

MASTER EEEA

MASTER 2 ATSI - année 2017-2018

Recherche Automatique et Traitement du Signal et des Images

Responsable et Président du Jury : M. Alexandre Renaux**• Objectif de la formation:**

La spécialité **Automatique et Traitement du Signal et des Images** vise à former des étudiants pouvant aborder des semaines de recherche d'un haut niveau scientifique. Les axes de recherche et de développement concernés sont l'automatique, le traitement du signal et des images et des communications numériques (commande des systèmes, commande robuste, reconstruction d'état, traitement statistique des données, construction de modèles, traitements spatial et spatio-temporel adaptatifs, analyse spectrale, analyse temps-fréquence, représentations temps-échelle, compression etc.) D'une manière générale, la majorité de sciences de l'ingénieur font de plus en plus appel à des outils de l'automatique et du traitement du signal. De plus ces outils sont de plus en plus sophistiqués et leur maîtrise nécessite souvent une formation scientifique très pointue.

L'objectif de cette spécialité est de donner à l'étudiant (e) une formation qui lui permet d'aborder des problèmes de recherche scientifiques et techniques ouverts. Les enseignements proposés ont un double but: la formation de doctorants et l'apport d'éléments nécessaires pour faire avancer des thèmes de recherche nouveaux. Le programme proposé couvre les principaux thèmes scientifiques qui préoccupent non seulement les laboratoires directement impliqués dans les enseignements de la spécialité, mais aussi d'autres laboratoires universitaires et industriels concernés pas l'automatique et le traitement du signal et sur les développements récents, qu'ils soient de nature théorique ou directement ou indirectement dans de nombreuses disciplines telles que l'optique, l'électronique, les statistiques, l'économie, la médecine etc. La formation proposée dans la spécialité doit donc s'adapter assez rapidement à cette évolution en s'appuyant sur les capacités des équipes d'accueil des laboratoires concernés.

Après un enseignement de base en automatique et en traitement du signal, nous proposons aux étudiants des Unités d'Enseignement (UE) optionnelles qui leur permettent de s'orienter plus vers l'automatique le traitement du signal ; le traitement de l'image ou les télécommunications. Ces possibilités permettent à l'étudiant (e) d'acquérir une formation qui correspond le mieux à sa vocation (recherche théorique ou appliquée).

Enfin, les stages proposés proviennent de manière équilibrée de laboratoires de recherche publics et d'organismes industriels. Ceci permet aux étudiants (es) d'avoir des débouchés aussi bien dans l'enseignement et la recherche que dans l'industrie. L'insertion professionnelle des étudiants (es) ne pose actuellement pas de problèmes. La majorité d'entre eux (elles) poursuit en thèse ; soit directement dans des laboratoires publics, soit au sein d'une entreprise, soit en relation étroite entre un laboratoire public et une entreprise.

M. Alexandre Renaux

Responsable des enseignements Masters 2 - ATSI et Président de Jury
SUPELEC – L2S – Plateau de Moulon 91192 Gif-sur-Yvette Cedex Tel: 01 69 85 17 25

LISTE DES UNITES D'ENSEIGNEMENT PROPOSEES

1 Tronc commun**Nom de l'UE: Systèmes dynamiques linéaires****D5EAT10a****Responsable: Mme Sihem TEBBANI**

Objectif: L'objectif de ce cours a pour but de présenter des techniques d'analyse et de synthèse de commande pour les systèmes linéaires multi-sorties. Les approches présentées, qui utilisent la modélisation par représentation d'état ont fait la preuve de leur efficacité sur des systèmes industriels. De plus, elles constituent un socle sur lequel viennent se greffer des approches développées plus récemment, notamment pour la commande robuste, la reconstruction d'état.

Nom de l'UE: Propriétés structurelles des systèmes dynamiques**D5EAT11a****Responsable: M.Yacine CHITOUR**

Objectif: L'objectif de ce cours est dans la première partie, de présenter une introduction aux propriétés structurelles des systèmes non-linéaires, notamment accessibilités, commandabilité et observabilités. Les notions de formes canoniques et de sous-espace invariant sont ensuite abordées. Dans la seconde partie, la planification de trajectoire et la synthèse de bouclage pour le suivi de trajectoire sont abordées.

Nom de l'UE: Stabilité des systèmes dynamiques 1**D5EAT12a****Responsables: Mme Elena PANTELEY – M. Sergio VALMORBIDA**

Objectif: Fournir des moyens d'analyse du comportement des solutions de systèmes dynamiques. Deux approches bien distinctes seront proposées. La première est consacrée à l'analyse de la stabilité de point d'équilibre pour des systèmes sans variable exogène et à la stabilité entrée-état lorsqu'il y a une variable exogène. La seconde partie sur le point de vue opérateur lié aux systèmes dynamiques ayant une paire entrée-sortie. Les techniques de petit gain et de passivité seront étudiées.

Nom de l'UE: Identification de paramètres et observation d'état**D5EAT13a****Responsables: M. Michel KIEFFER – M. Sette DIOP**

Objectif: Ce cours vise les automaticiens, les traiteurs de signaux et les doctorants (de l'École Doctorale STITS ou d'autre École doctorale) qui doivent estimer les grandeurs fixes ou variables à partir de données expérimentales. Deux situations sont plus particulièrement considérées : celle où toutes les données sont disponibles simultanément (estimation hors ligne, ou batch) et celle où elles doivent être traitées au fur et à mesure de leur recueil (estimation hors ligne, ou en temps réel). Les problèmes de mise en œuvre numérique des méthodes décrites ne sont pas abordés, car ils font l'objet en cours de second trimestre.

Nom de l'UE: Filtrage optimal récursif**D5EAT20a****Responsable: M. Messaoud BENIDIR**

Objectif: L'objectif de ce cours est de présenter les algorithmes récursifs qui sont à la base du filtrage optimal au sens de Wiener. Des applications à la représentation en treillis, à l'analyse spectrale et à l'étude de la stabilité d'un filtre sont développées.

Nom de l'UE: **Représentation parcimonieuse des signaux** **D5EAT21a**

Responsables: **M. Matthieu KOWALSKI, Mme Aurélia FRAYSSE**

Objectif : Le cours introduit des techniques de représentations parcimonieuses par transformées qui sont utilisées classiquement pour la compression, le débruitage et plus généralement l'analyse des signaux ou les problèmes inverses. Les transformées classiques seront présentées ainsi que leur utilité pour l'approximation non linéaire d'un signal. On verra que ces représentations permettent de « concentrer » l'information d'un signal, ce qui justifie les méthodes dites « parcimonieuses ». Enfin, les algorithmes de reconstruction avec hypothèse de parcimonie les plus utilisés seront présentés, permettant ainsi une bonne introduction à l'optimisation convexe non nécessairement différentiable.

Nom de l'UE : **Estimation statistique.** **D5EAT22a**

Responsables : **M. Christophe VIGNAT - M. Alexandre RENAUX**

Objectif : L'objectif de ce cours est d'acquérir les connaissances d'estimation statistique nécessaires pour aborder les autres cours de traitement du signal avancé de la formation. Les méthodes présentées seront accompagnées d'exemples concrets rencontrés par exemple dans le traitement de signaux multivariés ou en imagerie.

Nom de l'UE : **Traitement d'image et conception de systèmes d'imagerie.** **D5EAT23a**

Responsables : **M. F. GOUDAIL, M. C. KULCSAR**

Objectif : L'objectif de ce cours est de donner les bases de la physique des systèmes d'imagerie, d'appliquer des notions de théorie de l'estimation à l'optimisation de ces systèmes, et de mettre en œuvre des techniques de traitement d'image simples, mais de manière maîtrisée. Ce cours donnera les outils essentiels pour aborder le domaine en plein essor de la co-conception et de l'imagerie computationnelle.

2. Unités optionnelles

Nom de l'UE : **D5EAT30a**

Méthodes et outils pour la conception de commandes robustes dans le cadre linéaire.

Responsables : **M. Gilles DUC, M. Sami TLIBA**

Objectif : Ce module développe et met en œuvre une approche cohérente, dans le cadre linéaire multi-entrées multi-sorties (MIMO), pour la synthèse de correcteurs, la réduction de modèles et l'analyse de la robustesse vis-à-vis des différentes incertitudes de la modélisation. Les principaux outils utilisés sont la représentation par matrice de transfert et la norme H-infini (pour définir les objectifs) ; la représentation d'état et les inégalités matricielles linéaires (pour les méthodes de résolution), ces dernières permettant de formuler la plupart des problèmes dans le cadre de l'optimisation convexe. Un regard particulier est porté sur la commande de structures mécaniques flexibles, rencontrées dans les applications nécessitant le contrôle actif des vibrations. Ces systèmes sont représentés par des modèles de grande dimension, soulignant l'importance des méthodes de réduction d'ordre s'appliquant tant aux modèles de conception qu'aux modèles d'analyse et aux correcteurs obtenus.

Nom de l'UE : **D5EAT31a**

Structure des systèmes dynamiques linéaires et commande de systèmes à retards et à paramètres distribués.

Responsables : **M. Henri BOURLES, Mme Catherine BONNET**

M. Alexandre Renaux

Responsable des enseignements Masters 2 - ATSI et Président de Jury
SUPELEC – L2S – Plateau de Moulon 91192 Gif-sur-Yvette Cedex Tel: 01 69 85 17 25

Objectif : L'objectif de ce cours est d'étudier les propriétés structurelles des systèmes (liens entre équations et solutions, zéros de découplage, etc.) grâce aux outils de l'analyse algébrique, puis de montrer comment des techniques d'analyse permettent de décliner certaines propriétés (stabilité, stabilisation) en termes simples pour des problèmes/systèmes donnés (commande Hinfini de systèmes à retards, fractionnaires).

Nom de l'UE :

D5EAT32a

Systèmes non linéaires discrets et contrôle échantillonné avec applications en robotique mobile.

Responsables : ***Mme Dorothee NORMAND-CYROT, M. S. MONACO***

Objectif : Tout en admettant dans la plupart des cas des représentations par espace d'état en temps continu, l'analyse et la commande des processus physiques requiert l'utilisation des calculateurs. Il est donc indispensable de comprendre les effets induits par la discrétisation sur ces modèles continus afin de proposer des méthodes d'analyse et de commande prenant en compte ces effets dès la conception. L'objectif de ce cours est d'étudier ces aspects dans le contexte des systèmes non linéaires et de décrire des méthodologies permettant de proposer des solutions. Des exemples seront développés issus de domaines électromécaniques et de la robotique mobile.

Nom de l'UE :

D5EAT33a

Systèmes à dynamique hybride et applications à l'automobile.

Responsables : ***M. Antoine CHAILLET, MM. L. GRECO, S. OLARU, William PASILLAS-LEPINE***

Objectif : Les dynamiques hybrides, c'est-à-dire combinant dynamiques discrètes et continues, sont communes à de nombreux systèmes physiques comme par exemple les systèmes de transport, les chaînes de production, les réacteurs bio-chimiques, les neurones, etc. Elles donnent également lieu à de nombreuses applications de commande : commande supervisée, gain scheduling, effets de quantification ou d'échantillonnage, systèmes commandés par réseaux, modes dégradés, etc... Le but de ce cours est de présenter les concepts de base nécessaires à l'analyse et à la commande de systèmes hybrides. Il se concentre pour cela sur deux formalismes : les automates hybrides et les systèmes à commutation. Chaque concept abordé sera illustré par un exemple applicatif issu de l'industrie automobile.

Nom de l'UE :

Contrôle optimal non linéaire et contrôle quantique.

D5EAT34a

Responsable : ***M. Ugo BOSCAIN, M. Yacine CHITOUR, M. M. SIGALOTTI***

Objectif : Purpose of this course is to give an introduction to mathematical theory of optimal control with applications and extensions to the control of quantum mechanical systems. The control of quantum mechanical system is crucial in many applications as in nuclear magnetic resonance or in chemical physics.

Nom de l'UE : ***Stabilisation des systèmes dynamiques II.***

D5EAT35a

Responsable : ***M. Antonio LORIA***

M. Alexandre Renaux

Responsable des enseignements Masters 2 - ATSI et Président de Jury
SUPELEC – L2S – Plateau de Moulon 91192 Gif-sur-Yvette Cedex Tel: 01 69 85 17 25

Objectif : Préparer l'étudiant désireux de poursuivre une thèse réussie en automatique en renforçant la formation que l'étudiant aura préalablement acquise dans le cours de premier trimestre « Stabilité des systèmes dynamiques ».

Nom de l'UE :

D5EAT36a

Planification et suivi de trajectoires – application en robotique mobile et au contrôle moteur humain.

Responsable : M. Frédéric JEAN, M. Yacine CHITOUR

Objectif : Planifier les trajectoires d'un système commandé consiste à trouver une loi de commande en boucle ouverte amenant le système d'un état à un autre. Résoudre ce problème est crucial en robotique mobile, c'est-à-dire pour des robots faisant des déplacements de grande amplitude dans leur environnement. Dans ce cadre, il est généralement lié au problème du suivi d'une trajectoire ou d'un chemin donné. Déterminer comment sont planifiés des mouvements est également au cœur de la modélisation du contrôle moteur humain et à des applications importantes en neuro-physiologie

L'identification des principes qui régissent cette planification humaine s'applique de plus en plus en robotique humanoïde. Ce cours a pour but de présenter la problématique de la planification et du suivi de mouvements pour les systèmes non-linéaires en dimension finie et de détailler les principales méthodes de résolution qui ont été développées. Les méthodes seront présentées selon les classes de systèmes auxquelles elles s'appliquent, en se concentrant principalement sur celles utilisées en robotique mobile. On abordera également le problème inverse, c'est-à-dire l'identification de la méthode de planification utilisée à partir de la donnée des trajectoires, à travers ses applications au contrôle moteur humain.

Nom de l'UE : ***Commande basée sur la passivité.***

D5EAT37a

Responsable : MM. Romeo ORTEGA et Antonio LORIA

Objectif : Initier l'étudiant désireux de poursuivre une thèse en automatique à une technique de commande particulièrement bien adaptée pour les systèmes physiques, issus de la mécanique et de l'ingénierie électrique (robots manipulateurs, moteurs, convertisseurs, éoliennes...). En effet, cette méthode s'appuie sur le principe élémentaire de la conservation de l'énergie.

Nom de l'UE : ***Observateurs.***

D5EAT38a

Responsable : M. Sette DIOP

Objectif : La synthèse d'observateurs est un des problèmes majeurs de l'automatique. Elle trouve des applications dans de nombreux domaines. En effet, la plupart du temps, pour des raisons économiques ou technologiques, toutes les grandeurs (physiques) ne sont pas mesurées. Si ces dernières peuvent être déterminées à partir des données disponibles (problèmes d'observabilité) alors la synthèse d'observateur est possible. De différentes façons en général, dépendant des contraintes sur le système. Il existe dans la littérature un nombre quasi illimité de publications sur les observateurs. Ce cours a pour principal objectif de présenter les idées et méthodes fondamentales connues à ce jour qui sont bien moins nombreuses que les publications sur les observateurs.

Nom de l'UE : ***Commandes des systèmes mécaniques complexes***

D5EAT39a

Responsable : M. Daniel ALZARD

Une semaine fin janvier début février à ISAE SUPAERO Toulouse

M. Alexandre Renaux

Responsable des enseignements Masters 2 - ATSI et Président de Jury
SUPELEC – L2S – Plateau de Moulon 91192 Gif-sur-Yvette Cedex Tel: 01 69 85 17 25

Objectif : L'objectif de ce module est de présenter les problèmes liés à la commande des systèmes aérospatiaux (véhicules, sous systèmes et plus particulièrement des systèmes mécaniques flexibles) et de présenter des éléments de solutions fondés sur les outils de l'automatique classique et moderne.

Nom de l'UE :

D5EAT40a

Traitement du signal spatio-temporel.

Radar, radiocommunications et autres applications en physique.

Responsable : Madame Sylvie MARCOS, M. Alexandre RENAUX, M. Rémy BOYER

Objectif : Le but de ce cours est de dresser un panorama de la théorie actuelle qui repose essentiellement sur les techniques d'estimation et de détection statistiques étudiées au premier semestre. En outre, un accent particulier sera mis sur les méthodes mathématiques récentes du domaine : théorie des grandes matrices aléatoires, algèbre tensoriel, bornes inférieures de l'erreur quadratique moyenne non asymptotique, théorie des seuils de résolution limite, processus elliptiques.

Nom de l'UE : ***Séries temporelles et processus spatiaux.***

D5EAT41a

Responsable : M. Pascal BONDON, M. Julien BECT

Objectif : L'objectif de ce cours est de présenter des modèles statistiques paramétriques de séries d'observations temporelles ou spatiales, ainsi que leurs applications à l'analyse et à la prévision. On étudie la construction de ces modèles, les procédures d'inférence statistique associées –en particulier l'estimation statistique des paramètres- ainsi que le problème de la prédiction optimal en moyenne quadratique (aussi appelé prévision, interpolation ou encore approximation selon le contexte). Les applications concernent le traitement du signal, l'analyse de séries financières, la géostatistique, l'optimisation ou encore la planification et l'analyse d'expériences numériques.

Nom de l'UE : ***Problèmes inverses et électromagnétisme.***

D5EAT42a

Responsables : M. Thomas RODET, M. Marc LAMBERT, M. Nicolas GAC

Objectif : L'objectif de ce cours est de permettre aux étudiants d'appréhender la résolution d'un problème inverse dans sa globalité. Pour se faire, il faut à la fois maîtriser des aspects mathématiques, numériques et physiques. Ce cours est donc divisé en trois : la première partie expose les principes de la résolution d'un problème inverse ainsi que ces difficultés, dans la deuxième partie nous nous intéressons à un problème électromagnétique à inverser, nous nous intéressons à ce problème car il illustre parfaitement les problématiques qui se posent lors de la résolution de problème inverse (choix basé sur des considérations physiques du modèle d'acquisition des données linéaires ou non), enfin la dernière partie traite du calcul Bayésien, c'est-à-dire le moyen d'obtenir notre estimateur illustré par des sujets méthodologiques de recherche actuels comme l'estimation non supervisée, le choix de modèle, etc...

Nom de l'UE : ***Analyse temps-fréquence.***

D5EAT43a

Responsable : M. Messaoud BENIDIR, M. Jean-Phillipe OVARLEZ

Objectif : L'objectif de ce cours est de présenter les méthodes d'analyse temps-fréquence et leurs applications aux signaux de paroles, aux signaux sismiques et à l'imagerie radar.

Nom de l'UE : ***TRAITEMENT DES SIGNAUX AUDIO-DE MUSIQUE.***

D5EAT44a

Mme Hélène PAPADOPOULOS, M. Matthieu KOWALSKI, M. Gael RICHARD

M. Alexandre Renaux

Responsable des enseignements Masters 2 - ATSI et Président de Jury
SUPELEC – L2S – Plateau de Moulon 91192 Gif-sur-Yvette Cedex Tel: 01 69 85 17 25

Objectif : Le développement des techniques de compression, de stockage et de diffusion des signaux numériques a favorisé la création de gigantesques collections d'enregistrements audio de musique accessibles en ligne. Le traitement des signaux audio et le développement de techniques qui permettent d'analyser, de consulter, de diffuser et d'interagir avec ces bases de données de très grande taille, posent un défi scientifique majeur, à la frontière de nombreux domaines de recherche. Ce cours introduit les concepts et les algorithmes fondamentaux pour l'analyse des signaux audio de musique. Il présente les méthodes générales pour l'analyse des signaux audio ainsi que les méthodes spécifiques aux signaux de musique.

Nom de l'UE : **Traitement du signal et de l'image en biologie et en médecine.**

D5EAT45a

Responsable : M. Ali MOHAMMAD-DJAFARID, M. Nicolas GAG, M. Alexandre GRAMFORT

Objectif : Un tour d'horizon d'outils de base qui sont nécessaires pour traiter des masses de données en biologie et en médecine ; une méthodologie unificatrice qui est l'inférence bayésienne pour l'ensemble de ces problèmes inverses que rencontrent les biologistes ; des études des cas des problèmes concrets en imagerie cérébrale et les signaux EEG, reconstruction d'image en tomographie X, extraction d'information des données du type expressions de gènes, mais aussi dans d'autres domaines tels que la vision par ordinateur ou classification des signaux radar, ...

Nom de l'UE : **Traitement des images.**

D5EAT46a

Responsable : M. Michel ROUX, M. Yann GOUSSEAU, Mme Florence TUPIN

Objectif : L'objectif de ce cours est d'une part, de présenter des modèles classiques d'images (échantillonnage, statistiques, couleurs, contours), d'autre part, de donner un aperçu des grandes problématiques (restauration, débruitage, segmentation) et des méthodes usuelles du domaine (morphologie mathématique, filtrage, champs de Markov).

M. Alexandre Renaux

Responsable des enseignements Masters 2 - ATSI et Président de Jury
SUPELEC – L2S – Plateau de Moulon 91192 Gif-sur-Yvette Cedex Tel: 01 69 85 17 25