intégration de l'étudiant lors de son entrée dans la vie active.

Le principe du CMI est d'équilibrer durant les cinq années de formation l'enseignement en sciences fondamentales, en sciences de l'ingénieur et en sciences humaines et sociales. La formation est conçue en trois axes.

- Des enseignements autour des fondamentaux :
  - le socle scientifique généraliste.
  - la spécialité et les disciplines connexes,
  - les sciences humaines et sociales
- Un lien étroit avec le monde socio économique qui est impliqué dans la formation tant au niveau de la formation elle-même que de sa gouvernance.
- Une forte implication des laboratoires de recherche.

Enfin, les activités de mise en situation doivent occuper une place importante de la formation : Bureaux d'Etudes, projets, projets intégrateurs, stages en entreprise, travaux d'étude et de recherche en laboratoire.

#### **C2I niveau 2 « Métiers de l'Ingénieur » :**

Le C2I niveau 2 suppose les pré-requis définis par le C2i niveau 1 et vise à attester des compétences professionnelles communes et nécessaires à tous les ingénieurs pour l'exercice de leur métier dans ses dimensions professionnelles et citoyennes. Cet ensemble de compétences transversales est à l'inventaire du répertoire national des certifications et se décline en 24 compétences réparties dans cinq domaines :

*Domaines transversaux*

- problématique et enjeux liés aux aspects juridiques en contexte professionnel ;
- sécurité de l'information et des systèmes d'information.

*Domaines spécifiques :*

- standards, normes techniques et interopérabilité ;
- environnement numérique et ingénierie collaborative ;
- recherche, gestion et diffusion.

L'objectif est de former les futurs ingénieurs à la maîtrise des méthodes et des outils nécessaires pour l'analyse numérique, la simulation, la recherche bibliographique, la gestion de projet, la rédaction de rapports, la présentation orale utilisant des supports numériques...

L'ensemble de ces compétences constitue le socle d'une formation et d'une certification nécessaires à l'intégration des TIC dans les pratiques professionnelles des différents métiers de l'ingénieur en y intégrant les dimensions professionnelles, scientifiques, relationnelles, déontologiques, des compétences acquises.

Le C2I-N1 (Circulaire n° 2011-0012 du 9-6-2011) et le C2I-N2MI (circulaire n° 2010-0003 du 3-2-2010) sont des certifications nationales.

## LISTE DES FORMATIONS DONNANT ACCÈS DE DROIT :

CPGE - L2 EEA (EDPEEE),  
L2 EEA PARC. INGÉNIERIE POUR LE SOIN ET LA SANTÉ (EDEAIE),  
L2 ELECTRONIQUE, ELECTROTECHNIQUE, AUTOMATIQUE - SPI (EDEEA1),  
L2 ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE (EDEAFE),  
L2 SPI (EDSPI1)

Pour les étudiants ayant suivi une autre formation que l'année précédente du parcours, l'accès est sur dossier. Il est très fortement conseillé de se rapprocher du responsable de la formation envisagée pour en connaître les modalités d'accès.

# RUBRIQUE CONTACTS

---

## CONTACTS PARCOURS

### RESPONSABLE L3 ÉLECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

CASTELAN Philippe

Email : [philippe.castelan@laplace.univ-tlse.fr](mailto:philippe.castelan@laplace.univ-tlse.fr)

Téléphone : 0561556715

### SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

BERMUDES Catherine

Email : [catherine.bermudes@univ-tlse3.fr](mailto:catherine.bermudes@univ-tlse3.fr)

Téléphone : +33 561556207

## CONTACTS MENTION

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

CASTELAN Philippe

Email : [philippe.castelan@laplace.univ-tlse.fr](mailto:philippe.castelan@laplace.univ-tlse.fr)

Téléphone : 0561556715

## CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.EEA

### DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

CAMBRONNE Jean-Pascal

Email : [jean-pascal.cambronne@laplace.univ-tlse.fr](mailto:jean-pascal.cambronne@laplace.univ-tlse.fr)

### SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

LAURENT Marie-Odile

Email : [molaurent@adm.ups-tlse.fr](mailto:molaurent@adm.ups-tlse.fr)

Téléphone : 0561557621

Université Paul Sabatier

3R1

118 route de Narbonne

31062 TOULOUSE cedex 9

# TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Projet	Stage	Projet ne
<b>Premier semestre</b>											
14	ELEAF5AM	INFORMATIQUE INDUSTRIELLE	6	O							
15	ELEAF5A1	Informatique industrielle			10	2		15			
	ELEAF5A2	Techniques scientifiques					18				
16	ELEAF5BM	MATHÉMATIQUES	6	O							
17	ELEAF5B1	Mathématiques			20		20				
	ELEAF5B2	Bureau d'études Matlab					16				
18	ELEAF5CM	TRANSMISSION	6	O							
19	ELEAF5C1	Transmission			20	14					
	ELEAF5C2	Instrumentation						24			
20	ELEAF5DM	INITIATION À LA RECHERCHE	3	O		8		15			
21	ELEAF5FM	OUTILS ÉLECTRIQUES POUR L'ÉLECTRONIQUE	6	O	24	22	12				
22	ELEAF5VM	ANGLAIS	3	O		24					
<b>Second semestre</b>											
23	ELEAF6AM	ÉLECTRONIQUE	6	O							
24	ELEAF6A1	Electronique analogique			24	20					
25	ELEAF6A2	Bureau d'étude électronique						12			
	ELEAF6A3	Electronique numérique			12	8		9			
26	ELEAF6BM	ÉNERGIE ÉLECTRIQUE	6	O							
27	ELEAF6B1	Matériaux du génie électrique			5	4					
28	ELEAF6B2	Electrotechnique			15	15					
29	ELEAF6B3	Electronique de puissance			13	12					
	ELEAF6B4	Bureau d'études énergie électrique						21			
30	ELEAF6CM	AUTOMATIQUE	6	O	34	30		21			
31	ELEAF6DM	TRAITEMENT DU SIGNAL	3	O	20	18	9				
32	ELEAF6FM	STAGE D'IMMERSION PROFESSIONNELLE	3	O						1	
33	ELEAF6IM	PROJET EEA	3	O				12			

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Projet	Stage	Projet ne
36	ELEAF6VM	ANGLAIS	3	O		24					
34	ELEAF6TM	STAGE FACULTATIF	3	F						0,5	
35	ELEAF6UM	ENGAGEMENT SOCIAL ET CITOYEN	3	F					25		25

---

## LISTE DES UE

---

<b>UE</b>	<b>INFORMATIQUE INDUSTRIELLE</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Informatique industrielle		
<b>ELEAF5A1</b>	Cours : 10h , TD : 2h , TP DE : 15h		

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ESTEBAN Philippe

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

Téléphone : 05.61.33.63.35

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Notre monde est peuplé de systèmes plus ou moins complexes, la plupart commandés par calculateur : calculateur spécialisé pour la commande de chaîne de production, calculateur embarqué enfoui dans le système commandé (un drone par ex.) ou calculateur banalisé équipé d'interface d'entrée/sortie avec son environnement. Ils captent des grandeurs physiques (température, pression, etc.) pour agir sur le système (moteurs, vannes, etc.) selon des règles préétablies.

L'objectif ici est de savoir écrire et mettre en œuvre l'algorithme du programme du calculateur décrivant l'ensemble de ces règles et la manière de réagir aux valeurs prélevées sur les capteurs pour établir celles transmises aux actionneurs, en s'appuyant sur la connaissance de différents types d'interfaçage calculateur/environnement.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

### 1. Le calculateur et son environnement

Calculateurs spécialisés, embarqués, banalisés

Représentation et codage de l'information

Environnement numérique (capteurs / actionneurs numériques)

Environnement analogique (capteurs / actionneurs analogiques, convertisseurs CAN et CNA)

### 2. Algorithmique pour la commande

Fonctionnement par scrutation

Fonctionnement par préemption (principe)

### 3. Travaux Pratiques

Mini-projet guidé

## Compétences visées :

- Manipuler des grandeurs physiques au travers de convertisseurs CAN - CNA
- Manipuler des signaux TOR (Tout-Ou-Rien) et numériques
- Transformer le cahier des charges de la commande d'un procédé en algorithme de commande

## PRÉ-REQUIS

Algorithmique, Programmation en langage structuré

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bibliographie proposée par les enseignants lors de leurs interventions.

## MOTS-CLÉS

Commande par calculateur, convertisseurs CAN - CNA, algorithme de commande

<b>UE</b>	<b>INFORMATIQUE INDUSTRIELLE</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Techniques scientifiques		
<b>ELEAF5A2</b>	TP : 18h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CASTELAN Philippe

Email : [philippe.castelan@laplace.univ-tlse.fr](mailto:philippe.castelan@laplace.univ-tlse.fr)

Téléphone : 0561556715

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'enseignement consiste essentiellement en un projet. Chaque groupe, qui est formé de trois étudiants ayant un niveau équivalent en langage C, doit réaliser un programme répondant à un cahier des charges et traitant un problème scientifique par des méthodes numériques (simulation, résolution numérique d'équations, optimisation, etc.).

Le projet implique un travail d'équipe, une recherche bibliographique, la production d'un programme en langage C, la production d'un rapport présentant le projet et les savoirs et compétences acquises lors de sa réalisation. Les algorithmes et les outils du langage C utilisés sont aussi attendus.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Rappels de C : pointeurs, fichiers, variables structurées...

Mise en œuvre des méthodes de gestion de projet et travail en équipe.

Deux projets : l'un individuel pour évaluer le niveau de l'étudiant, l'autre en équipe à choisir parmi une liste proposée et adaptée au niveau des équipes.

Exemple de projets :

- Algorithme génétique ou simplex : optimisation d'un filtre du second ordre
- Méthodes des éléments finis : mesure de l'effet de pointe, effet Tonwsend
- Systèmes d'équations linéaires : diagramme de Bode, potentiel plasma
- Propagation d'une onde dans un milieu unidimensionnel...

### PRÉ-REQUIS

Connaissance du langage C (niveau intermédiaire : Semestre 4 de la L2)

### MOTS-CLÉS

Langage C, gestion de projet, analyse bibliographique

<b>UE</b>	<b>MATHÉMATIQUES</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Mathématiques		
<b>ELEAF5B1</b>	Cours : 20h , TP : 20h		

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Fondements théoriques et méthodes mathématiques du traitement du signal

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Signaux intégrables, Impulsion de Dirac, Convolution, Transformée de Laplace, Échantillonnage, Séries de Fourier, Énergie d'un signal périodique, Formule de Poisson, Espace de Hilbert, Transformée de Fourier, Parseval. Rappels de probabilités. Variable aléatoire (VA) unique : définition, loi de probabilité, fonction de répartition, densité d'une VA continue, caractéristiques expérimentales associées. Couple de VA : loi de probabilité conjointe, fonction de répartition conjointe, densité conjointe (cas continu), statistiques marginales, indépendance statistique. Vecteur aléatoire.

#### Compétences/Savoirs visées :

Modéliser et conceptualiser. Être capable de choisir et d'utiliser la transformée adéquate pour résoudre un problème physique. Passer d'une représentation temps en une représentation fréquence et inversement. Savoir choisir la représentation (temps ou fréquence) la plus adaptée pour effectuer une opération donnée. Maîtriser les concepts de base relatifs aux variables aléatoires.

### PRÉ-REQUIS

Cours de L2 EEA, second semestre, mathématiques (ED4EEAA1), base de probabilités.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Y. Deville, "Traitement du signal : signaux temporels et spatiotemporels", Ellipses Editions Marketing, Paris, 2011.

### MOTS-CLÉS

Séries de Fourier. Transformée de Fourier. Transformée de Laplace. Convolution. Spectre. Probabilités, variables aléatoires, densité de probabilité.

<b>UE</b>	<b>MATHÉMATIQUES</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Bureau d'études Matlab		
<b>ELEAF5B2</b>	TP : 16h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CASTELAN Philippe

Email : [philippe.castelan@laplace.univ-tlse.fr](mailto:philippe.castelan@laplace.univ-tlse.fr)

Téléphone : 0561556715

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif principal est l'apprentissage des bases du langage Matlab et le renforcement des compétences en algorithmie.

L'enseignement est en deux parties : une partie n'utilisant pas les spécificités du langage Matlab pour renforcer les compétences en algorithmie, et une seconde où l'on montre, via l'optimisation du code d'une TFD, comment utiliser au mieux ce langage.

Notions vues : gestion des variables, utilisation des instructions de contrôle de flux, commandes graphiques de base, fichiers texte.

Analyse des signaux à l'aide de la transformée de Fourier : introduction.

Filtrage de signaux à l'aide de filtre RII : utilisation de la méthode pour étudier des circuits du second ordre.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### Contenu :

- Commandes de base de matlab, précision des calcul, trouver de l'aide, création de matrice.
- Commandes graphiques, génération de fichiers image pour traitement en lot ;
- Scripts et fonctions
- Optimisation du code : application au cas de la transformée de Fourier
- Etude des circuits du second ordre à l'aide d'un filtre RII.

#### Compétences :

- Programmer un algorithme simple
- Ecriture de scripts et de fonctions en langage Matlab.
- Optimisation du code Matlab.
- Analyser le spectre d'un signal, filtrer des signaux échantillonnés. (Notions)

### PRÉ-REQUIS

aucun

### MOTS-CLÉS

langage matlab

<b>UE</b>	<b>TRANSMISSION</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Transmission		
<b>ELEAF5C1</b>	Cours : 20h , TD : 14h		

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

TEULET Philippe

Email : [teulet@laplace.univ-tlse.fr](mailto:teulet@laplace.univ-tlse.fr)

Téléphone : 05.61.55.82.21

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Sensibiliser les étudiants au contexte complexe des ondes qui sont utilisées dans tout système de communication faible et haut débits.
- Connaître les grandeurs qui caractérisent les ondes planes dans un milieu isotrope, linéaire et homogène (L.H.I).
- Maîtriser les outils permettant de prévoir les phénomènes décrivant la propagation des ondes électromagnétiques dans un milieu L.H.I.
- Initier les étudiants aux phénomènes de propagation libre et guidée : compréhension physique et mise en équation.
- Comprendre les spécificités de la propagation d'un signal dont la longueur d'onde n'est pas grande devant les dimensions du circuit parcouru par ce signal. Applications aux lignes de transmission en régimes transitoire et permanent.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Propagation d'un signal électrique sur un support physique en régime sinusoïdal permanent, types de supports (lignes) et paramètres électriques associés
- Ondes incidentes et réfléchies, coefficients de réflexion. Application aux lignes sans/avec pertes ; adaptation d'impédance sur abaque de Smith
- Généralisation de la théorie aux signaux impulsionnels
- Propagation d'ondes électromagnétiques (EM) planes dans un milieu matériel illimité ; Onde plane progressive dans un diélectrique ; propagation de l'énergie ; absorption, vitesse de phase, vitesse de groupe, dispersion
- Propagation d'ondes EM dans un milieu limité : conditions de passage sur les champs à l'interface entre deux milieux L.H.I. ; notions de guidage
- Guides diélectriques - Fibres optiques (dispersion intermodale dans une fibre à saut d'indice)

### Compétences visées :

- Maîtriser les phénomènes de propagation, de réflexion, de couplage et d'adaptation afin de maintenir l'intégrité du signal, notamment pour concevoir et dimensionner les circuits HF pour télécommunications, radiodétection et applications spatiales.
- Caractériser la propagation des ondes électromagnétiques dans divers milieux (diélectrique, métaux).

## PRÉ-REQUIS

Champ électrique, Champ magnétique, Analyse vectorielle, Opérateurs différentiels  
Courant-tension, impédances complexes, signaux sinusoïdaux-rampe-impulsion

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Electromagnétisme. Fondements et appl. DUNOD (J.P. Pérez, R. Carles, R. Fleckinger)

Micro-ondes, T1, guides et cavités, C & Ex., DUNOD (PF Combes)

Cours de Phys.-Electromag. Phénomènes d'induction & ondes électromag. DUNOD (Daniel Cordier)

## MOTS-CLÉS

Ondes électromagnétiques, équations de Maxwell, guidage, ligne microbande, ligne de transmission, régime impulsionnel, lignes couplées, adaptation d'impédance

<b>UE</b>	<b>TRANSMISSION</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Instrumentation		
<b>ELEAF5C2</b>	TP DE : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VILLENEUVE-FAURE Christina

Email : [christina.villeneuve@laplace.univ-tlse.fr](mailto:christina.villeneuve@laplace.univ-tlse.fr)

Téléphone : 05-61-55-84-10

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Mettre en application les notions théoriques relevant des phénomènes de propagation (hautes fréquences ou impulsionnel) et d'électronique (adaptation d'impédance, filtres...).

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Instrumentation classique et numérique, précisions des appareils

Etudes de filtres pour l'analyse des signaux

Concepts d'adaptations d'impédance (abaque de Smith)

Propagation et régime impulsionnel (adaptation d'impédance, coefficient de réflexion).

Introduction à l'effet Hall et aux matériaux semi-conducteurs

#### Compétences Visées :

- Etre capable de définir et de mettre en œuvre l'instrumentation dédiée à la caractérisation des systèmes électroniques, maîtrise des problèmes de précisions des appareils.
- Travailler en équipe.

### PRÉ-REQUIS

Maîtriser les appareils de mesure (oscilloscope - multimètre)

Cours/TD Transmission

### MOTS-CLÉS

Mesures, propagation, adaptation d'impédance, filtres.

<b>UE</b>	<b>INITIATION À LA RECHERCHE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>ELEAF5DM</b>	TD : 8h , TP DE : 15h		

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ROUSSEL Bruno

Email : [bruno.rousseau@univ-tlse3.fr](mailto:bruno.rousseau@univ-tlse3.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette Unité d'Enseignement constitue une initiation à la démarche de recherche dans les domaines pluridisciplinaires de l'EEA et Traitement du signal. Son objectif est de fournir aux étudiants les premiers concepts et méthodes indispensables à l'observation scientifique et à l'analyse critique.

L'objectif sera complété et enrichi par les méthodologies de gestion de projet et de travail collaboratif telles que :

- L'acquisition des méthodes et outils fondamentaux de la conduite de projet.
- Comprendre les enjeux et les spécificités du mode projet.
- Identifier votre rôle et votre valeur ajoutée dans le projet.
- Assurer le pilotage du projet tout au long de son déroulement pour garantir l'atteinte de l'objectif.
- Adopter des comportements qui favorisent la réussite d'un projet.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Définition, terminologie, raisons et apports de la gestion de projet

Avantages et freins possibles d'un projet

Organisation générale d'un projet : objectifs, besoins, ressources

Acteurs du projet : permanents, occasionnels, niveaux d'information et de décision

Planification du projet

Le découpage du projet en tâches et leur enchaînement

Délais et objectifs et phases du projet

Le suivi du projet : outils, planning et qualité

Gestion de l'imprévu et de nouvelles priorités

Incidences sur le délais du projet : Conflits et arbitrages

Établir les critères d'un bilan qualité : projeté / réalisé, délais, équipe projet

Outils d'analyse des apports du projet

Communiquer sur le projet : Importance de la communication, techniques de communications (oral, écrit).

## PRÉ-REQUIS

Aptitudes à la méthode et à la rigueur. Une sensibilisation ou une initiation aux outils et méthodes de projet est un plus.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Le grand livre de la gestion de projet de J.Y. Moine ;

L'essentiel de la gestion de projet de Roger Aïm ;

Concevoir et lancer un projet : De l'idée au succès de Raphaël H Cohen.

## MOTS-CLÉS

Méthodes et projets - Capital humain - Qualités relationnelles

UE	OUTILS ÉLECTRIQUES L'ÉLECTRONIQUE	POUR	6 ECTS	1 <sup>er</sup> semestre
ELEAF5FM	Cours : 24h , TD : 22h , TP : 12h			

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CASTELAN Philippe

Email : [philippe.castelan@laplace.univ-tlse.fr](mailto:philippe.castelan@laplace.univ-tlse.fr)

Téléphone : 0561556715

BUSO David

Email : [david.buso@laplace.univ-tlse.fr](mailto:david.buso@laplace.univ-tlse.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquérir les méthodes nécessaires à l'analyse et l'étude des circuits. Comprendre la structure des circuits électriques. Savoir repérer les différentes fonctions. Mettre en équation des circuits simples. Décrire des circuits à l'aide de matrices.

Acquérir des connaissances de bases en calcul matriciel. Résoudre directement un système d'équation par des méthodes matricielles

Présenter la notion d'optimisation.

L'accent est mis sur les limites des méthodes.

Apprendre à utiliser un logiciel de simulation de circuit électriques

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### Outils pour l'EEA : 14hC/12h TD

- Méthode des mailles et des noeuds : formulation matricielle
- Quadripoles
- Fonctions de transfert en régime sinusoïdal et temporel

#### Calcul Matriciel : 10hC/10hTD

- Notion de cout d'un calcul, importance du développement en série de Taylor
- Valeurs propres, vecteurs propres : détermination numérique
- Résolution de systèmes linéaires : méthodes directes, méthodes itératives, application aux équations aux dérivées partielles.
- Résolution de systèmes non linéaires (Newton Raphson...)
- Bases de l'optimisation : concepts, méthode de Newton-Raphson, gradients.

#### Logiciel de simulation de circuits : 12hTP

Utilisation de spice pour étudier/modéliser des circuits électriques et électroniques.

### PRÉ-REQUIS

Bases du calcul matriciel, connaissances de base en électricité.

### MOTS-CLÉS

Méthode des mailles, quadripoles, Fonction de transfert, systèmes d'équations linéaires, systèmes d'équations non linéaires.

<b>UE</b>	<b>ANGLAIS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>ELEAF5VM</b>	TD : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

HAG Patricia

Email : [patricia.hag@univ-tlse3.fr](mailto:patricia.hag@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 0561558751

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Langue dans le secteur LANSAD : LANgue pour Spécialistes d'Autres Disciplines.

- Maîtriser au moins une langue étrangère et ses techniques d'expression en vue d'atteindre le niveau européen B2.
- consolider et approfondir les connaissances grammaticales et lexicales ;
- développer des compétences linguistiques et transversales permettant aux étudiants scientifiques de communiquer avec aisance dans les situations professionnelles et quotidiennes, de poursuivre des études scientifiques, d'obtenir un stage et un emploi, de faire face aux situations quotidiennes lors de voyages ou de séjours ;
- favoriser l'autonomie.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Langue et actualité scientifiques et techniques

- Pratique des quatre compétences linguistiques.
- Compréhension de textes et documents oraux scientifiques. Repérage des caractéristiques de l'écrit et de l'oral, style et registre ;
- Pratique de la prise de parole en public sur un sujet spécialisé : faire une présentation professionnelle, donner un point de vue personnel, commenter et participer à une conversation sur des sujets d'actualité ou scientifiques ;
- Développement des compétences transversales : techniques d'analyse et de synthèse de documents spécialisés, stratégies de communication, prise de risque, esprit critique, autonomie, esprit d'équipe.

### PRÉ-REQUIS

Les débutants dans la langue cible sont invités à suivre le cours « grands-débutants » en complément du cours classique.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[howjsay.com](http://howjsay.com), [granddictionnaire.com](http://granddictionnaire.com), [linguee.fr](http://linguee.fr), [iate.europa.eu](http://iate.europa.eu).

### MOTS-CLÉS

Langue scientifique et technique, langue à objectif professionnel, techniques de communication.

<b>UE</b>	<b>ÉLECTRONIQUE</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Electronique analogique		
<b>ELEAF6A1</b>	Cours : 24h , TD : 20h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GABORIAU Freddy

Email : [gaboriau@laplace.univ-tlse.fr](mailto:gaboriau@laplace.univ-tlse.fr)

Téléphone : 0561558697

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Décrire les caractéristiques des matériaux semi-conducteurs afin d'établir les relations explicitant le fonctionnement des composants actifs (transistors)
- Etudier par une analyse fine le fonctionnement et les propriétés des montages à base de composants actifs
  - Identifier les éléments de base d'un amplificateur de tension intégré
- Etudier et analyser les différents types de contre-réaction
- Approfondir la connaissance du fonctionnement de l'amplificateur opérationnel (AO) en régime linéaire et en régime saturé
- Maîtriser le choix d'un composant à la lecture de sa fiche technique

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Diode - point de fonctionnement - régime dynamique petits signaux
- Transistors bipolaire (BIP) et à effet de champ (JFET) - polarisation - régime dynamique
- Sources de courant (Miroir - Widlar) - régime continu et régime dynamique petits signaux
- Paire différentielle à BIP et JFET - polarisation - régime dynamique petits signaux
- Structure et représentation d'un amplificateur de tension intégré
- La contre-réaction : systèmes asservis - propriétés de la CR - les différents types de CR
- Rappels sur l'AO idéal - propriétés - l'AO réel : caractéristiques entrée - sortie - transfert
- Fonctionnement en régime linéaire et en commutation - exemples de montages

### Compétences visées :

- Analyser à l'aide d'outils mathématiques des structures de circuits électroniques complexes comportant un ou plusieurs composants actifs
- Proposer, concevoir, tester et valider à partir d'un cahier des charges un montage comportant deux fonctions électroniques élémentaires en maîtrisant le choix des composants

### PRÉ-REQUIS

Lois de Kirchhoff et théorèmes fondamentaux de l'électrocinétique - représentation en quadripôles et leur association

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Introduction à l'électronique analogique*, T. Neffati, Edition Dunod

*Principes d'électronique*, A. Malvino et D.J. Bates, Edition Dunod

### MOTS-CLÉS

Composants actifs discrets - transistors - régime de faibles signaux - amplificateur de tension intégré - amplificateur opérationnel réel - filtrage actif

<b>UE</b>	<b>ÉLECTRONIQUE</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Bureau d'étude électronique		
<b>ELEAF6A2</b>	TP DE : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GABORIAU Freddy

Email : [gaboriau@laplace.univ-tlse.fr](mailto:gaboriau@laplace.univ-tlse.fr)

Téléphone : 0561558697

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Comprendre à partir d'un exemple concret la philosophie de conception d'un circuit intégré à base de transistors bipolaires
- Mettre en œuvre différents montages à amplificateurs opérationnels (amplificateur d'instrumentation, amplificateur différentiel, amplificateur non inverseur, comparateur)
- Aborder des problèmes technologiques comme les défauts et les tolérances de certains composants
- Répondre à un cahier des charges (dérive en température, facteur d'amplification, adaptation d'impédances, bande passante...)

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Conception d'un circuit intégré à base de transistors bipolaires
- Ampli audio à base d'AO
- Conception d'une balance à jauges de contrainte

#### Compétences visées :

- Réaliser, tester un circuit électronique complexe et mesurer ses grandeurs caractéristiques
- Proposer, concevoir, tester et valider à partir d'un cahier des charges un montage comportant deux fonctions électroniques élémentaires en maîtrisant le choix des composants

### PRÉ-REQUIS

Module d'Electronique analogique EL6EEAA1

Maîtriser les appareils de mesure (oscilloscope analogique & numérique, multimètre numérique), alimentation, GBF

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- *Introduction à l'électronique analogique*, T. Neffati, Edition Dunod
- *Principes d'électronique*, A. Malvino et D.J. Bates, Edition Dunod

### MOTS-CLÉS

Composants actifs discrets - transistors - régime de faibles signaux - amplificateur de tension intégré - amplificateur opérationnel réel - filtrage actif

<b>UE</b>	<b>ÉLECTRONIQUE</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Electronique numérique		
<b>ELEAF6A3</b>	Cours : 12h , TD : 8h , TP DE : 9h		

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

TOURNIER Eric  
 Email : [tournier@laas.fr](mailto:tournier@laas.fr)

Téléphone : 05 61 33 69 17

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cet enseignement donne les bases de la conception de systèmes numériques de traitement et de transmission d'informations. Il met l'accent sur le côté « électronique » en abordant la représentation des données, les principales familles logiques et technologies d'intégration, ainsi que les bases de la numérisation de signaux (échantillonnage, quantification, codage). À l'issue de ce cours, les étudiants doivent être capables de créer un petit système numérique dans une approche descendante (« Top-Down »), en identifiant et en assemblant les fonctions d'électronique numérique élémentaires nécessaires décrites en cours, et en choisissant une description adaptée à la technologie de réalisation visée.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Cet enseignement traite essentiellement des systèmes combinatoires. Une comparaison entre électronique numérique et électronique analogique est d'abord effectuée. Ensuite, après quelques rappels de numération et une présentation d'éléments théoriques et pratiques de résolution de problèmes, sont abordés : la numérisation de signal, le codage source de l'information, les codes détecteurs et correcteurs d'erreur (codage canal), les opérateurs combinatoires standards ((dé/trans)codeur, (dé)multiplexeur), les circuits arithmétiques combinatoires (demi-additionneur, additionneur complet, additionneur  $n$ bits, soustracteur, multiplieur, comparateur, UAL), les principales familles logiques (TTL, CMOS, CML/ECL), les différentes technologies de réalisation des circuits numériques (PLD, PAL, PLA, ASIC), les mémoires et les techniques de décodage d'adresse, et quelques bases du langage VHDL. Une ouverture vers les systèmes séquentiels termine le cours, en expliquant notamment comment est réalisée une bascule D, sensible sur *fronts*, alors que les équations logiques combinatoires ne traitent que de *niveaux*

## PRÉ-REQUIS

Algèbre de Boole, règles de simplifications logiques, mise en équations, écriture de tables de vérité, simplification par tables de Karnaugh.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

C. Brie, *Logique combinatoire et séquentielle : méthodes, outils et réalisations*. Paris : Ellipses, 2003

## MOTS-CLÉS

Boole, table de Karnaugh, VHDL, PLD, PAL, PLA, ASIC, TTL, CMOS, CML, ECL, UAL, numérisation, échantillonnage, quantification, codage source, codage canal

<b>UE</b>	<b>ÉNERGIE ÉLECTRIQUE</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Matériaux du génie électrique		
<b>ELEAF6B1</b>	Cours : 5h , TD : 4h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SEWRAJ Neermalsing

Email : [sewraj@laplace.univ-tlse.fr](mailto:sewraj@laplace.univ-tlse.fr)

Téléphone : 6237

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cet enseignement fait suite à « Energie électrique » du S3 de la L2 EEA, où la modélisation de la bobine et du transformateur monophasé a été abordé à basses fréquences. Il en constitue un approfondissement en apportant des compléments concernant les bobines réelles, incontournables dans les dispositifs de base de l'électrotechnique et de l'électronique de puissance. Les phénomènes magnétiques seront abordés d'un point de vue microscopique pour ensuite classifier les divers types de matériaux. Une attention particulière est ensuite apportée à la modélisation de la bobine à noyau, à la justification et à la détermination expérimentale de ses paramètres. Cette unité sert de préalable pour les unités d'électrotechnique et d'électronique de puissance.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Lois des circuits, grandeurs et calculs vectoriels et complexes pour traiter les circuits en régime sinusoïdal établi. Puissance active, réactive et apparente. Théorème d'Ampère, Loi de Lenz-Faraday.

— Contenu (15 lignes)

Introduction au magnétisme :

- Origine microscopique du magnétisme
- Classification des matériaux magnétiques

Modélisation de la bobine à noyau :

- La bobine à noyau idéale
- Introduction des imperfections en régime continu
- Introduction des imperfections en régime variable périodique
- Détermination des pertes par courants de Foucault sur un dispositif réel (traité en TP)

Méthodes de caractérisation de la bobine à noyau

#### Compétences visées :

Déterminer les circuits électriques équivalents aux circuits magnétiques par l'analogie d'Hopkinson.

Etablir le modèle linéaire de la bobine à noyau monophasé et déterminer ses paramètres par des mesures. Effectuer des bilans de puissances et déterminer les énergies stockées

### PRÉ-REQUIS

Lois des circuits, vecteurs, nombres complexes. Puissance active, réactive et apparente. Théorème d'Ampère, Loi de Lenz-Faraday.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Electrotechnique et énergie électrique : Luc Lasne, Edition Dunod, 2013.

Aide-mémoire Electrotechnique : Pierre Mayé, Edition Dunod, 2014

Exercices et problèmes d'électrotechnique : Luc Lasne, Edition Dunod, 2011.

### MOTS-CLÉS

Excitation et induction magnétiques, hystérésis, flux magnétique, inductance, bobine, pertes Joule, pertes fer, courants de Foucault, mesures de puissance

<b>UE</b>	<b>ÉNERGIE ÉLECTRIQUE</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Electrotechnique		
<b>ELEAF6B2</b>	Cours : 15h , TD : 15h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BIDAN Pierre

Email : [pierre.bidan@laplace.univ-tlse.fr](mailto:pierre.bidan@laplace.univ-tlse.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cet d'enseignement fait suite à ceux de L2 EEA : « Energie électrique » du S3, et « Machine électrique » du S4.

Historiquement, l'électrotechnique concerne la production, le transport et l'utilisation de l'électricité en tant qu'énergie. Ce domaine s'est considérablement diversifié depuis l'avènement de l'électronique de puissance, qui est traitée dans une autre unité. Les principaux dispositifs de l'électrotechnique utilisant directement l'électricité en régime sinusoïdal établi, monophasé ou triphasé, sont étudiés : le réseau de transport, le transformateur, la machine synchrone (alternateur et moteur) et le moteur asynchrone. Seul leur fonctionnement en régime linéaire et stationnaire est décrit et modélisé, à l'exception du transformateur ou le régime transitoire sera abordé.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Généralité sur la production et le transport de l'énergie électrique en régime alternatif : *Place de l'énergie électrique, structure du réseau de distribution*
- Régime sinusoïdal triphasé équilibré : *Générateur de tension, ligne triphasée, couplages étoile et triangle, Bilans et mesures de puissances, relèvement du facteur de puissance.*
- Transformateur à deux enroulements : *Transformateur linéaire en régime quelconque, Transformateur en régime sinusoïdal stationnaire, Transformateurs spéciaux.*
- Machine synchrone en régime sinusoïdal stationnaire : *Alternateur monophasé et triphasé, modèle linéaire à réactance synchrone, Fonctionnement sur réseau infiniment puissant, Champs tournants et moteur synchrone.*
- Moteur asynchrone en régime sinusoïdal stationnaire : *Principe, schéma électrique équivalent*

#### Compétences visées :

- Mesurer les puissances en régime sinusoïdal triphasé.
- Etablir le modèle linéaire d'un transformateur monophasé, d'un alternateur monophasé ou triphasé, déterminer leurs paramètres et prédire un point de fonctionnement.
- Décrire le fonctionnement d'un moteur asynchrone triphasé via son schéma électrique équivalent

### PRÉ-REQUIS

Lois des circuits, grandeurs et calculs vectoriels et complexes. Puissance active, réactive et apparente. Théorème d'Ampère, Loi de Lenz-Faraday

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Electrotechnique et énergie électrique, Luc Lasne, Dunod, 2013.

Aide-mémoire Electrotechnique, Pierre Mayé, Dunod, 2014.

Exercices et problèmes d'électrotechnique, Luc Lasne, Dunod, 2011.

### MOTS-CLÉS

monophasé, triphasé, réseau électrique, bilans et mesures de puissance, transformateur, conversion électromécanique, machine synchrone, moteur asynchrone.

<b>UE</b>	<b>ÉNERGIE ÉLECTRIQUE</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Electronique de puissance		
<b>ELEAF6B3</b>	Cours : 13h , TD : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAMBRONNE Jean-Pascal

Email : [jean-pascal.cambronne@laplace.univ-tlse.fr](mailto:jean-pascal.cambronne@laplace.univ-tlse.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'électronique de puissance, ou conversion statique de l'énergie électrique, traite des modifications de la présentation de l'énergie électrique à l'aide de semiconducteurs fonctionnant en commutation. Les concepts nécessaires à la synthèse d'un convertisseur à partir d'un cahier des charges seront explicités, en particulier les notions de sources et de règle d'alternance des sources. Si les redresseurs seront rapidement abordés, la conversion continu-continu fera l'objet d'approfondissement, y compris en présence de transformateurs. La machine à courant continu en association avec un convertisseur fera l'objet de rappels dans différentes applications à vitesse variable. L'accent portera sur les relations entre grandeurs électriques et comportement mécanique de la machine.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Généralités sur la conversion statique de l'énergie, famille de convertisseurs et applications. Caractéristiques statiques et dynamiques de composants ou d'association de composants. Source et récepteur de courant/tension, règle d'alternance des sources. Structure en pont, introduction à la synthèse de structure de conversion. Redresseur à diodes et commandés.

Conversion DC/DC : Hacheur série, parallèle, à stockage inductif, hacheur réversible en courant, 4 quadrants, alimentation à découpage (Flyback, Forward).

Principe de fonctionnement de la machine à courant continu (MCC). Quelques éléments de constitution de la machine à courant continu. Exemples de fonctionnement, à couple constant, à flux constant. Fonctionnement de la MCC dans les 4 quadrants.

#### Compétences visées :

Synthétiser une structure de convertisseur direct monophasé en fonction d'un cahier des charges fonctionnel. Etablir les relations entre les différentes grandeurs électriques d'un convertisseur direct. Dimensionner les éléments de filtrage d'une structure de conversion DC-DC.

Décrire le fonctionnement d'une machine à courant continu et bien appréhender les couplages entre grandeurs électriques et grandeurs mécaniques.

### PRÉ-REQUIS

Lois des circuits linéaires en régime transitoire, composants en commutation, transformateur en régime impulsionnel, principe fondamental de la dynamique

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Electronique de Puissance : structures, fonctions de base, principales applications*, G.Séguier, Dunod ; *Electronique de Puissance, Convertisseurs*, J.Laroche, Dunod ; *Entraînements électriques Tome 1*, R.Perret, Hermès

### MOTS-CLÉS

Conversion statique de l'énergie électrique, redresseurs, hacheurs, alimentation à découpage, machine à courant continu et variation de vitesse.

<b>UE</b>	<b>ÉNERGIE ÉLECTRIQUE</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Bureau d'études énergie électrique		
<b>ELEAF6B4</b>	TP DE : 21h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SEWRAJ Neermalsing

Email : [sewraj@laplace.univ-tlse.fr](mailto:sewraj@laplace.univ-tlse.fr)

Téléphone : 6237

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette unité d'enseignement constitue le volet pratique des unités "Electrotechnique" et "Electronique de Puissance" du même semestre. Plusieurs convertisseurs électromécaniques et statiques sont étudiés expérimentalement pour en extraire un modèle comportemental permettant de prédire des points de fonctionnement en régime permanent. Le domaine de validité de chaque modèle et la signification physique de ses paramètres sont explorés et justifiés. Les différents essais et mesures associés sont réalisés et critiqués. A chaque séance de bureau d'étude, la fonction principale du dispositif guide l'approche pratique adoptée et oriente l'étudiant dans sa compréhension du fonctionnement en l'initiant à la démarche de conception.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Mesures de puissances sur des systèmes triphasés.
- Détermination expérimentale du modèle d'une bobine à noyau de fer.
- Détermination expérimentale du modèle et prédiction de points de fonctionnement pour un transformateur monophasé, un alternateur synchrone, un moteur asynchrone.
- Analyse du fonctionnement d'un convertisseur abaisseur de tension (Buck) et établissement de critères de dimensionnement.
- Variation de vitesse d'un moteur à courant continu au moyen d'un redresseur commandé ou d'un hacheur série.

#### Compétences visées :

- Représenter à l'aide d'un modèle linéaire déterminé expérimentalement le transformateur monophasé, l'alternateur ou un moteur asynchrone.
- Utiliser un modèle linéaire pour prédire un point de fonctionnement.
- Analyser le fonctionnement d'un convertisseur statique et le dimensionner.

### PRÉ-REQUIS

Lois des circuits, vecteurs et complexes, puissance active, réactive, apparente. Régime transitoire. Utiliser oscilloscope, voltmètre, ampèremètre et wattmètre.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Electrotechnique et énergie électrique, Luc Lasne, Edition Dunod, 2013

Electronique de Puissance, Convertisseurs, J.Laroche, Dunod, 2005

### MOTS-CLÉS

Mono et triphasé, bilan & mesure de puissance, bobine, transformateur, machine synchrone et asynchrone, redressement commandé, hacheur série, convertisseur Buck

<b>UE</b>	<b>AUTOMATIQUE</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>ELEAF6CM</b>	Cours : 34h , TD : 30h , TP DE : 21h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

RIBOT Pauline  
Email : [pribot@laas.fr](mailto:pribot@laas.fr)

Téléphone : 05 61 33 69 62

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Donner des outils formels et des techniques rigoureuses permettant de résoudre un problème de commande automatisée de systèmes continus (régulation de vitesse d'une voiture, pilote automatique, stabilisation d'un robot humanoïde) et de systèmes séquentiels (ascenseur, portail automatique, distributeur de boisson).

A la fin de cet enseignement, ce type de problème peut être résolu en effectuant le choix de la méthode de conception de la commande la mieux adaptée au contexte. Cette méthode de conception fait apparaître différentes étapes : modélisation et représentation formelle, analyse du comportement, synthèse et mise en oeuvre.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

L'enseignement est structuré en deux matières en fonction des modèles utilisés.

En automatique à événements discrets, les concepts principaux sont des bases de logique, la modélisation par graphe d'état et par grafcet d'une commande, la représentation tabulaire et algébrique d'un système séquentiel et la mise en oeuvre sur différents supports électronique et informatique.

En automatique des systèmes linéaires, l'approche se base sur trois axes : (i) la modélisation des systèmes dynamiques par des modèles linéaires invariants de type entrée/sortie ; (ii) l'analyse des propriétés (stabilité, précision, performances) de procédés et de systèmes asservis, en se basant sur différentes méthodes algébriques, temporelles ou fréquentielles ; (iii) la création d'asservissements satisfaisant un cahier des charges de performances à atteindre utilisant des correcteurs classiques de type PID.

Les notions abordées sont mises en oeuvre au cours de deux projets tutorés développés sur six semaines. Au cours de ces projets, l'esprit d'initiative des étudiants est sollicitée dans le choix du modèle, de la commande et du support de mise en oeuvre.

### PRÉ-REQUIS

Algèbre de Boole et représentations tabulaires des fonctions logiques  
Transformée de Laplace, nombres complexes, systèmes linéaires invariants et propriétés

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Automatique Elémentaire, F. Rotella et I. Zambetakis, ed. Hermes  
Feedback control of dynamic systems , G.F. Franklin et al., ed. Pearson  
Circuits logiques programmables, A. Nketsa, ISBN 2-7298-6792-9, Ed. Ellipses, coll. Technosup

### MOTS-CLÉS

Fonction de transfert, représentations fréquentielles, analyse, synthèse de loi de commande, Graphe d'état, grafcet, mise en oeuvre.

<b>UE</b>	<b>TRAITEMENT DU SIGNAL</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>ELEAF6DM</b>	Cours : 20h , TD : 18h , TP : 9h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

HOSSEINI Shahram

Email : [Shahram.Hosseini@irap.omp.eu](mailto:Shahram.Hosseini@irap.omp.eu)

Téléphone : 0561332879

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette UE a pour objectif d'apporter aux étudiants les connaissances de base concernant d'une part les représentations temporelle et fréquentielle des signaux et, d'autre part les traitements fondamentaux tels que l'échantillonnage, la modulation, le filtrage et le débruitage. Ces notions sont développées pour des signaux analogiques ou numériques, déterministes ou aléatoires. Elles sont illustrées en travaux dirigés et travaux pratiques à l'aide d'exemples concrets (signaux audio, télécom, biomédicaux).

Un autre objectif de cette UE est de présenter aux étudiants des notions de traitement des images à travers des exemples d'applications de vision industrielle. Cette initiation est illustrée par des exercices et une séance de TP.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

**Signaux déterministes** : Différents types de signaux et systèmes, Représentations temporelle et fréquentielle des signaux et systèmes analogiques et numériques, Filtrage analogique et numérique, Modulation, Echantillonnage

**Signaux aléatoires** : Fonctions d'une ou plusieurs variables aléatoires, Espérance et moments, Propriétés des signaux aléatoires, Stationnarité, Corrélation, DSP, Filtrage et débruitage des signaux aléatoires.

**Introduction à l'image** : Enjeux de la vision industrielle, Quelques outils et techniques de traitement et analyse des images, Applications de vision industrielle.

**Travaux pratiques** : 1) Numérisation, Synthèse et mise en œuvre des filtres numériques, 2) Débruitage et séparation de sources, 3) Traitement d'images

**Compétences visées** : Savoir représenter des signaux et systèmes dans les domaines temporel et fréquentiel, Etre capable de calculer la réponse d'un filtre à un signal et de synthétiser des filtres simples, Savoir calculer les moments, la fonction d'autocorrélation et la DSP des signaux aléatoires, Notions de base sur le filtrage des signaux aléatoires, Notions de traitement et analyse des images, Notions de classification supervisée.

### PRÉ-REQUIS

UE Mathématiques du premier semestre L3 EEA

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] A. V. Oppenheim, A. S. Willsky, Signals & systems, Prentice-Hall, 1997.

[2] Y. Deville, Signaux temporels et spatiotemporels, Ellipses, 2011.

[3] C. Demant, B. Streicher-Abel, P. Waszkewitz, Industrial Image Processing, Springer, 2013.

### MOTS-CLÉS

Signal, Système, Filtrage, Echantillonnage, Signaux aléatoires, Espérance, Corrélation, Densité spectrale de puissance, Combinaisons d'images, Mesures optiques

<b>UE</b>	<b>STAGE D'IMMERSION PROFESSIONNELLE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>ELEAF6FM</b>	Stage : 1 mois minimum		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CASTELAN Philippe

Email : [philippe.castelan@laplace.univ-tlse.fr](mailto:philippe.castelan@laplace.univ-tlse.fr)

Téléphone : 0561556715

ROUSSEL Bruno

Email : [bruno.rousseau@univ-tlse3.fr](mailto:bruno.rousseau@univ-tlse3.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

En plus des enseignements « *disciplinaires* », qui préparent à devenir des spécialistes dans les domaines choisis, cette UE, propose des enseignements de professionnalisation qui préparent à l'entrée future sur le marché du travail. Ces enseignements sont un moyen de personnaliser le cursus et de faciliter l'orientation professionnelle à venir.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

L'unité d'enseignement s'inscrit dans le cadre d'un continuum de la formation et intègre un suivi des compétences acquises par l'étudiant dans son parcours de formation. La démarche est progressive et heuristique, elle intègre ainsi une aide à la formalisation des compétences (CV, candidature) dans une démarche par laquelle l'étudiant s'engage, avec l'appui d'enseignants, dans une analyse réflexive de ses expériences et de ses acquis universitaires et par laquelle il opère des choix pour candidater dans un contexte professionnel spécifique. Par analyse réflexive on entend des sessions de formation par groupe durant lesquelles il est demandé aux étudiants de réfléchir et d'explicitier diverses expériences de formation et d'application professionnelle (divers stages d'observation ou d'application, etc). Ces différentes expériences permettent de tracer le fil conducteur d'une démarche pédagogique dite par objectifs dans laquelle les étudiants prennent parti active. Des compétences communicationnelles, en conduite de projet et ayant trait à la culture organisationnelle seront ainsi mobilisées.

### PRÉ-REQUIS

Aucun

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Communication, Jean Piau, Dunod, 2014 ;
- Guide de la communication professionnelle, Danielle, Heyte, 2008.

### MOTS-CLÉS

Communication, organisation, culture professionnelle, gestion de projet, expériences professionnelles, activités, compétences

<b>UE</b>	<b>PROJET EEA</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>ELEAF6IM</b>	TP DE : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DUROLA Sylvain

Email : [sylvaindurola@yahoo.fr](mailto:sylvaindurola@yahoo.fr)

LAUER Michael

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

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce projet porte sur la création d'un système robotique mobile autonome faisant appel aux connaissances enseignées en cours d'année.

Chaque groupe d'étudiant comporte 4 équipes spécialisées sur des aspects disciplinaires distincts : électrotechnique et électronique de puissance, électronique numérique et analogique, automatique linéaire et à événements discrets, acquisition et traitement du signal. Leurs travaux sont développés, mis en oeuvre et interfacés sur un dispositif d'informatique industrielle

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

**Projet** : Conception d'un robot mobile autonome possédant plusieurs modes d'asservissement de position.

- Equipe électrotechnique : modélisation dynamique du robot, dimensionnement et conception de la partie puissance, interfaçage de la commande du moteur par un signal MLI.
- Equipe électronique : conception d'un capteur de distance par ultrasons, interfaçage par signaux binaires et convertisseur analogique / numérique.
- Equipe automatique : modélisation et mise en oeuvre de lois de commande continues pour l'asservissement de position et d'une commande à événements discrets gérant les changements de mode.
- Equipe traitement du signal : acquisition et traitement de signaux sonores DTMF permettant les changements de mode.

**Mise en oeuvre** : utilisation d'un microcontrôleur Arduino pour l'acquisition / génération des signaux, leur traitement et l'implémentation de la commande.

### PRÉ-REQUIS

Disciplines de l'EEA : électrotechnique, électronique, automatique, traitement du signal, informatique, informatique industrielle. Gestion de projet.

### MOTS-CLÉS

Projet transdisciplinaire en groupe, système embarqué, électrotechnique, électronique, automatique, traitement du signal, programmation.

<b>UE</b>	<b>STAGE FACULTATIF</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>ELEAF6TM</b>	Stage : 0,5 mois minimum		

<b>UE</b>	<b>ENGAGEMENT SOCIAL ET CITOYEN</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>ELEAF6UM</b>	Projet : 25h , Projet ne : 25h		

<b>UE</b>	<b>ANGLAIS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>ELEAF6VM</b>	TD : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

HAG Patricia

Email : [patricia.hag@univ-tlse3.fr](mailto:patricia.hag@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 0561558751

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Langue dans le secteur LANSAD : LANgue pour Spécialistes d'Autres Disciplines.

- Maîtriser au moins une langue étrangère et ses techniques d'expression en vue d'atteindre le niveau européen B2.
- consolider et approfondir les connaissances grammaticales et lexicales ;
- développer des compétences linguistiques et transversales permettant aux étudiants scientifiques de communiquer avec aisance dans les situations professionnelles et quotidiennes, de poursuivre des études scientifiques, d'obtenir un stage et un emploi, de faire face aux situations quotidiennes lors de voyages ou de séjours ;
- favoriser l'autonomie.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Langue et actualité scientifiques et techniques

- Pratique des quatre compétences linguistiques.
- Compréhension de textes et documents oraux scientifiques. Repérage des caractéristiques de l'écrit et de l'oral, style et registre ;
- Pratique de la prise de parole en public sur un sujet spécialisé : faire une présentation professionnelle, donner un point de vue personnel, commenter et participer à une conversation sur des sujets d'actualité ou scientifiques ;
- Développement des compétences transversales : techniques d'analyse et de synthèse de documents spécialisés, stratégies de communication, prise de risque, esprit critique, autonomie, esprit d'équipe.

### PRÉ-REQUIS

Les débutants dans la langue cible sont invités à suivre le cours « grands-débutants » en complément du cours classique.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[howjsay.com](http://howjsay.com), [granddictionnaire.com](http://granddictionnaire.com), [linguee.fr](http://linguee.fr), [iate.europa.eu](http://iate.europa.eu).

### MOTS-CLÉS

Langue scientifique et technique, langue à objectif professionnel, techniques de communication.

# 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.



