



CentraleSupélec

CURSUS INGENIEUR SUPELEC

PROGRAMME DE L'ENSEIGNEMENT
Mineures de troisième année
(Campus de Gif)

2017-2018

édition de septembre 2018

SOMMAIRE

MINEURES DU DOMAINE « AUTOMATIQUE »

5

MINEURES DU DOMAINE « ÉNERGIE »

21

MINEURES DU DOMAINE « INFORMATIQUE »

29

MINEURES DU DOMAINE « TÉLÉCOMMUNICATIONS »

41

MINEURES DU DOMAINE « TRAITEMENT DE SIGNAL ET ÉLECTRONIQUE »

55

MINEURES DU DOMAINE « MÉTIERS »

69



MINEURES DU DOMAINE « AUTOMATIQUE »

AÉRONAUTIQUE ET SPATIAL

Le contrôle des avions, des hélicoptères, des lanceurs, des satellites ou des missiles est un domaine d'application privilégié des méthodes de l'automatique. Ce cours propose un panorama des principales applications aux systèmes aéronautiques et spatiaux, chacune présentée par un spécialiste d'une entreprise leader dans son domaine.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables :

- de séparer les problématiques liées au pilotage, au guidage et à la navigation des engins aéronautiques et spatiaux,
- d'avoir une vision d'ensemble de leur traduction en termes d'Automatique et des méthodes utilisées pour les aborder.

PROGRAMME

Prérequis

Cours de Signaux et Systèmes 1 et 2 de première année, cours d'Automatique et de Commande des Entraînements à Vitesse variable de deuxième année

Notions générales d'aérodynamique et de mécanique du vol

Atmosphère, forces et moments aérodynamiques. Ailes et dispositifs de pilotage. Stabilité. Vol stabilisé en palier et en manœuvre. Equations du mouvement. Particularités de différents types d'aéronefs.

Pilotage des avions civils

Introduction à la philosophie de pilotage AIRBUS. Description du cahier des charges multi-objectifs. Modélisation de la boucle fermée de pilotage. Synthèse de lois de pilotage avion rigide par une approche modale. Synthèse de lois de pilotage avion flexible. Axes de recherche.

Pilotage des missiles tactiques

Configurations aérodynamiques, actionneurs et modes de pilotage. Cahier des charges et structure des chaînes de pilotage. Lois de pilotage, méthodes de synthèse et d'analyse, principaux compromis. Axes de recherche.

Pilotage des hélicoptères

Caractéristiques de l'hélicoptère, contraintes des systèmes de conduite du vol, constitution des systèmes de conduite du vol. Processus de définition des lois de commande, mise au point et validation, performances.

Pilotage des lanceurs

Problématique du pilotage d'Ariane 5. Caractéristiques du lanceur, cahier des charges du pilotage (instabilité, tenue des structures, phénomène de flexion, robustesse). Pilotage par commande LQG puis par commande H-infini : modélisation, critère de commande, validation, implémentation et comparaison des deux méthodes.

Systèmes de commande d'attitude et d'orbite des satellites

Cahier des charges d'automatique pour applications spatiales. Formulation mathématique des critères : besoin de performance en suivi de cible, rejet des perturbations, robustesse aux dynamiques non modélisées (sur des exemples de satellite d'observation, rendez-vous spatial, manœuvres orbitales). Application aux structures flexibles : formulation classique, résolution H-infini. Numérisation, complexité et sensibilité à la troncature numérique des correcteurs embarqués.

Guidage des missiles tactiques

Spécifications système. Modes de guidage. Approfondissement de la navigation proportionnelle ; distance de passage et paramètres influents : durée d'autoguidage, distance à rattraper, bruits, manœuvres cible, manœuvrabilité et constante de temps missile ; lien avec la commande optimale. Asservissement autodirecteur et découplage de la ligne de visée.



PROFESSEURS

Romeo BYZERY
Emmanuel CORTET
Benoît FRAPARD
Jacky GROSSET
Jean-Philippe HARCAUT
Gauthier JOURDAIN
Damien LE VOYER
Sophie MAUFFREY
Didier PAGAN
Sylvain ROUDOT
Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Recherche bibliographique et synthèse d'un sujet défini par un des professeurs.



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

AS-10



BIBLIOGRAPHIE

Bryson, A.E., "Control of Spacecraft and Aircraft", Princeton University Press, 1994.
Prouty, R.W., "Helicopter Aerodynamics", Phillips Pub Co, 1985.
Roskam, J., et Lan, C.T., "Airplane Aerodynamics and Performance", Ed. Darcorporation, 1997.
Wertz, J., "Spacecraft Attitude Determination and Control", Ed. D. Reidel Publishing Co., 1978.
Zarchan, P., "Tactical and Strategic Missile Guidance", Ed. AIAA, Progress in Astronautics and Aeronautics Series, 2007.

Guidage et optimisation de trajectoires des lanceurs

Notions de commande optimale. Méthodes numériques et pratiques d'optimisation de trajectoires.

Traitement analytique complet d'un cas simplifié, mais représentatif d'une trajectoire lanceur. Simplifications faites pour passer en temps réel (guidage).

Systèmes de navigation

Introduction aux techniques de navigation basées sur le filtrage de Kalman et l'hybridation de plusieurs senseurs de navigation (équipements inertiels, équipements de radionavigation par satellites...).

Introduction aux techniques inertiels et aux technologies employées (performances caractéristiques, avantages - inconvénients des différentes technologies...). Notions de radionavigation par satellites (GPS, Glonass, Galileo...) : définitions, caractéristiques et performances des équipements...

AUTOMOBILE ET AUTOMATIQUE

Les applications de l'automatique au domaine des transports et tout particulièrement celui de l'automobile deviennent chaque jour plus variées et sont d'une grande importance non seulement pour les performances du véhicule lui-même mais également pour l'infrastructure associée.

Ce module a pour objectifs de détailler dans un premier temps les mises en oeuvre de l'automatique en termes de modélisation, identification et stratégie de commande dans le cadre de la fonctionnalité dans du véhicule automobile, plus spécifiquement au niveau de la propulsion et du contrôle de châssis. Une deuxième partie se focalise plus spécifiquement sur la problématique du véhicule intelligent, en termes de sécurité et d'interaction avec son environnement.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves sont capables :

- de structurer les diverses fonctionnalités d'un véhicule au sens de l'automaticien,
- de modéliser les comportements dynamiques d'un véhicule,
- d'analyser certains systèmes conçus pour la sécurité et associés au contrôle de châssis et/ou à l'environnement.

PROGRAMME

Prérequis

Cours d'Automatique de deuxième année.

Automatique et fonctionnalité dans le véhicule automobile

Présentation générale

Propulsion

Présentation de l'architecture système (processus, régulations locales des grandeurs pertinentes, actionneurs, capteurs, commande en couple) conduisant à la production d'un couple moteur dans le cas d'une motorisation thermique : système d'air, allumage, injection, spécificités moteur essence / moteur Diesel ; d'une motorisation hybride ; d'une motorisation fondée sur une pile à combustible.

Architecture de commande d'une boîte de vitesse

Contrôle de châssis

Modélisation de la transmission du couple aux roues : notions de dynamique longitudinale et latérale du véhicule.

Systèmes pilotés associés au contrôle de châssis : ABS : actionneurs, capteurs, loi de pilotage ; ESP : actionneurs, capteurs, loi de pilotage ;

Direction assistée : actionneurs, capteurs, loi de pilotage.

TD 1 : Aspects liés à la mise oeuvre.

Véhicule intelligent et environnement

Prise en compte de l'environnement pour la sécurité

Comportement longitudinal : Cruise Control, Régulation inter-distance.

Comportement latéral : Systèmes d'évitement de sortie de route, de maintien de voie.

TD 2 : Aspects liés à la mise en oeuvre.

Nouvelles fonctionnalités pilotées

Systèmes de positionnement coopératifs : GPS et cartographie



PROFESSEURS

Emmanuel DEVAUD

Said MAMMAR

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

21 h cours/3 h TD



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Etude de cas



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

AS-7



BIBLIOGRAPHIE

Kiencke, U., et Nielsen, L., "Automotive Control Systems for Engine, Driveline and Vehicle", Springer 2005.

Brossard, J.P., "Dynamique du véhicule, modélisation des systèmes complexes", Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2006.

Gissingier, G., et Lefort-Piat, N., "La voiture intelligente", Traité IC2, Hermès-Lavoisier, 2002.

Mammar, S., "Systèmes de transports intelligents, modélisation, information et contrôle", Traité IC2, Hermès Lavoisier, 2007.

COMMANDE DES SYSTÈMES HYBRIDES

Les systèmes dynamiques hybrides (SDH) sont des systèmes dynamiques faisant intervenir explicitement et simultanément des phénomènes ou des modèles de type dynamique continu et événementiel. Ces systèmes sont classiquement constitués de processus continus interagissant avec ou supervisés par des processus discrets. Ils résultent également de l'organisation hiérarchique des systèmes de contrôle/commande complexes, ou de l'interaction entre des algorithmes discrets de planification et des algorithmes continus de commande. Les SDH couvrent plusieurs domaines d'applications tels que les systèmes d'électronique de puissance, les réseaux de communication, les systèmes de transport, la commande des procédés industriels, les systèmes flexibles de production, l'industrie agro-alimentaire, la commande des moteurs, les systèmes biologiques, la robo-tique.... L'objectif de ce cours est de sensibiliser l'ingénieur à la problématique spécifique des systèmes dynamiques hybrides. Seront traitées les diverses composantes allant de la description mathématique (types de modélisation, outils d'analyse de la stabilité, stratégies de commande) aux aspects méthodologiques (spécification, conception...) et les applications industrielles.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les étudiants seront capables :

- de comprendre la différence entre un système à événements discrets, un système dynamique continu et un système à dynamique hybride
- d'identifier les phénomènes qui différencient le comportement d'un système hybride par rapport aux systèmes dynamiques classiques et classer un système en fonction des types de systèmes hybrides
- de décider si la commutation entre dynamiques stables risque de conduire à des comportements instables
- de mettre en relation un système hybride avec un modèle de simulation
- de construire une loi de commande pour un système hybride

PROGRAMME

Prérequis

Cours de Signaux et Systèmes 1 et 2 de première année, cours d'Automatique et Méthodes numériques et optimisation de deuxième année.

Définition, représentation et problématique des systèmes hybrides
Qu'est-ce qu'un système hybride ? Définition, caractérisation des dynamiques, exemples.

Classification. Problématique spécifique.

Modélisation des systèmes hybrides

Modélisation par automate hybride.

Modèle basé sur la partition de l'espace d'état continu.

Modèles basés sur des équations aux différences et inégalités mixtes pour les systèmes hybrides. Motivation, liaison entre propositions logiques et programmation entière. Modèle bien posé.

Equivalence des modèles hybrides. Lien entre les représentations.

Simulation d'un modèle hybride.

TD 1 : Mise en œuvre (HYSDEL, représentations polytopiques et dynamiques localement linéaires...).

Analyse des systèmes hybrides

Vérification. Atteignabilité.

Stabilité. Problématique dans le contexte hybride, définition, exemples.



PROFESSEURS

Sébastien GAULOCHE

Hervé GUÉGUEN

Sorin OLARU

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

19,5 h cours/4,5 h TD

Cours magistraux et travaux dirigés.



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Examen écrit



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

AS-5



BIBLIOGRAPHIE

Zaytoon, J., "Systèmes dynamiques hybrides", Hermès Science Publication, Paris, 2001.

Borelli, F., "Constrained optimal control of linear and hybrid systems", Springer Verlag, 2003.

Liberzon, D., "Switching in systems and control", Springer Verlag, 2003.

Analyse de la stabilité par la méthode de Lyapunov.

Cas des systèmes à commutation

Définition, exemples.

Mise en évidence des conditions de stabilité.

TD 2 : Applications numériques.

Commande des systèmes hybrides

Commande optimale comme problème de programmation mixte. Principe de l'horizon glissant, optimisation MIQP/MILP.

Lois de commande explicites.

TD 3 : Synthèse de lois de commande.

Reconstitution de l'état d'un système hybride

Problématique de l'observation. Similitudes avec les systèmes continus.

Particularités du cas hybride.

Estimation basée sur la commutation. Tolérance aux défauts.

Estimation à horizon glissant. Mise en forme MIQP.

Application à la détection de pannes (systèmes à trois cuves, systèmes multi-capteurs...).

Application industrielle

COMMANDES DE MACHINES ÉLECTRIQUES SANS CAPTEUR

Le développement de l'électronique de puissance a permis un essor important de l'utilisation des actionneurs électriques présents maintenant dans de nombreux domaines : transports, automobile, aéronautique ("avion plus électrique"), marine ("navire plus électrique"), robotique... Ce cours a comme objectifs d'exposer les outils méthodologiques nécessaires, ainsi que la modélisation, les architectures et les méthodes de commande avancées des actionneurs électriques en s'intéressant aux systèmes d'entraînement à vitesse variable. Dans le cadre de ce cours, une part importante est consacrée à l'étude des actionneurs à courant alternatif sans capteur de position.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les étudiants seront capables :

- de comprendre l'intérêt et la difficulté d'une commande de machine électrique sans capteur mécanique.
- d'appliquer différentes méthodes d'estimation de la position pour des machines triphasées synchrones et asynchrones.
- d'analyser l'influence de l'estimateur de position lors des phases transitoires et lors du régime permanent des différentes machines étudiées.

PROGRAMME

Prérequis

Cours de Traitement et conversion de l'énergie électrique, d'Automatique et de Commande des entraînements à vitesse variable de deuxième année.

Introduction, principes et outils

Classification et applications des systèmes d'entraînement.
Constitution d'une chaîne de puissance.
Transformations de Clarke et de Park.

Onduleurs de tension

Onduleurs de tension.
Modulation de Largeur d'Impulsions (MLI) vectorielle.

Modélisations des machines électriques

Représentations vectorielles des machines alternatives.
Expression des couples mécaniques.
Modèles d'état pour la commande des machines électriques.

Commande des machines synchrones

Structures de commande, généralités.
Commande des composantes d-q du courant.
Régulation de vitesse.

Commande des machines asynchrones

Structures de commande, généralités, commandes directe et indirecte.
Commande des composantes d-q du courant.
Commande orientée sur les flux rotorique, statorique.

Estimation de flux et commande sans capteur de position

Observateurs déterministes.
Observateurs de Kalman, de Kalman étendu et filtre de Kalman non parfumé.
Observateurs non linéaires.
Application à l'estimation de flux et de couple des machines à courant alternatif.

Application au domaine ferroviaire

Bureau d'étude

L'objectif sera de mettre en œuvre les modèles et les outils méthodologiques abordés en les appliquant à deux cas d'étude d'entraînements électriques utilisant des machines synchrones et asynchrones. Les validations des modèles et des performances des lois de commande développées seront effectuées en simulation avec Matlab.



PROFESSEURS

Emmanuel GODOY

Pedro RODRIGUEZ

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

21 h cours/3 h BE



MODALITÉS D'ÉVALUATION

BE noté



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

AS-13



BIBLIOGRAPHIE

Vas, P., "Sensorless Vector and Direct Torque Control", Oxford University Press Inc., New York, 2003.

Leonhard, W "Control of Electrical Drives" (3e Edition), Springer, 2001.

Louis, J.P., Hoang, E., et Feld, G., "Actionneurs à courant continu et synchrone autopiloté", Hermes-science, Lavoisier, 2009.

Grellet, G., et Clerc, G., "Actionneurs électriques, Principe, Modèles, Commande", Editions Eyrolles, 1999.

OPTIMISATION

L'optimisation possède des applications pluridisciplinaires, et permet donc de résoudre une multitude de problématique de divers secteurs applicatifs. Elle est devenue incontournable notamment avec la complexification des cahiers des charges et la diversification des contraintes à respecter (techniques mais aussi humaines, réglementaire, environnementale...). Ce cours a pour but de présenter succinctement les principaux concepts et approches de l'optimisation et surtout de l'illustrer par divers exemples et applications de domaines très variés : aéronautique, spatial, automobile, biomédical....

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce cours, les élèves seront capables :

- d'avoir une large vision des méthodes d'optimisation,
- de maîtriser les méthodes les plus utilisées,
- de résoudre des problèmes d'optimisation avec des logiciels évolués,
- de concevoir des solutions de fonctionnement optimal de systèmes complexes multi-niveaux,
- de transposer les techniques d'optimisation présentées à de nouveaux systèmes et domaines d'application non abordés dans le cours.

PROGRAMME

Prérequis

Cours de méthodes numériques et optimisation de deuxième année.

Introduction

Intérêt de l'optimisation, exemples de problèmes d'optimisation, classification des problèmes d'optimisation. Convexité, optimisation unidimensionnelle (Fibonacci, nombre d'or).

Optimisation continue sans contraintes

Conditions d'optimalité du 1er ordre et 2nd ordre, résolution exacte (gradient, Newton, quasi-Newton, moindres carrés non linéaires), résolution approchée sans calcul de gradient.

TD 1 : Résolution de problème d'optimisation sans contraintes (identification...) par les deux approches.

Optimisation continue avec contraintes

Conditions d'optimalité de Karush Kuhn Tucker, méthode de type SQP (Successive Quadratic Programming), méthodes par utilisation de pénalités (intérieures et extérieures), dualité lagrangienne.

TD 2 : Résolution de problèmes d'optimisation avec contraintes par les approches primale et duale.

Application à la gestion d'un réseau multi-énergie

Optimisation combinatoire : notion de complexité combinatoire, algorithme du "Branch and Bound", méthodes de plans coupants, utilisation de la programmation dynamique.

Optimisation stochastique : recuit simulé, algorithme génétique, optimisation par essais particuliers.

TD 3 : Résolution d'un problème d'optimisation combinatoire et d'un problème stochastique avec application à un réseau électrique.

Application en aéronautique

Définition. Résolution par transformation en un problème contraint. Résolution par agrégation des critères. Pareto-optimalité : définition et détermination de la surface de Pareto.

TD 4 : Résolution d'un problème multicritères.

Application de l'optimisation dans le transport aérien

Programmation dynamique stochastique.

Optimisation de l'affectation de flotte, problème de "Revenue



PROFESSEURS

Eric BOURGEOIS
Philippe DESSANTE
Gilles DUC
Laurent LE BRUSQUET
Guillaume SANDOU
Cirille SZYMANSKI
Sihem TEBBANI
Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

18 h cours/6 h TD



MODALITÉS D'ÉVALUATION

BE noté



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

AS-3



BIBLIOGRAPHIE

Fletcher, R., "Practical Methods of optimization", Wiley, 1991.

Dréo, J., Pétrowski, A., Siarry, P., et Taillard, E., "Métaheuristiques pour l'optimisation difficile", Eyrolles, 2003.

Minoux, M., "Programmation mathématique", Dunod (2e édition), 1989.

Culioli, J.C., "Introduction à l'optimisation", Ellipses.

Management".

Application dans le spatial : optimisation de trajectoires spatiales

Technique de collocation, CVP, CP.
Transfert interplanétaire, de rentrée atmosphérique.

Application en Automatique

Programmation semi-définie et LMI.
commande par retour d'état, LQ.

Application dans le domaine biomédical

SVM (Support Vecteur Machine).
Application dans le domaine.

Application dans le domaine environnemental

Identification par moindres carrés, optimisation du fonctionnement et commande optimale
Application à la commande de bioprocédé.

PRODUCTION D'ÉNERGIE

La place de l'Automatique dans le domaine de la production d'énergie électrique est aujourd'hui mal connue. L'une des raisons est peut-être la confrontation entre une science jeune - l'automatique et un secteur industriel datant de plus d'un siècle. Le but de ce cours est de mieux faire connaître les implications de l'automatique dans la production d'énergie électrique. Deux grandes parties sont proposées dans ce programme : la première vise à donner une culture de base sur les moyens de production (contexte, enjeux, contraintes d'exploitation, fonctionnement) alors que la deuxième partie fera un bilan sur le contrôle-commande de ces différentes unités.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables de :

- de comprendre les enjeux actuels et à venir dans le domaine de la production d'énergie, tant du point de vue technique que des points de vue économique et environnemental,
- de mettre en évidence les différentes problématiques de régulation dans le domaine de la production d'énergie (services systèmes, équilibre production / consommation, ...),
- d'appliquer à des systèmes de production d'énergie les techniques classiques et avancées de régulation (PID, commande Linéaire Quadratique, commande Hinfini, commande prédictive),
- de décrire les principes de fonctionnement des différents moyens de production (nucléaire, hydraulique, thermique, énergie renouvelable), dégager les avantages et inconvénients de chaque moyen de production, et de mettre en œuvre les moyens de régulation associés,
- de résoudre des problèmes d'optimisation de la production en considérant plusieurs sources potentielles.

PROGRAMME

Prérequis

Cours d'Automatique de deuxième année.

Production d'énergie électrique

Contexte environnemental, économique et réglementaire, et son évolution.

Contexte technique : équilibre production/consommation et exigences associées, gestion de production (services systèmes, optimisation de la production globale et locale).

Contexte technologique : systèmes support du contrôle-commande (fonctions assurées, types d'architecture et problématiques associées, matériels).

Contrôle-commande des centrales

Techniques et méthodes de commande appliquées à la production : régulateurs classiques PID, commande par placement de pôle, commande à modèle interne, commande prédictive, commande optimale robuste Hinfini.

Techniques et méthodes d'optimisation appliquées à la production : programmation dynamique, optimisation MIP.

Production nucléaire

Différentes filières de production : fission nucléaire (BWR, filière REP, Génération IV), fusion nucléaire.

Fonctionnement et fonctions de protection : différents circuits (primaire, secondaires et tertiaires), circuits de sauvegarde, états de tranche, fonctions de protection, automatismes et régulations primaire et secondaire.

BE : Illustrations des techniques de commande sur des cas tests (poste d'eau avec régulation PID, régulation GV avec régulation Hinfini, régulations de puissance et de température avec commande LQ adaptative).



PROFESSEURS

Pascale BENDOTTI
Damien FAILLE
Vincent MAUPU
Serge MAURIN
Christian MONDON
Maxime NEYRET
Gérard ROBERT
Patrick SALAUN
Guillaume SANDOU
Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

21 h cours/3 h BE



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Synthèse Bibliographique



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

AS-8



BIBLIOGRAPHIE

Crastan, V., "Centrales électriques et production alternative d'électricité", Hermès 2009.

Chaudhry, H., "Applied hydraulic transients", Lavoisier 1987.

Production hydraulique

Généralités sur la production hydraulique : panorama mondial, marché français, organisation de la production, rôles assurés par une centrale hydroélectrique, description et classification des centrales.

Téléconduite : Évolution du système de téléconduite, architecture de la téléconduite des centrales, contrôle-commande des groupes de production, performances dynamiques des centrales hydroélectriques, modélisation/simulation comme outil d'aide à la décision.

Études de cas : Régulation de niveau des biefs du Rhin et réglage primaire de fréquence, participation au réglage secondaire fréquence-puissance des centrales enchaînées de la Durance.

Perspectives : projets en France et à l'international, développement des énergies marines (marémotrices, hydrauliques), études de sûreté hydraulique.

Production thermique et cogénération

Thermique à flamme : différentes filières (charbon pulvérisé, lit fluidisé circulant, turbines à combustion, cycles combinés, stockage du CO₂), application de la commande à modèle interne.

Cogénération : moyens de production (cogénération industrielle, micro-cogénération, piles à combustible), application de la commande optimale.

Autres énergies renouvelables

Différents moyens de production : éolien, solaire photovoltaïque, biomasse. Application de la commande prédictive.

Application de l'optimisation du fonctionnement (ouvrages hydrauliques par programmation dynamique, centrales d'énergie par technique MIP).

ROBOTIQUE MÉDICALE

Les robots interagissent avec l'homme depuis de nombreuses années dans des domaines industriels très variés, cependant leur intégration dans le domaine médical s'avère relativement récente. Un robot médical est dans tous les cas un système complexe incluant une structure mécanique articulée et motorisée, une interface Homme-Machine et des instruments, des composants électroniques et un contrôleur logiciel. Ces éléments sont intégrés de manière à réaliser quotidiennement une ou plusieurs tâches médicales de façon sécurisée. La difficulté provient alors du fait que les interventions sont effectuées dans un environnement contraint et non structuré, dans un volume de travail limité, à l'intérieur et/ou à l'extérieur de l'enveloppe corporelle du patient.

L'objectif de ce module est d'envisager l'application de l'automatique dans le domaine de la robotique médicale, afin de concevoir et réaliser des systèmes à la fois performants, fiables et sûrs capables de coopérer avec un médecin ou un chirurgien. Ces aspects se basent notamment sur la télé-opération par retour d'effort. Deux domaines d'application seront plus spécifiquement détaillés, d'une part la chirurgie mini-invasive sous endoscopie qui devrait bénéficier des avancées les plus récentes de la robotique en matière de perception, décision et action, d'autre part la robotique collaborative pour l'assistance au geste, en particulier dans le cadre de la chirurgie orthopédique.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables :

- de comprendre les problématiques associées à la robotique médicale, en particulier les aspects liés à la sécurité
- d'appréhender les problématiques liées à la modélisation et à l'analyse d'un système robotique dans le contexte médical
- de construire des lois de commande pour une mise en œuvre sur des robots médicaux

PROGRAMME

Prérequis

Cours d'Automatique et de Commande des Entraînements à Vitesse Variable de deuxième année.

Problématique de la robotique médicale

Contexte et spécificité de la robotique médicale.

État de l'art en robotique chirurgicale vu au travers de l'analyse détaillée des besoins et cahier des charges. Exemples en chirurgie mini-invasive, chirurgie orthopédique...

État de l'art en robotique d'assistance à la personne. Analyse du cahier des charges.

Modalités de commandes référencées capteurs : vision, retour d'effort.

Introduction à la télé-opération par retour d'effort.

Application dans le domaine de la robotique collaborative pour l'assistance au geste

Architecture robotique : cinématique, mécatronique, motorisation, chaîne d'actionnement (choix de l'architecture en fonction de ses propriétés, conception d'actionneurs réversibles, couplage actionneurs actifs-passifs). Sécurité de fonctionnement.

Commande bas-niveau et aspects liés à l'identification. Aperçu de quelques méthodes utilisées pour l'identification des paramètres dynamiques des robots. Étude des problèmes d'optimisation sous-jacents. Génération de mouvements : méthodes pour la génération des mouvements sous contraintes cinématiques et dynamiques qui sont d'usage courant en



PROFESSEURS

Salih ABDELAZIZ
Mathieu GROSSARD
Paul MARGOT
Alain RIWAN
Nabil ZEMITI
Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Synthèse bibliographique



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

AS-6



BIBLIOGRAPHIE

Spong, M.W., "Robot dynamics and control".

Sciavicco, L., et Siciliano, B., "Modeling and control of robot manipulators".

Khalil, W., et Dombre, E., "Modélisation, identification et commande de robots", Hermès.

<http://www.lirmm.fr/uee09/>

robotique (trajectoires point-à-point, points intermédiaires) et évitement d'obstacles.

Stratégie haut-niveau de commande. Étude des principales approches pour des tâches de suivi de mouvements et de commande en effort : commande classique de type PID, commande par découplage non linéaire, commande adaptative, commande compliant, hybride force/position.

Lois de commande en effort pour la co-manipulation et la compensation de mouvements physiologiques. Commande prédictive, commande répétitive...

Application dans le domaine de la chirurgie mini-invasive et de la chirurgie endoluminale

Architecture de téléopération à retour d'effort pour la chirurgie mini-invasive et l'insertion d'aiguille. Commande en effort à base d'observateur actif, architecture de téléopération position-position.

Reconstruction 3D de surface déformable et asservissement visuel en chirurgie cardiaque à cœur battant. Différents types d'asservissement visuel (2D, 2D ½, 3D). Modélisation de surface déformable. Suivi d'indices visuels en stéréoscopie. Compensation d'illumination...

Intervention industrielle : GE Healthcare sur le site de Buc

Applications de la robotique dans le domaine de l'imagerie médicale (spécificité des robots, utilisation des outils de simulation et de conception mécanique dans le but de réduire le cycle de conception des nouveaux produits).

SCIENCES DU VIVANT

Les biotechnologies et plus particulièrement l'étude de bioprocédés sont au coeur des préoccupations actuelles avec les exigences environnementales et écologiques dans le cadre du développement durable. Les applications de bioprocédés sont très variées : l'alimentation, la dépollution, le domaine pharmaceutique, les cosmétiques, les biocarburants... Ce cours a pour but de donner une initiation à la microbiologie et d'illustrer l'application de l'automatique à la modélisation, l'estimation et la commande de bioprocédés.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves :

- seront initiés à la microbiologie et à la modélisation de systèmes biologiques,
- seront capables de concevoir des lois de commande de bioréacteurs,
- seront capables de transposer les concepts théoriques présentés à d'autres types de systèmes et domaines d'application en sciences du vivant.

PROGRAMME

Prérequis

Cours d'Automatique de deuxième année

Base de microbiologie

Les microorganismes, les composants de la cellule...

Introduction aux procédés de fermentation.

Étude et modélisation de la croissance microbienne.

Influence de l'oxygénation : l'agitation.

Différents types de bioréacteurs.

Les variables des bioprocédés, leur mesure, leur suivi ; capteurs et actionneurs.

Modélisation mathématique

Schéma réactionnel.

Modèle de bilan de matière.

Cas des flux gazeux.

Identification paramétrique

Analyse de sensibilité.

Identification et intervalles de confiance

Estimations des états

Observateur de Luenberger.

Filtre de Kalman.

Observateur asymptotique.

Observateur par intervalles

Optimisation

Par discrétisation

Principe du maximum

Commande des bioprocédés

Stratégie de commande (régulation de la biomasse, substrat, suivi d'une trajectoire...).

Régulations de base (température, pH), rappel sur PID

Commande par modèle générique GMC.



PROFESSEURS

Didier DUMUR

Filipa LOPES

Sihem TEBBANI

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

15 h cours/9 h TD



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Bureau d'études



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

AS-9



BIBLIOGRAPHIE

Bastin, G., et Dochain, D., "On-line estimation and adaptive control of bioreactors", Elsevier, 1990.

Madigan, M., et Martinko, T. , Brock, "Biologie des micro-organismes", Pearson Education (Eds), 11e édition, 2007.

Meyer, A., Deiana, J., et Leclerc, H., "Cours de microbiologie générale. Nouveau programme", Biosciences et Techniques, 1994.

Singleton, P. , "Bactériologie pour la médecine, la biologie et les biotechnologies", Dunod (Eds), Paris, 2005.

Bailey, J.E., et Ollis, D.F., "Biochemical engineering fundamentals", McGraw-Hill International Editions, New York, 1986.

Tebbani, S., Lopes, F., Filali, R., Dumur, D. et Pareau, D., Biofixation de CO2 par les microalgues : Modélisation, estimation et commande, ISTE Editions, 2014.



MINEURES DU DOMAINE « ÉNERGIE »

COMPOSANTS ET ÉLECTRONIQUE DE COMMANDE DES CONVERTISSEURS

Cette mineure fait le point sur les composants existants et en cours de développement pour l'électronique de puissance. Il s'agit essentiellement des transistors, des diodes, des condensateurs, des inductances, des transformateurs, mais aussi de tous les organes périphériques utilisés pour contrôler les convertisseurs : circuits intégrés dédiés à l'électronique de puissance, DSP, capteurs, buffers, régulateurs...

La connaissance précise de ces composants est indispensable à quiconque souhaite concevoir un convertisseur électronique, quelle qu'en soit la destination.

Les différentes technologies sont présentées (MOSFET, IGBT... Schottky... Amorphes, nanocristallins, ferrites...). Les performances et la mise en oeuvre de ces composants sont explicitées. Les choix technologiques sont précisés en fonction du type de convertisseur, son mode de fonctionnement et son application. L'origine et les conséquences des imperfections des composants (pertes, fuites magnétiques...) sur le fonctionnement des convertisseurs sont analysées (contraintes électroniques, électromagnétiques, thermiques...). Des solutions visant à minimiser ces imperfections sont exposées (électronique de commande, types de bobinage...). Les convertisseurs peuvent ainsi être comparés (plusieurs topologies sont envisageables pour une même application) quant à leur incidence sur le dimensionnement et le coût des composants nécessaires à leur réalisation.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce cours, les élèves seront capables de dimensionner et de sélectionner les composants d'un convertisseur.

PROGRAMME

Composants actifs

MOSFET, IGBT, Diodes...

Composants passifs

Condensateurs, transformateurs, inductances...

Circuits intégrés

DSP, buffers...



PROFESSEURS

Daniel SADARNAC

Adrien THURIN

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Modalités d'évaluation précisées au début du module.



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

CE-1



BIBLIOGRAPHIE

Daniel Sadarnac, « Du composant magnétique à l'électronique de puissance », éditions Ellipses Tecnosup

ENERGIES RENOUVELABLES

L'objectif de ce cours est de présenter les potentialités des systèmes utilisant les sources d'énergie renouvelable.

Une première partie est consacrée aux principaux dispositifs de production d'énergie à partir de sources renouvelables.

Une seconde partie concerne l'intégration et la gestion de l'énergie au sein des systèmes de transport, d'utilisation et de distribution. Les éléments de conversion et de stockage utilisés dans ce cadre seront abordés.

PROGRAMME

Présentation du domaine

Structuration du secteur selon les différentes catégories de source d'énergie ; types d'entreprises concernées ; principales dates clés et enjeux économiques.

Energie éolienne

Présentation de la filière ; instantané sur les potentialités dans le monde ; principe de fonctionnement, structure d'un aérogénérateur ; caractérisation de la puissance disponible ; différents générateurs électriques ; courbes de puissance ; aspects économiques et environnementaux

Energie photovoltaïque

Principe et potentialité des différents procédés ; courbes caractéristiques ; association avec les convertisseurs ; perspectives techniques et économiques

Biomasse

Structure d'un système de génération électrique utilisant la biomasse ; application basée sur un ORC

Insertion des énergies dans le réseau

Cas du réseau isolé ; cas du réseau de distribution ; cas du réseau de transport.

Principaux procédés de stockage ; utilisation de l'hydrogène et de la pile à combustible ; dimensionnement d'un ensemble pour une application sur un réseau isolé



PROFESSEURS

Amir ARZANDÉ
Bruno LORCET
Emmanuel ODIC
Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

18 h cours/3 h TD

Chaque enseignant distribue son manuel. Il utilise PowerPoint pour expliquer son cours



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Examen oral



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

SE-5

MATÉRIAUX ISOLANTS ET DÉCHARGES ÉLECTRIQUES

Comment la matière, qu'elle soit solide ou gazeuse, réagit-elle aux champs électriques intenses, et quelles conséquences cette physique de la matière aux champs élevés a-t-elle sur l'ingénierie, des matériaux comme des structures ? Ce module associe une introduction aux processus physicochimiques spécifiques à un aperçu assez large d'applications novatrices dans des domaines très variés (électrotechnique, spatial, génie de l'environnement, biotechnologies...) et est orienté pour prédire le comportement de la matière isolante sous champ électrique intense dans les matériaux isolants, solides ou gazeux.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce cours, les élèves seront capables :

- de comprendre les mécanismes physiques de conduction dans les milieux isolants solides,
- de comprendre la conduction dans les isolants gazeux,
- de prédire l'impact des paramètres d'environnement.

PROGRAMME

Un aperçu sur la science des matériaux

Les forces de cohésion de la matière. Cohésion des solides : bandes d'énergie. Les différentes échelles.

Phénomènes de conduction dans la matière

Statistique et dynamique des électrons dans un solide. Semiconduction. Matériau isolant réel. Conduction ionique et particulaire. Exemples de matériaux particuliers.

Propriétés diélectriques de la matière

Polarisation de la matière et permittivité. Lien entre la permittivité et les phénomènes microscopiques. Conséquence des phénomènes de relaxation dans les domaines temporel et fréquentiel. Courant synchrone, pertes diélectriques. Spectroscopie.

Phénomènes d'interface

Physico-chimie de la surface. Émission électronique, loi de Schottky. Contact métal isolant : triboélectricité et charge par contact. Injection de charge dans un diélectrique.

La décharge gazeuse

Notion de plasma. Mécanismes de décharge et de claquage des isolations gazeuses. Influence de divers paramètres sur la décharge. La décharge couronne. Streamers et arc électrique. La foudre.

Claquage et vieillissement des isolants solides

Énergie électrostatique. Phénomènes énergétiques microscopiques, phénomènes thermiques. Décharges et vieillissement à l'interface. Mécanismes physicochimiques. Rigidité diélectrique.

Aspects industriels et recherches

Isolément (Éléments de conception. Quelques exemples de solutions techniques en électrotechnique. Recherche). Risque électrostatique. Applications des décharges électriques.



PROFESSEURS

Philippe DESSANTE

Philippe MOLINIÉ

Emmanuel ODIC

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

15 h cours/9 h TD

Un travail personnel (calcul, bibliographie) sera demandé sur un sujet proposé. Ce travail donnera lieu à la rédaction d'un rapport et à une soutenance.



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Modalités d'évaluation précisées au début du module.



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

SE-2



BIBLIOGRAPHIE

Fournié, "Les isolants en électrotechnique, concepts et théories", Eyrolles 1986.

Coelho, Aladenize, "Les diélectriques", Hermès 1993.

Dissado, Fothergill, "Electrical degradation and breakdown in polymers", GC Stevens, 1992.

Hirsh, Oskam, "Gaseous electronics vol 1 : Electrical discharges", Academic Press, 1978.

Meek, Craggs, "Electrical breakdown of gases", Wiley, 1978.

Van Veldhuizen, "Electrical discharges for environmental purposes", Nova Science, 2000.

MOUVEMENTS DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

La montée en fréquence omniprésente des systèmes d'information et d'énergie rend insuffisantes les approches "circuits électriques" classiques.

Elle requiert une compréhension des causes des mouvements de l'énergie électrique d'un lieu à un autre, en continuité spatio-temporelle, et de ses transformations dans le temps.

Cette compréhension est d'abord qualitative ; elle ne se réduit pas aux équations.

Cette vision globale permet d'aborder ces systèmes avec « sens physique », avec assurance et clairvoyance, menant ainsi au succès des projets.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables :

- d'appréhender par une vision nouvelle et globale, les flux d'énergie électrique dans les systèmes
- de concevoir des électroniques de signal et de puissance avancées, performantes, fiables et CEM
- d'innover de nouveaux systèmes d'information et d'énergie, en intégrant électromagnétisme et mécanique
- d'argumenter devant les non-spécialistes sur les enjeux, les forces, la nature et les contraintes de ces systèmes

PROGRAMME

Sur la base d'exemples concrets issus de l'expérience de R&D de l'enseignant, de l'imagerie médicale à la traction ferroviaire, des convertisseurs aux voitures hybrides, le cours développe :

Introduction

Propagation de l'énergie sur les lignes
Mouvements souhaités et perturbations EMI

Circuits en mode différentiel et en mode commun

Quantification des couplages résistifs, inductifs, capacitifs
Communications HF : technologies analogiques et numériques
Design des cartes et des interconnexions
Conception des filtres de MD et de MC

Propagation sur les lignes

Vitesses, délais, impédances, réflexions, strip-lines
Conception des lignes commutées en HF
Adaptations pour rapidité d'établissement et de transmission
Applications transport, médical, automobile, Ethernet

Conception HF des transformateurs et machines électriques

Propagation en spirale dans les bobinages, adaptations
Conception des transformateurs HF planar et multicouches
Effet de proximité dans les conducteurs
Propagation et conversion dans les machines électriques

Conception HF des systèmes

Réglage des commutations des semiconducteurs Si, SiC et GaN
Electromagnétisme dans les topologies de convertisseurs
Rayonnements libres, électriques, magnétiques et adaptés
Conception des filtrages et des blindages



PROFESSEURS

Jacques LAEUFFER

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

21 h cours/3 h TD

Conférences participatives qui restituent l'expérience de conception des ingénieurs de R&D - notamment parmi les 27 brevets de l'enseignant - et analysent les flux d'énergie par une approche intuitive et des calculs simples, qui permettent de comprendre qu'est-ce qui agit sur quoi.

Etudes de cas. Exercices de résolutions de cas pratiques.



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Examen écrit comportant deux questions de cours ouvertes et de synthèse, et deux exercices d'application

Participation



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

CE-8

QUALITÉ DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

À cause de charges non linéaires, notamment de convertisseurs statiques de plus en plus nombreux à être raccordés au réseau de distribution électrique, la tension peut être perturbée. La dégradation de la qualité est un thème sensible, car pouvant être imputée à la dérégulation soit comme cause première soit comme facteur aggravant. En effet, le déploiement de producteurs indépendants, décentralisés, distribués, utilisant les énergies renouvelables par nature fluctuantes, va se multiplier, augmentant les opérations dans le réseau et modifiant les transits d'énergie, tout ceci pouvant perturber le réseau. L'électronique de puissance jusque-là considérée comme essentiellement à la fois élément sensible et élément perturbateur devient maintenant élément palliatif au problème de Power Quality grâce à des nouvelles technologies. On peut citer entre autres comme dispositifs palliatifs d'électronique de puissance relatifs aux problèmes d'harmoniques les filtres actifs et les filtres hybrides; relatifs aux fluctuations de tension, à la compensation de réactif et au maintien de la tension, les D-STATCOM et les SVC; relatifs à la compensation des creux de tension les Dynamic Voltage Restorer (DVR), sans oublier l'Unified Power Quality Conditionner. Les interconnexions et les connexions de certaines productions éloignées type Offshore feront avantageusement appel à des dispositifs d'électronique de puissance à tension continue (VSC).

Ainsi, dans le concept de « Smart Grid » outre l'introduction des capteurs dits intelligents, de la communication rapide entre les différents acteurs en présence, la prolifération des dispositifs d'électronique de puissance comme ceux cités ci permettra de pallier aux problèmes de Power Quality dans le réseau de Distribution. ».

Ce cours traite des différentes causes de perturbation et des différents moyens d'amélioration de la qualité et introduit les différents éléments à base d'électronique de puissance relatifs à la qualité de l'électricité et aux « Smart Grids ».

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables

- d'analyser les différentes causes de perturbation des réseaux électriques,
- de proposer différents moyens d'amélioration de la qualité de l'électricité.

PROGRAMME

Définitions et normes

Réseaux, Transmission, Distribution, Qualité de l'électricité, perturbations et conséquences, susceptibilité, immunité.

Harmoniques

Origine, conséquences, ferorrésonance, réduction des harmoniques au niveau de la charge, filtres passifs, filtres actifs, filtres hybrides, mesurages, exemple des entraînements à thyristors.

Transitoires électriques

Origine, conséquences, mesurages, solutions.

Facteur de puissance

Énergie réactive, fluctuations de tension, flicker, origines, conséquences, contrôle du réactif par la charge, compensation de réactif par banc de condensateur, par D-STATCOM, par SVC, exemple de compensation du



PROFESSEURS

Guillaume DE PRÉVILLE

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Modalités d'évaluation précisées au début du module.



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

SE-8

flicker pour fours à arcs, exemple du raccordement de fermes éoliennes sur le réseau, grid codes.

Creux de tension

Origines, conséquences, compensation, Static Transfer Switch, Dynamic Voltage Restorer, Unified Power Quality Conditionner.

Électronique de puissance et smart Grid.

SIMULATION, MODÉLISATION ET RÉGULATION DES CONVERTISSEURS

Les performances d'un convertisseur dépendent de la partie électronique de puissance qui le constitue mais beaucoup aussi du système de contrôle associé. La conception et l'optimisation du contrôle passe par la modélisation, puis la simulation, de l'ensemble du convertisseur. Ce cours présente les moyens de contrôle, de modélisation, et les méthodes d'optimisation qui leur sont adaptées. Il présente aussi les principaux outils de simulation utilisés dans l'industrie.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables de simuler et modéliser le fonctionnement d'un convertisseur dans le cadre d'un dimensionnement global, y compris la régulation.

PROGRAMME

Techniques de contrôle

Régulation de tension ou de courant par correcteurs classiques, current mode control, feedforward...

Réalisation pratique.

Modélisation des convertisseurs sous l'angle de l'automatique

Méthode du modèle moyenné. Influence de la charge. Influence des filtres d'entrée et de sortie.

Modélisation des convertisseurs sous l'angle de la simulation numérique



PROFESSEURS

Charif KARIMI
Claude PRÉVOT
Daniel SADARNAC
Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Modalités d'évaluation précisées au début du module.



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

CE-7



BIBLIOGRAPHIE

Godoy E. & coll., "Régulation industrielle", éditions Dunod, pp 371-431 : Sadarnac D. & Karimi C., "Modélisation des convertisseurs de l'électronique de puissance".

Middlebrook R., Articles portant sur la modélisation des convertisseurs à découpage présentés aux congrès IEEE PESC (Power Electronics Specialists Conference) depuis 1976.



MINEURES DU DOMAINE « INFORMATIQUE »

APPLICATIONS WEB

Les technologies actuelles du web vont au-delà de la simple création de sites : leurs capacités d'interaction sont telles qu'elles permettent de réaliser toutes sortes d'applications pour toutes sortes de supports, comme des téléphones mobiles par exemple. Connectées au web, ces applications échangent des données en s'appuyant sur un ensemble de formats de structuration et de manipulation de données, notamment la famille XML.

L'objectif de cette mineure est de découvrir les technologies sur lesquelles s'appuient les applications web. Le cours laissera une large place à la pratique, au travers d'exercices et d'un projet.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les étudiants seront capables :

- de créer des pages web et leur rendu visuel (langages HTML et CSS),
- de rendre dynamiques des pages web, afin d'en faire des applications web à part entière (Javascript et API web),
- de concevoir des interactions entre une page web et un serveur (AJAX),
- de créer un serveur de données simple (en Javascript via node.js),
- de structurer des données pour les applications web (XML et JSON),
- de manipuler ces données.

PROGRAMME

Concepts et technologies de base du web

Architecture et protocoles du web
Pages web : structure et contenu (HTML), mise en forme (CSS)
Interaction dynamique avec l'utilisateur dans le navigateur (Javascript).

Échange de données structurées

Format JSON : structure, manipulation
Format XML : structure, manipulation (DOM)
Exemples : flux d'information (RSS, podcasts), graphismes (SVG)

Communication entre navigateur et services web

Interaction asynchrone entre navigateur et serveur (AJAX)
Applications : geocoding, cartographie, etc.

Exercices et projet

Tous les concepts vus en cours seront mis en pratique dans des exercices et aboutiront à la réalisation d'un projet.



PROFESSEURS

Benoît VALIRON

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours

Le cours consiste en une série de TPs sur machine. Une ou deux technologies sont introduites dans chacune des séances, afin d'obtenir en fin de cours une vue d'ensemble. Ce cours ne contient pas (ou peu) de notions théoriques et consiste en la mise en pratique des techniques présentées.



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Projet, TPs notés



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

SI-18



BIBLIOGRAPHIE

- A. T. Holdener III, Ajax: The Definitive Guide. O'Reilly, 2008.
B. Bibeault, Y. Katz, jQuery in Action. Manning, 2008.
D. Flanagan, JavaScript: The Definitive Guide. O'Reilly, 2011.
W. S. Means, E. Rusty Harold, XML in a Nutshell: A Desktop Quick Reference. O'Reilly, 2001.

CALCUL HAUTE PERFORMANCE (HPC) ET SUPPORT AU BIG DATA

Le calcul à haute performance (HPC – High Performance Computing) permet d'obtenir aujourd'hui des résultats qui ne seront atteignables sur de simples PCs que dans plus de dix ans. Les enjeux du HPC sont stratégiques : simulation et compréhension du climat, optimisation de la production d'énergie, analyse financière temps réel, analyse de sous-sol pour la recherche pétrolière... et plus récemment en support aux applications Big Data et Hadoop. Les pays les plus industrialisés de la planète font une course sans fin pour disposer des plus gros moyens de calculs, allant jusqu'à des systèmes de plusieurs centaines de milliers de cœurs (voire de plusieurs millions). Mais des systèmes de calcul à haute performance plus modestes sont maintenant couramment utilisés dans de très nombreuses entreprises et laboratoires, et deviennent accessibles dans des « clouds » ou dans des systèmes embarqués. Malheureusement le savoir-faire pour les exploiter fait toujours défaut.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce cours, les étudiants seront capables de :

- de concevoir un algorithme multithreads et de programmer une machine multi-cœurs,
- de concevoir un algorithme distribué régulier et de programmer un cluster de PCs multi-cœurs,
- d'analyser les performances et rechercher un déploiement efficace sur une architecture hiérarchique,
- de concevoir et implanter des algorithmes sur des accélérateurs GPU,
- de concevoir et implanter des algorithmes sur des accélérateurs Xeon-phi (MIC),
- d'estimer si un algorithme est adapté à une mise en œuvre en Hadoop.
- de programmer et d'utiliser les architectures parallèles modernes.

PROGRAMME

Panorama des systèmes parallèles et distribués

Clusters de PC multi-cœurs, accélérateurs matériels (GPU), supercalculateurs, grilles et nuages.
Top500, enjeux énergétiques et défis du calcul « exascale ».

Algorithmique des systèmes parallèles, distribués et hiérarchiques

Importance des optimisations sérielles et exemples de bibliothèques de calculs scientifiques standards.

Algorithmique parallèle par partage de mémoire : synchronisation et multithreading.

Algorithmique distribuée par envoi de messages : algorithmes honteusement parallèles, master-workers, décomposition en domaines et échanges de frontières, circulation de données.

Présentation d'Hadoop : système de fichiers, programmation d'applications par « Map Reduce » et limitations.

Mesures, analyses et modèles de performances calculatoires et énergétiques

Méthodologie de mesure de performances.

Lois de Amdahl et de Gustafson.

Expérimentation de différentes stratégies de déploiement sur cluster de nœuds multi-cœurs.

Apprentissage de la programmation parallèle et distribuée (avec TD sur machines)



PROFESSEURS

Stéphane VIALLE

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

12 h cours/12 h TD

La plupart des outils de développement et des démarches d'algorithmique parallèle étudiés font l'objet de mises en œuvre sur machines parallèles par les étudiants. Une séance de mise en œuvre sur SuperCalculateur pourra se faire au TGCC (Très Grand Centre de Calcul) à Bruyères-le-Chatel, agrémenté d'une visite des installations du TGCC, si la logistique le permet.



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Évaluation des rapports critiques des mises en œuvre sur machines parallèles, et des évaluations de performances, effectués durant le cours.



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

SI-19



BIBLIOGRAPHIE

V. Kumar, A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, "Introduction to parallel computing", The Benjamin/Cummings publishing company, 1994.

P.S. Pacheco, "Parallel programming with MPI", Morgan Kaufmann, 1997.

R. Chandra, R. Menon, L. Dagum, D. Kohr, D. Maydan, J. McDonald, "Parallel Programming in OpenMP", Morgan Kaufmann Publishers, 2000.

J. Sanders and E. Kandrot, "CUDA by Example: An Introduction to General-Purpose GPU Programming", NVIDIA. 2010.

J. R. Owens, J. Lentz, B. Femiano. Hadoop par la pratique. Pearson, 2013.

Programmation de machines multi-cœurs par multithreading avec OpenMP.
Programmation de clusters de calculs par envois de messages avec MPI, et avec MPI+OpenMP.
Programmation d'accélérateurs matériels : programmation de GPUs en CUDA et de Xeon-phi en Offload.

INFORMATIQUE DÉCISIONNELLE

On qualifie d'Informatique Décisionnelle (ID) l'ensemble des théories, des méthodologies, des processus et des technologies permettant d'extraire à partir de données opérationnelles (structurés ou semi-structurés ou textuelles) des informations exploitables et interprétables pour la prise de décision. Le but est de pouvoir traiter de gros volumes de données à l'aide d'algorithmes, de stratégies et d'implémentations efficaces afin de fournir des analyses pertinentes, de construire des modèles prédictifs robustes et de découvrir de nouvelles connaissances. L'informatique décisionnelle repose sur des fondements théoriques et des technologies allant de la représentation des données, du reporting et la visualisation analytique à la fouille de données et aux modèles d'apprentissage.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables de :

- appréhender les enjeux de l'informatique décisionnelle,
- définir le modèle des données adapté au problème posé,
- mettre en œuvre les méthodes de fouille de données (data mining)

PROGRAMME

Prérequis

Statistiques, Bases de données, Programmation (Java ou autre langage orienté objet)

Contenu du module

Classification par arbres de décision (C4.5, ID3, ...)
Classification à base d'exemples (k proches voisins, raisonnement à partir de cas)
Classification à base règles (règles d'association)
Classification par Machines à Vecteurs Supports (MVS)
Classification Bayésienne
Clustering (méthodes de partitionnement, méthodes basées densité, méthodes à grilles)
Classification de textes



PROFESSEURS

Nacéra BENNACER
Gianluca QUERCINI

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

12 h cours/4 h TD

Etude de cas sur la préparation des données, les méthodes de fouille de données

Applications sur des données structurées et sur des documents semi-structurés

Outils : Weka/Tanagra, NeO4J



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Examen : Projet avec soutenance



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

SI-4



BIBLIOGRAPHIE

"Data Mining: Concepts and Techniques, 3rd ed.", J. Han and M. Kamber, Morgan Kaufmann 2011.

"Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work and Think", V. Mayer-Schomberger, K. Cukier, John Murray Ed., 2013

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Ce cours aborde le problème général de l'intelligence artificielle (IA). L'approche suivie est celle de la réalisation d'un agent artificiel devant se comporter "intelligemment" ou plutôt "rationnellement" dans son environnement. Différentes approches pour la construction de cet agent sont envisagées. On s'intéressera beaucoup à une approche symbolique fondée sur le formalisme logique, sans toutefois négliger l'apport des techniques de traitement de l'incertain ou l'apport de l'apprentissage.

Les objectifs sont de modéliser des problèmes complexes à l'aide de représentations symboliques et de maîtriser les limites des problèmes algorithmiquement praticables.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables :

- d'identifier les problèmes qui se prêtent à une solution par des méthodes d'intelligence artificielle, et quelles méthodes d'IA sont de nature à résoudre un problème donné,
- de formaliser un problème donné dans le langage / le cadre de différentes méthodes d'IA,
- de mettre en œuvre des algorithmes élémentaires d'IA (par exemple, les algorithmes d'exploration standards),
- de concevoir et mettre en œuvre une évaluation empirique de différents algorithmes sur une formalisation d'un problème, et tirer les conclusions de l'évaluation.

PROGRAMME

Contenu

La pédagogie s'articulera en deux parties. D'une part, les étudiants auront une introduction magistrale au domaine et aux grandes directions qui le pilotent en suivant le plan ci-dessous. D'autre part, les étudiants se verront attribuer un projet par groupe qu'ils auront à développer et à présenter à l'issue du module. Ce projet comportera une partie bibliographique, ainsi qu'une partie réalisation / expérimentation et servira de base à l'évaluation. Lors de chaque session, une partie du temps sera réservée au suivi des projets.

Philosophie et place de l'IA

Genèse. Positionnement face aux autres disciplines scientifiques. Questionnement face à la notion d'intelligence.

Agents intelligents

Agents et environnement. Rationalité. Architecture d'un agent.

Méthodes de résolution de problème

Exploration en espace d'états. Exploration aveugle et exploration informée. Heuristiques. Exploration locale. Exploration en ligne. Jeu à 2 joueurs.

Agents logiques

Agents fondés sur la connaissance. Le monde du Wumpus. Logique propositionnelle. Vérification de modèles.

Logique du premier ordre

Inférence en logique du premier ordre. Unification. Chaînage avant. Chaînage arrière. Résolution. Démonstration automatique de théorèmes.

Incertitude

Quantifier l'incertitude. Raisonnement probabiliste. Règle de Bayes.

Apprentissage

Apprendre à partir d'exemples. Formes d'apprentissage. Arbres de décision. Réseaux de neurones. Une formulation logique de l'apprentissage. Apprentissage par explication. Programmation logique inductive.



PROFESSEURS

Fabrice POPINEAU

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

15 h cours/9 h BE



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Projet



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

SI-5



BIBLIOGRAPHIE

"Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd ed.)", Stuart Russel et Peter Norvig, 2009.

"Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents", David Poole, Alan Mackworth, 2010.

"Prolog Programming for Artificial Intelligence (4th ed.)", Ivan Bratko, 2011.

INTRODUCTION AUX SYSTÈMES MULTI-AGENTS

L'objectif de ce module est de former les élèves ingénieurs aux techniques de modélisation et de simulation multi-agents. Il s'adresse aussi bien aux étudiants ayant sélectionné une majeure informatique qu'aux autres étudiants. Ces méthodes informatiques sont en effet mises en œuvre par de nombreuses entreprises majeures (comme Thales, EDF, ...) et dans des domaines très variés (informatique décisionnelle, business intelligence, gestion intelligente de l'énergie, ...).

Les systèmes multi-agents (SMA) constituent une thématique à la frontière en génie logiciel, systèmes répartis et intelligence artificielle, dont l'objectif est de concevoir et d'implémenter des systèmes composés d'entités autonomes, appelées agents, qui se coordonnent automatiquement pour faire émerger un comportement. Les SMA peuvent ainsi résoudre des problèmes qui ne peuvent pas être traités par un système monolithique, ou qui ne sont pas facilement modélisables en un bloc. On trouve des systèmes multi-agents dans des applications de commerce en ligne, dans les outils de gestion, pour des modèles de contrôles de drones... Ils sont aussi très utilisés en simulation, en particulier pour la simulation sociale.

Dans cette mineure, nous présenterons les notions théoriques des SMA (autonomie, modèles d'interaction, synchronie...). Nous mettrons ces notions en pratique sur un problème réel en utilisant la plate-forme SMA "Netlogo"

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables de concevoir et de programmer des systèmes multi-agents en Java. Ils auront pratiqué cette compétence sur une plate-forme et seront aptes à l'appliquer dans des contextes informatiques variés.

PROGRAMME

Agent, Processus, Cycle procédural, Environnement, SMA, Autonomie, Modélisation

Modèles d'interaction ; interaction directe : architecture FIPA, théorie des actes de langage, performatifs, messages ; interaction indirecte et stigmergie

Travaux dirigés et bureaux d'études

TD1 : Modélisation SMA: de l'agent au système
TD2 : Modélisation d'un système complexe : simulation de ville
BE1 : Prise en main de Netlogo
BE2: Analyse de comportement émergent
BE3 : Simulation de ville : modèle agent
BE4 : Simulation de ville : interactions



PROFESSEURS

Nicolas SABOURET

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

6 h cours/18 h TD

Le module est essentiellement basé sur une pédagogie par projet : l'apprentissage se fait par la pratique des SMA dans des cas concrets.



MODALITÉS D'ÉVALUATION

BE (rapport + code + soutenance)



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

SI-16



BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie :

Ferber J., "Les Systèmes Multi-Agents", Inter Editions, 1995.

Michael Wooldridge, An Introduction to MultiAgent Systems, John Wiley & Sons Ltd, 2002.

PROGRAMMATION D'APPLICATIONS SCIENTIFIQUES EN C ET C++

Les langages C et C++ se sont imposés comme les langages de programmation de référence dans des domaines tels que l'informatique scientifique ou le développement d'applications pour des systèmes embarqués. Ils permettent en effet de concilier la génération d'un code robuste et performant (économe en cycles CPU et en mémoire) avec une expressivité de haut niveau. Si la syntaxe et les principales constructions de ces langages ressemblent à celles de Java, il existe des différences importantes d'utilisation qu'il convient de maîtriser.

Ce module a pour objectif d'enseigner les langages C et C++ aux élèves ne suivant pas la majeure « Systèmes Informatiques »

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables :

- de comprendre un programme écrit en C/C++,
- de développer en C/C++ un programme de complexité moyenne de manière autonome,
- d'utiliser les différentes possibilités des langages C/C++ de manière appropriée.

PROGRAMME

Prérequis

Connaitre le langage de programmation Java

Le Langage C

Présentation du langage ; structure d'un programme C, fonctions externes et compilation séparée ; définition et portée des variables ; opérateurs et expressions ; instructions simples, instructions de contrôle, blocs.

Tableaux ; pointeurs et allocation dynamique ; chaînes de caractères ; agrégats ; énumérations ; conversions.

Définition de fonctions, déclaration ; paramètres formels, paramètres effectifs ; pointeurs de fonctions.

Généralité sur les entrées-sorties et les fichiers ; bibliothèque standard ; préprocesseur.

Le langage C ++

Extensions du langage C ; espaces de noms ; constantes ; surcharge de fonctions et valeurs par défaut ; allocation dynamique ; conversions ; références.

Définition de classes ; données et fonctions membres ; construction, destruction, copie ; membres de classes.

Redéfinition des opérateurs ; entrées-sorties.

Utilisation de l'héritage ; manipulation des instances ; liaison dynamique ; identification dynamique de type.

Généricité, exceptions.

Bibliothèque standard.

Multithread et multicore

Rappels sur les mécanismes de synchronisation.

Services offerts par les systèmes d'exploitation.

Bibliothèques pour la programmation parallèle.

Travaux Dirigés

1 et 2 : Exercices en langage C.

3, 4 et 5 : Exercices en langage C++.

6 : Exercices de parallélisme



PROFESSEURS

Dominique MARCADET

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

15 h cours/9 h TD



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Travail personnel et exercices sur ordinateur.



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

SI-10



BIBLIOGRAPHIE

"Le langage C Norme ANSI", Brian W. Kernighan and Dennis M. Ritchie, Dunod, 2004, ISBN: 2-10-048734-5).

"Le Langage C++", 4e Édition, Bjarne Stroustrup, Campus Press, 2003, ISBN : 2-7440-7003-3.

SÉCURITÉ DES SYSTÈMES D'INFORMATION

« Société de l'information », « guerre de l'information », « big-data », « réseaux sociaux » ... les systèmes d'informations (SI) sont au cœur de notre vie privée, de nos états, entreprises et même de systèmes embarqués (drônes, ...). Ce rôle central de l'information met alors en exergue sa criticité.

Autrefois réservée à quelques experts, la sécurité des systèmes d'information (SSI) devient désormais un domaine où se côtoient juristes, structure dirigeante, architectes réseaux et logiciels, auditeurs... Ce cours propose de démystifier ce domaine, d'en décortiquer le vocabulaire, les principes fondamentaux et les solutions utilisées.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce cours les élèves seront capables :

- de prendre en compte la politique de sécurité et la méthodologie SSI de leur future entreprise afin d'assumer leur rôle dans la chaîne de sécurité du système d'information,
- d'identifier les menaces et les vulnérabilités pesant sur les systèmes dont ils auront la charge, d'analyser fonctionnellement des solutions de sécurité et de concevoir des architectures de sécurité simples,
- d'évoluer dans cet écosystème toujours en mutation.

Les divers profils des intervenants permettent de mieux communiquer sur des aspects différents de la SSI : juridique, décisionnel, fonctionnel, technologique

PROGRAMME

Contexte, enjeux et vocabulaire de la SSI

Mythes et réalités de la sécurité informatique
Aspects techniques, organisationnels et méthodologiques
Expression des besoins et expression fonctionnelle des solutions de sécurité

Menaces et Vulnérabilités

Origine des menaces, exemples de vulnérabilités dans les architectures ou l'organisation du SI.
Approche de la notion de risque SSI et de son évaluation

Cadre juridique de la SSI

Les textes de référence en France: protection des systèmes de traitement automatisés de données, protection des données personnelles. Législation relative à la cryptographie.

Cryptographie et confidentialité de l'information

Algorithmes cryptographiques, chiffrement symétrique, asymétrique, scellement et signature numérique, protocoles de mise à la clé, infrastructures de gestion de clés (PKI), notions de cryptanalyse. Application au service de confidentialité des données : exemples de SSL, IPSec, PGP, ...

Authentification

Principes fondamentaux, mot de passe, one-time passwords, authentification cryptographiques (certificats, Kerberos), biométrie et notion de Single Sign On. Référentiels et fédérations d'identités.

Contrôle d'accès

Contrôle d'accès obligatoire, discrétionnaire, à base de rôles. Exemples dans les systèmes d'exploitation, dans certaines applications, et dans les architectures réseau.

Gouvernance de la SSI

Conférence avec un DSI : politique de sécurité, cadre méthodologique, conformité, indicateurs et tableaux de bords



PROFESSEURS

Vincent EXPOSITO
Thibaut LEMEUR
Thierry MANCIOT
Karim TADRIST
Marc-Antoine WEISSER
Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

18 h cours/2 h BE

Cours théoriques avec exercices ou cas d'étude, Conférence de professionnels avec retour d'expérience. Bureau d'étude sur la cryptographie et les vulnérabilités applicatives.



MODALITÉS D'ÉVALUATION

exposé



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

SI-8



BIBLIOGRAPHIE

Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information

(<http://www.ssi.gouv.fr>).

Norme ISO 7498-2 I Modèle de référence de base, Partie 2 : Architecture de sécurité
(http://www.iso.org/iso/fr/catalogue_detail.htm?csnumber=14256).

Alfred J. Menezes, Paul C. van Oorschot and Scott A. Vanstone. "Handbook of Applied Cryptography", ISBN-13: 978-0849385230.

Peter Gutmann. Godzilla crypto tutorial

(<http://www.cs.auckland.ac.nz/~pgut001/tutorial/index.html>).

The WebGoat project

http://www.owasp.org/index.php/Category:OWASP_WebGoat_Project.

NSA Current Security Configuration Guides

(http://www.nsa.gov/ia/guidance/security_configuration_guides/current_guides.shtml).

THÉORIE DE LA COMPLEXITÉ ET PERFORMANCE DES ALGORITHMES

Cette mineure propose aux étudiants une vision globale des techniques utilisées pour la résolution de problèmes combinatoires. Elle traite de différents aspects. 1) La théorie de la complexité qui permet la classification des problèmes en fonction de leur difficulté de résolution et d'approximation. 2) Les principales techniques utilisées pour la construction d'algorithmes. 3) L'évaluation de performance nécessaire à la validation des algorithmes heuristiques. L'introduction à ces techniques donnera un bagage aux futurs ingénieurs leur permettant d'évaluer la faisabilité des problèmes rencontrés, de déterminer si ces problèmes sont accessibles ou non. De connaître une gamme d'algorithmes permettant aux ingénieurs de choisir les manières efficaces de résoudre ces problèmes. Chaque cours est articulé autour d'un problème pratique servant à présenter la théorie.

Les objectifs sont de connaître les théories de la complexité et de l'approximabilité, connaître un ensemble de problèmes classiques et les méthodes utiliser pour les résoudre, connaître le principe de la simulation à événements discrets, la planification d'événements discrets, la récupération des données et donner leur interprétation statistique.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables :

- de comprendre ce qu'est la théorie de la complexité, de l'approximabilité et l'évaluation de performance,
- d'appliquer ces théories aux problèmes classiques,
- d'analyser les problèmes pratiques et d'identifier ce qui est réalisable ou non,
- de proposer des méthodes de résolution adaptées.

PROGRAMME

Pré-requis

Notions d'arbres et de graphes (Cours de FISDA de première année).

Plan du cours

Définitions (problèmes de décision, P, NP, problème d'optimisation combinatoire). Méta-heuristiques et méthode exactes. Algorithmes d'approximation. Évaluation de performances.

Applications supports des cours

Les concepts théoriques seront introduits en se basant sur des applications réelles. En voici une liste indicative: répartition des hôpitaux, création d'emploi du temps, diffusion dans les réseaux, répartition des longueurs d'ondes dans les réseaux optiques, tournée de véhicules, emballage et cryptographie.

Problèmes classiques associés aux applications

Les principaux problèmes de la théorie de la complexité seront présentés lors de ce cours : plus long chemin / hamiltonicité, k-centre et dominant, coloration, clique, stable, arbre de Steiner, ordonnancement, bin packing, voyageur de commerce et couverture d'ensembles.

Les techniques de résolution présentées pour la résolution sont : les algorithmes glouton, les back-trackings, la programmation dynamique, la programmation linéaire, les métaheuristiques telles que le branch and bound et les algorithmes probabilistes.

Bureaux d'étude

- 1 : Modélisation et étude de complexité
- 2 : Résolution et approximation



PROFESSEURS

Marc-Antoine WEISSER

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

12 h cours/2 h BE

Cours et pratique



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Esposé oral



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

SI-15



BIBLIOGRAPHIE

"Graphes et Algorithmes" de Michel Gondran et Michel Minoux.

"Graph Theory" de Reinhard Diestel.

"Approximation Algorithms" de Vijay Vazirani.

WEB SÉMANTIQUE

Le Web sémantique, nommé par certains Web 3.0, est une extension du Web actuel contenant non plus des documents mais des informations dotées d'une sémantique bien définie, permettant non seulement d'améliorer les échanges entre les ordinateurs et les personnes mais aussi de pouvoir raisonner sur des connaissances formalisées. Dans ce cadre, de plus en plus de données "ouvertes" sur des domaines divers et variés (biologie, finance, administration, géographie, recherche...) sont publiées (cf le projet *Linked Open data*) et peuvent être retrouvées, agrégées, publiées etc.

L'objectif de ce cours est double, premièrement donner une vision générale de la philosophie du Web Sémantique et de ses possibilités et, deuxièmement, introduire les langages du Web sémantique qu'ils permettent de représenter des connaissances (RDF(S), OWL...) ou de les interroger (SPARQL...) ainsi que les notions de métadonnées et d'ontologies et les rôles qu'elles jouent dans ce cadre.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les étudiants seront capables :

- de comprendre et discuter les concepts fondamentaux, avantages et limitations du web sémantique et des données liées,
- concevoir une ontologie en utilisant RDF (Resource Description Framework) et OWL (Web Ontology Language) ,
- comprendre les principes sous-jacents de représentation des connaissances
- comprendre et appliquer des raisonnements sur le web sémantique,
- interroger des ontologies en utilisant SPARQL,
- implémenter une application

PROGRAMME

Introduction au Web sémantique

Le W3C.

Le modèle en couche de Tim Berners-Lee.

Objectifs et enjeux du Web Sémantique.

Métadonnées et RDF (Resource Description Framework)

Métadonnées et annotations

Syntaxe et sémantique du modèle RDF

Notations (Turtle, N3)

RDF Schémas (RDFS)

Ontologies et OWL (Ontology Web Language)

Ontologies et représentation des connaissances

Syntaxe et sémantique de OWL

Logiques de description, raisonnements (classification, satisfiabilité...) et raisonneurs

Complexité des traitements et passage à l'échelle

Vocabulaires spécialisés (SKOS, FOAF...)

Construction d'une ontologie

Alignement d'ontologies et intégration de données

Web sémantique et règles

SWRL (Semantic Web Rule Language), RIF (Rules Interchange Format)...

Passer du Web au Web sémantique (RDFa et GRDDL)

Langage d'Interrogation SPARQL

Applications

Projet "Linking Open Data", applications commerciales...



PROFESSEURS

Yolaine BOURDA

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

21 h cours/2 h TD

Principalement du cours magistral étayé d'exemples et de manipulations sur des systèmes d'exploitations modernes.



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Présentation de papiers de recherche



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

SI-13



BIBLIOGRAPHIE

"Systèmes d'Exploitation", 3e Édition, Andrew Tanebaum, Pearson Education, 2008.



MINEURES DU DOMAINE « TÉLÉCOMMUNICATIONS »

CIRCUITS HYPERFRÉQUENCE

L'objectif de ce cours est de familiariser les étudiants aux techniques utilisées pour la conception des dispositifs micro-ondes. Les méthodes d'analyse et de synthèse des blocs fonctionnels les plus répandues seront abordées : amplificateurs, dispositifs d'émission et de réception dans le monde des hyperfréquences.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce cours les élèves seront capables :

- d'analyser et de dimensionner une chaîne de transmission et de réception radiofréquence,
- de rédiger des cahiers de charges précis et adaptés pour des applications en hyperfréquence.

Cette compétence sera validée par un cas concret que l'on retrouve dans les systèmes radar.

PROGRAMME

Circuits passifs hyperfréquences

Introduction, Objectifs du cours

Bruit en hyperfréquences

Origine et modélisation, notions fondamentales, Rapport signal à bruit Sources de bruit, Bruit dans les circuits linéaires, Bruit dans les circuits non linéaires, Évaluation du bruit dans les sous-ensembles, Applications qui utilisent les propriétés du bruit.

Structures de guidage, fibre optique (partie subsidiaire)

Guides d'ondes rectangulaires ou cylindriques, Mode fondamental des guides, Étude des modes, visualisation des modes dans une structure de guidage, Guides d'ondes circulaires, Guides d'ondes coaxiaux, Autres types de guides métalliques.

Généralités sur des éléments passifs réciproques

Dipôles, Quadripôles de base, Caractérisation des quadripôles, Combinateur-diviseur de puissance de Wilkinson, Tés, Théorie des coupleurs directs, Divers types de coupleurs directs.

MMIC : Évolution et technologie

Présentation des MMIC, Technologie des MMIC

Composants d'une chaîne d'émission-réception RF

Choix des composants actifs et description de leurs modèles

Composants passifs et leurs modèles

Polarisation des composants actifs

Filtres et cavités

Filtrage hyperfréquence, Cavités

Déphaseurs et amplificateurs de puissance

Coupleurs, commutateurs, atténuateurs, déphaseurs, Amplificateurs en petit signal, Amplificateurs de puissance

Oscillateurs, mélangeurs, convertisseurs

Oscillateurs, Modulateurs, démodulateurs, Multiplicateurs de fréquence Diviseurs de fréquence analogiques.

Tubes électroniques (présenté par Thales)

Différents types d'amplificateurs et d'oscillateur de puissance. Domaines d'application.

Notions sur le tube à onde progressive à fort rendement.



PROFESSEURS

Alain LAURENT

Mohammed SERHIR

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours

Le cours est basé sur une présentation sur diapositives. Les parties nécessitant un développement seront détaillées sur le tableau. Une certaine flexibilité est permise dans le déroulement du cours en fonction de l'attrait qu'expriment les élèves pour les diverses notions prévues dans le programme de ce cours.



MODALITÉS D'ÉVALUATION

L'évaluation est basée sur une présentation orale pour laquelle les élèves (en binôme) présenteront le montage final (circuits et composants) que comporterait la partie émission-réception pour un radar dans la gamme de fréquence 0.5GHz à 3GHz. Les choix des composants doivent être justifiés et les performances en fonction du rapport signal à bruit atteignable sont explicitées. Le travail comporte aussi la dimension financière dans la mesure du possible dans le sens où le prix des composants et les fournisseurs potentiels sont à proposer.



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

EC-10



BIBLIOGRAPHIE

A. PACAUD, "Électronique radiofréquence", Ellipses.

S. CRIPPS, "RF Power amplifiers for Wireless Communications", Artech House.

DES COMMUNICATIONS MACHINE À MACHINE, À L'INTERNET DES OBJETS

Les communications dites "Machine à Machine" (M2M) couvrent l'ensemble des solutions technologiques et déploiements, permettant à des Machines, des appareils ou des objets, de communiquer entre eux, sans interventions humaine. Le marché du M2M générés par ces nouveaux usages, applications et services, est promis à une croissance annuelle de l'ordre de 49 %, atteignant plus de 220 Milliards d'Euros dans les prochaines années. Cela représente un des marchés émergents les plus attractif, avec des applications telles que la Gestion de Flotte, les Compteurs intelligents, la télésanté, et bien d'autres encore, facilitant la vie quotidienne des citoyens, tout en transformant nos usages.

En raison de ce potentiel énorme à la fois en termes d'opportunités d'affaires, et d'usages, beaucoup de gouvernements, d'organismes de gouvernance, ainsi que des standards, sont actuellement en préparation de cadres légaux, technologique et services adéquates.

Durant ce tout nouveau cours, nous plongerons alors dans ce domaine du M2M, afin de comprendre et appréhender, cette large variété d'usages et de services pouvant être offerts, ainsi que les technologies disponibles (Sans fil, filaires, IP, sécurité...), comment celles-ci coopèrent entre elles, tout en identifiant les caractéristiques clefs d'un système M2M. Une attention toute particulière sera portée sur l'IP.

Finalement, l'Interopérabilité étant la clef de voute du M2M, nous établirons l'état de l'art de cet écosystème, comprenant les différents standards mondiaux (3GPP, ETSI M2M, IEEE 802.16p, IETF, IEEE P2030...) ainsi que les forums industriels qui œuvrent pour promouvoir ces nouvelles solutions et usages.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce cours les étudiants seront capables :

- d'identifier les caractéristiques clés d'un système M2M,
- d'appréhender les différentes technologies disponibles,
- d'analyser les processus leur permettant de coopérer entre elles,
- d'effectuer une analyse multicritères (technologiques, économiques, législatifs) du marché M2M.

PROGRAMME

Introduction au marché du M2M

Paysage Industriel: Chaîne de valeur, nouvelles applications et usages, Produits

Tendances et Marché prévisionnel

Technologies clefs et architecture M2M

L'architecture du M2M: Marchés Verticaux et approche générique, économies d'échelle et interopérabilité

Le M2M sans fil : réseaux cellulaires (2G, 3G, LTE, WiMAX), courte portée (WiFi, ZigBee, RFID, Z-Wave...)

Le M2M filaire (PLC...)

Le M2M IP: IP au capteur (piles IP contraintes), Algorithmes d'Auto-Configuration, réseaux M2M connectés à Internet

Fonctionnalités clefs

Sécurité, intimité, confiance

Gestion des appareils: protocoles, FOTA, Diagnostic distant, auto-découverte, mise à l'échelle

Ubiquité de la connectivité, interopérabilité

Efficacité énergétique



PROFESSEURS

Mohamed KAMOUN
Thierry LESTABLE
Alexandru PETRESCU
Djelal RAOUF
Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Examen écrit



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

TEL-4



BIBLIOGRAPHIE

M2M Communications: A Systems Approach, David Boswarthick (Editor), Omar Elloumi (Editor), Olivier Hersent (Editor), Wiley Editions.

ISBN: 978-1-119-99475-6

Vue d'ensemble des micro-contrôleurs et OS embarqués
Conscience du contexte et surveillance
Identification, désignation et adressage : concepts fondamentaux du routage IP et de son adressage

Roadmap Technologique et Standards

IETF (ROLL, 6LowPAN)

ETSI: TC M2M, ITS

3GPP: Machine Type Communications (MTC) with LTE Rel.10 et Beyond

Smart Grids : NIST architecture, IEEE P2030, Gridman, DLMS, CEN-CENELEC

IEEE P1901

DSL Forum

Conclusions : Priorités de la Recherche et Recommandations

Le programme numérique de l'Europe

Recommandations de gouvernance: Mandats délivrés par la Commission Européenne

Partenariats Public-Privés (PPP) pour l'Internet du Futur

Le soutien de l'Economie Numérique en France (e.g. Grand Emprunt)

EXPOSITION DES PERSONNES ET MESURES DE CHAMPS

L'objectif de ce cours est de fournir une bonne connaissance de la problématique de l'exposition des personnes aux ondes électromagnétiques, des normes et des limites d'exposition actuelles, et des méthodes pour évaluer l'exposition en fonction de la situation et des types d'antennes.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables :

- de mettre en œuvre les mesures d'antennes, des techniques de champ proche et des méthodes de mesure de champ électromagnétique,
- de comprendre la problématique de l'exposition des personnes aux ondes électromagnétiques dans un contexte où l'environnement quotidien est envahi par des dispositifs de communication sans fil.

PROGRAMME

Exposition des personnes aux champs électromagnétiques et dosimétrie (EO)

Types d'exposition
Normes et recommandations
Propriétés diélectriques des tissus biologiques
Interaction des champs électromagnétiques avec la matière
Études biologiques
Modélisation numérique
Mesure de DAS
Mesure in-situ
Impact sur la conception d'antennes

Mesure des champs électromagnétiques

Différentes techniques de mesure des champs électromagnétiques
Instrumentation : capteurs, applicateur, émetteur, récepteur
Applications

Mesure des antennes

Différentes zones de champ rayonné par une antenne
Mesure directe du diagramme de champ lointain des antennes
Techniques de champs proches : Principe de Huygens, Formulation de Stratton et Chu, Développement modal des champs
Applications : Couplage entre antennes, Périmètres de sécurité des antennes, Mesure rapide des champs proches
Diagnostic électromagnétique des antennes
Détermination des caractéristiques des antennes : Gain, Directivité, Rendement, Polarisation



PROFESSEURS

Vikass MONEBHURRUN

Dominique PICARD

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

18 h cours/6 h TD



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Examen écrit



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

EC-3



BIBLIOGRAPHIE

"Handbook of biological effects of electromagnetic fields", Vol. 1, Barnes and Greenbaum.

"Handbook of biological effects of electromagnetic fields", Vol. 2, Barnes and Greenbaum.

INGÉNIERIE DES RÉSEAUX CELLULAIRES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

Les systèmes dits de 2e, 3e et 4e génération comme GSM, GPRS, EDGE, UMTS, HSPA, LTE et WiMAX utilisent des techniques d'accès multiple AMRT, AMRC and OFDMA. Ce cours traite d'une part des aspects théoriques de la planification de capacité-couverture et d'autre part des méthodes de dimensionnement des réseaux réels. Il traite aussi des sujets avancés comme transmission à débit variable (VBR), gain de MIMO et ICIC, "load balancing" et organisation automatique (SON).

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce cours les étudiants seront capables :

- de comprendre les différentes techniques d'accès multiple utilisées dans les systèmes mobiles,
- d'analyser leurs impacts sur le dimensionnement d'un réseau cellulaire,
- d'analyser les performances de techniques avancées permettant d'améliorer la capacité d'un système cellulaire.

PROGRAMME

Les étapes de dimensionnement d'un réseau, les paramètres principaux et les critères de performance

Couverture, capacité et la qualité associée
Réseau d'accès, réseau de coeur et nombre de noeuds de contrôle
Réseau de transmission inter-noeud et choix des technologies
Qualité de transmission de parole mode circuit : retard de transmission, qualité subjective et objective, les perturbations
Qualité de transmission de données et services multi-média (mode paquet) : débit, retard, jagues, latence, taux d'erreur

Réseaux d'accès mobiles 2G (GSM, GPRS, EDGE) : Calcul de capacité et couverture

Calcul de capacité des systèmes TDMA
Calcul de schéma de réutilisation de fréquence, Calcul de bilan de liaison
Estimation de trafic parole, taux de blocage des appels, Optimisation de paramètres de Handover
Améliorations apportées par la gestion d'interférence - SFH, VAD/DTx, Contrôle de Puissance,
Radio Link Contrôle (RLC) pour débit variable

Réseaux de Transmission "backhaul" et "coeur" 2G

Technologies de transport PDH / SDH / ATM / IP
Technologies de transmission radio (FH, satellite) et filaire (xDSL, Ligne louée et fibre optique)
Architectures et règles d'ingénierie des réseaux "backhaul"
Fonction de signalisations - location update et d l'organisation des paging areas
Optimisation de charge de signalisation d'accès initial et pour la gestion de mobilité

Techniques d'allocation de fréquence fixe (Fixed Channel Assignment)

Méthodes heuristiques en optimisation combinatoire
Recuit simulé et tabu search
Réseaux hiérarchisés

Technique d'allocation de fréquence dynamique (Dynamic Channel Assignment)

Graph coloring problems
Channel borrowing strategies
Performance bounds

Dimensionnement des réseaux d'accès mobiles 3G et 3G+ (UMTS et HSPA)



PROFESSEURS

Pascal AGIN
Jérôme BROUET
Vinod KUMAR
Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

21 h cours/3 h TD



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Examen oral



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

TEL-1



BIBLIOGRAPHIE

X. Lagrange, Ph Godlewski et Sami Tabane, "Réseaux GSM", Hermès, Paris.
A. Wilton, T. Charity, "Deployment of Wireless Networks", Cambridge Univ Press, 2008.
V. K. Garg, "Evolution of Wireless Networks", Pearson Education, 2005.
S. Sesia et al, "LTE-The Long Term Evolution", John Wiley, 2009.

Notion de "reuse-1" en WCDMA, soft HO
Pole capacity, soft capacity et l'étude de compromis capacité vs portée,
calcul de bilan de liaison
Allocation de ressources (code d'étalement, puissance émission) et débit
variable
Augmentation de capacité et HO inter-fréquence
Noise rise et limitation de capacité

***Dimensionnement des réseaux d'accès mobiles avec OFDM
(WiMAX et LTE)***

OFDM, OFDMA et les modulations mono-porteuses
Bilan de liaison et OFDM, Influence de PAPR
Allocation (RLC) pour débit variable et la qualité de service en mode paquet
et circuit
Nouvelles fonctionnalités MIMO Gain, Diversity Gain, S-T Coding Gain ;
Impact de ICIC

SYSTÈMES DE NAVIGATION

Cette formation a pour objectif de donner une vue d'ensemble des systèmes de navigation utilisés dans une large gamme d'applications (air, mer, terre, espace) tant civiles que militaires. La formation constitue une introduction à la navigation inertielle, à la radionavigation et aux techniques d'hybridation de différents moyens de navigation. Elle présente les connaissances techniques fondamentales qui permettent de comprendre les principaux problèmes soulevés par la conception et la réalisation des systèmes de navigation, et les solutions adoptées pour les résoudre. Après une présentation générale de la navigation, ses objectifs, ses enjeux et des notions de géodésie, la navigation inertielle est abordée avec une approche à la fois théorique et pratique, illustrée avec des exemples. La radionavigation par satellite est présentée, à travers l'exemple du GPS, en explicitant les limitations et les différentes techniques d'amélioration des performances. Les spécificités des autres systèmes de radionavigation par satellite (GALILEO, GLONASS,...) sont présentées. Les techniques de filtrage statistique (filtrage de Kalman) permettant d'hybrider les informations de plusieurs moyens de navigation sont étudiées : en particulier les techniques d'hybridation entre les systèmes inertiels et les systèmes de radionavigation.

La formation comprend plusieurs séances de travaux dirigés qui permettent, à travers la construction et l'utilisation de simulateurs simples de navigation, de mieux assimiler les concepts présentés.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce cours, les élèves seront capables :

- de comprendre les enjeux et les principes fondamentaux des systèmes de navigation inertielle et de radionavigation,
- de maîtriser le vocabulaire et les principaux concepts du domaine de la navigation,
- d'appréhender des articles techniques et scientifiques concernant la navigation.

PROGRAMME

Introduction à la navigation

Historique de la navigation. Les enjeux et objectifs, les applications. Définitions (localisation, navigation, guidage, moyens et système de navigation,...). La performance de la navigation. (précision, intégrité, disponibilité, continuité de service).

Notions de géodésie (ellipsoïde, géoïde, gravité,...). Les repères.

Rappels sur les outils mathématiques de la navigation.

Principes fondamentaux de la navigation : navigation à l'estime, navigation inertielle, radionavigation.

Navigation inertielle

Typologie des systèmes inertiels : du pilotage à la navigation.

Les centrales inertielles de navigation : à plateforme stabilisée, à composants liés.

Les algorithmes de navigation inertielle : mécanisation.

L'alignement des centrales inertielles.

Les senseurs inertiels :

accéléromètres : principes, erreurs, performances/technologie.

gyroscopes et gyromètres : principes, erreurs, performances/technologies.

Modèle d'erreurs de la navigation inertielle : période de Schuler, période de 24 heures, divergence de la voie Z.

Erreurs d'intégration numérique des CI à composants liés et algorithmes de compensation.



PROFESSEURS

Julien AUGER
Etienne BRUNSTEIN
Pascal DEBANNE
Raphael JARRAUD
Cécile LACROIX
Ghislain LUNEAU
Arnaud PINTURAUD
Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Examen oral



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

EC-9



BIBLIOGRAPHIE

K.R. Britting « Inertial Navigation Systems Analysis » Wiley Interscience - 1971

R. M. Rogers « Applied Mathematics in Integrated Navigation Systems » 3rd edition ? AIAA - 2007

David Titterton, John Weston « Strapdown inertial navigation technology » (2nd Edition) Institution of Engineering and Technology - 2004

J-M. Piéplu, « GPS et Galileo » Eyrolles, 2006

Kaplan et Hegarty « Understanding GPS Principles and Applications » Artech House, 2006

Misra et Enge « GPS Signals, Measurements and Performance » Ganga-Jamuna Press, 2006

Pierre Faure « Navigation inertielle optimale et filtrage statistique » Paris : Dunod, 1971

Misra et Enge, "GPS Signals, Measurements and Performance", Ganga-Jamuna Press, 2006 .

Pierre Faure, "Navigation inertielle optimale et filtrage statistique, Paris, Dunod, 1971.

Radionavigation

Les systèmes de radionavigation terrestres (VOR, TACAN, DME, ILS, MLS, LORAN).

Les systèmes de radionavigation par satellites.

Présentation du système GPS et des signaux GPS. La performance du système GPS.

Mesures GPS, calcul de la position et vitesse.

Les limitations du GPS : intégrité, tenue au brouillage, masquage, précision...

Les techniques d'amélioration du GPS :

techniques différentielles de localisation GPS,

contrôle d'intégrité : algorithmes FDE,

augmentation de la constellation (LAAS, SBAS),

modernisation du GPS (nouveaux signaux),

amélioration de la tenue au brouillage par aide inertielle, par antennes actives (CRPA).

Le système Galileo, ses signaux et ses services.

Les autres systèmes de radionavigation par satellites (en service ou en développement).

Navigation hybride

Enjeux de la navigation hybride.

Introduction au filtrage statistique : filtrage de Kalman.

Etude d'un exemple simple : hybridation d'une centrale inertielle avec un baro-altimètre par filtre de Kalman étendu (EKF).

Les hybridations entre navigation inertielle et radionavigation (couplage lâche, serré, ultra serré).

Autres techniques de filtrage statistique pour la navigation hybride (UKF, filtrage particulaire..).

SYSTÈMES DE RADIOCOMMUNICATIONS

Les faisceaux hertziens sont largement utilisés dans les réseaux des télécommunications, notamment dans les endroits où les fibres optiques sont difficiles ou peu économiques à installer. Ce cours présente les faisceaux hertziens à grande, moyenne et petite capacité et décrit les applications. Durant la dernière décennie, des standards ont été développés par la radiodiffusion numérique des signaux audio et vidéo. Ce cours présente les standards DVB pour la radiodiffusion numérique par satellite, câble et voie terrestre. Face à la prolifération de matériels mobiles communicants et au développement des réseaux de petites tailles (PAN, LAN) des normes de systèmes radioélectriques ont été développées pour répondre à ces besoins. Le cours vous présente la problématique des réseaux locaux sans fil aux travers des différentes rubriques où seront abordés les principaux besoins et solutions possibles puis vous présentera deux normes assez représentatives de ces réseaux locaux. Les télécommunications par satellite visent à satisfaire une palette diversifiée de services (téléphonie, services mobiles, multimédia) en faisant intervenir des problématiques spécifiques. En s'appuyant sur des exemples de systèmes récents, ce cours se propose de présenter les caractéristiques des liaisons satellitaires et les solutions mises en œuvre pour optimiser la conception des segments spatial et terrestre.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce cours, les étudiants seront capables :

- de comprendre le lien entre les techniques utilisées dans les couches basses et les caractéristiques d'un canal de transmission,
- d'identifier les différents constituants d'une couche physique à la lecture d'une norme,
- d'identifier, au travers de plusieurs exemples représentatifs, les solutions mise en œuvre pour optimiser un système de transmission en fonction des besoins ainsi que des contraintes apportées par le support de transmission et la réglementation.

PROGRAMME

Faisceaux hertziens

Propagation, Bilan de liaison.

Évanouissements sélectifs, diversité, égalisation.

Faisceaux hertziens à grande capacité.

Faisceaux hertziens à petite capacité.

Radiodiffusion numérique

Digital Audio Broadcasting (DAB). Digital Video Broadcasting by Satellite (DVB-S).

Digital Video Broadcasting by Cable (DVB-C). Digital Terrestrial Video Broadcasting

(DVB-T). Voie de retour pour services interactifs.

Réseaux locaux sans fil

Le cadre réglementaire,

La propagation, la couverture radioélectrique et la CEM,

Les différentes méthodes d'accès,

La notion de qualité de service, la sécurité et l'intégrité des données,

Exemple de deux normes : Bluetooth et IEEE 802.11b/g/n (Wifi).

Communication par satellites

Historique de l'aventure spatiale : de Spoutnik à Télédec.

Orbites, techniques de transmissions, charge utile, plate forme

Communication avec les mobiles par satellite : étude de l'influence du type d'orbite sur la disponibilité du service, l'interface radio, les techniques de transmission et les équipements.

Systèmes de diffusion et multimédia par satellites : importance de la bande utilisée, solutions adoptées pour assurer interactivité, connectivité, disponibilité et routage.



PROFESSEURS

Emmanuel HAMMAN

Lionel HUSSON

Mohamed KAMOUN

Thierry LETERTRE

Edouard PEREIRA

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Examen oral



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

TEL-7



BIBLIOGRAPHIE

P. MÜHLETHALER, "802.11 et les réseaux sans fil", Eyrolle, 2002.

J. BRAY, F. STURMAN, "Bluetooth, connect without cables", prentice Hall, 2001.

C. SALEMA, "Microwave Radio Links: From Theory to Design", Wiley, 2002.

E. FERNANDEZ, M. MATHIEU, "Les faisceaux hertziens analogiques et numériques", Dunod, 1991.

G. MARAL, M. BOUSQUET, "Satellite Communications Systems", Wiley, 1998.

"Manuel sur les télécommunications par satellite", UIT, Wiley, 2002.

M. RICHHARIA, "Satellite communication systems", Mc Graw Hill, 1999.

TECHNIQUES DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

L'objectif de ce cours est de dresser un panorama des principales techniques avancées mises en oeuvre dans les réseaux de télécommunication. La chaîne de transmission doit être conçue en fonction des caractéristiques du canal de propagation de sorte à optimiser les performances (Taux d'erreurs, QoS) et en tenant compte de ressources limitées (occupation spectrale, capacité de calcul des équipements). Le cours présente les différentes techniques de transmission utilisée en s'appuyant sur les systèmes existants (GSM, WIFI, LTE).

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce cours les étudiants seront capables

- d'identifier les différents éléments d'une chaîne de transmission numérique,
- d'appréhender les contraintes apportées par le support de transmission,
- d'analyser les performances d'un système de transmission et de comprendre ses limitations dans un environnement donné.

PROGRAMME

Chaîne de transmission en bande de base

Interférences entre symboles, critère de Nyquist.

Filtrage adapté.

Probabilité d'erreur.

Modèles de transmission

Canal de propagation radioélectrique.

Sélectivité du canal, diversité des canaux à trajets multiples.

Théorie de l'information et de la réception

Efficacité spectrale.

Schéma du récepteur optimal.

Techniques de transmission

Transmission monoporteuse : interférence entre symboles et égalisation.

Exemple : GSM.

Transmission multiporteuse : principe de la modulation OFDM. Exemple : WIFI, TNT.

Transmission par étalement de spectre : étalement de spectre par séquence directe. Récepteur Rake. Exemple : UMTS.

Codages correcteurs d'erreurs

Particularités des codes utilisés.

Adaptation des schémas de modulation et de codage au canal de transmission.

Systèmes multi utilisateurs

Notions de techniques d'accès.

Techniques MIMO. Exemple : WIFI, LTE.



PROFESSEURS

Jacques ANTOINE

Lionel HUSSON

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

18 h cours/6 h TD



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Examen écrit



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

TEL-5



BIBLIOGRAPHIE

J.G. PROAKIS, "Digital Communications", Mac Graw Hill.

J-C BIC, D DUPONTEIL, J-C IMBEAUX, "Éléments de communications numériques", Dunod, collection CENT-ENST, 1986.

D. TSE, P. VISWANATH, "Fundamentals of Wireless Communications", Cambridge University Press, 2005.

A. F. MOLISCH, "Wireless Communications", Wiley-IEEE Press, 2005.

A. J. GOLDSMITH, "Wireless Communications", Cambridge University Press, 2005.

A. J. VITERBI, "CDMA: Principles of Spread Spectrum Communication", Addison-Wesley Wireless Communications Series, 1995.

S. VERDU, "Multiuser Detection", Cambridge University Press, 1998.

TÉLÉCOMMUNICATIONS MOBILES, DE LA 0G À LA 4G

Ce cours présente les systèmes mobiles terrestres depuis leur prémices jusqu'aux orientations des futurs systèmes.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables :

- de se représenter l'ensemble des évolutions des systèmes mobiles depuis leur origine,
- de comprendre les principes technologiques de chaque génération de système et d'utiliser le vocabulaire expert du domaine,
- de mettre en relation les évolutions passées et futures avec les enjeux et les contraintes lors du déploiement de ces systèmes.

PROGRAMME

Historique et panorama des générations de systèmes mobiles

Le concept cellulaire

Management de spectre, réutilisation de fréquence.
Gestion de mobilité des abonnés et handover.
Notion de service, qualité de service, variabilité de densité de trafic etc.
Stratégies de séparation de ressources: FDD, TDD, FDMA, TDMA, CDMA, OFDMA..
Éléments de dimensionnement par le trafic (lois d'Erlang)

L'avant GSM

Systèmes analogiques de première génération

Systèmes de seconde génération

La norme GSM : architecture du réseau, entités GSM : BTS, BSC, MSC, données gérées par le système, gestion des appels, canaux physiques et logiques
Évolutions GPRS, EDGE

Systèmes de troisième génération

L'UMTS : fonctionnement de la couche physique, contrôle de puissance, comparaison avec le GSM, respiration de cellules
Évolutions HSPA, HSDPA, HSUPA

WiMAX/LTE

Services ciblés
Fonctionnement de la couche physique
Comparaison WiMAX/LTE

4G et perspectives

Évolutions des services et des modes de transmission



PROFESSEURS

Jérôme BROUET
Merouane DEBBAH
Lionel HUSSON
Thierry LETERTRE
Armelle WAUTIER
Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Examen écrit



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

EC-7



BIBLIOGRAPHIE

TSE, D., VISWANATH, P., "Fundamentals of Wireless Communications", Cambridge University Press, 2005.
LAGRANGE, X. et al., "Réseaux GSM", Hermes Science Publications, 2000.
HOLMA, H., TOSKALA, A., "WCDMA for UMTS: Radio Access for Third Generation Mobile Communications", Wiley, 2004.
ANDREWS, J. et al., "Fundamentals of WiMAX", Prentice-Hall, 2007.
LTE Standard (e.g. TR 25.814).
SESIA S. et al., "LTE ? The Long Term Evolution", Wiley 2009.



**MINEURES DU DOMAINE
« TRAITEMENT DU SIGNAL ET ÉLECTRONIQUE »**

CONVERSION ANALOGIQUE NUMÉRIQUE AVANCÉE

Les systèmes électroniques ont pour mission d'effectuer des traitements de plus en plus complexes tout en interagissant avec le monde physique qui nous entoure. Les signaux électriques issus des capteurs et émanant des actionneurs étant analogiques et les traitements complexes étant implémentés en numérique, il est nécessaire de disposer d'une conversion analogique-numérique ainsi que d'une conversion numérique-analogique. Ces conversions doivent être adaptées au besoin de l'application. En effet, selon la bande passante du signal à convertir et la précision voulue, les architectures de convertisseurs vont largement différer. La consommation électrique et la surface sont également des critères importants.

Ce module comprend un rappel de bases théoriques, une présentation des différentes architectures de convertisseurs et une partie pratique de conception d'un convertisseur analogique-numérique particulier.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables :

- de comprendre les verrous liés au passage du continu au discret,
- de connaître les différentes architectures de convertisseurs, les avantages et limitations de chacune,
- de choisir les architectures de convertisseurs les plus adaptées selon les applications ciblées,
- de modéliser et simuler un convertisseur dans un environnement mixte (analogique-numérique).

PROGRAMME

Echantillonnage et quantification

Rappels mathématiques sur l'échantillonnage des signaux analogiques ; théorème de Shannon, repliements de spectre.

Effet de la quantification. Caractérisation d'un convertisseur analogique-numérique.

Convertisseurs classiques

Présentation des grandes familles de convertisseurs analogique-numérique classiques : flash, approximations successives, simple et double rampe, cyclique, pipeline, hybrides.

Conversion numérique-analogique.

Convertisseurs parallèles

Techniques d'élargissement de la bande passante : entrelacement temporel, entrelacement fréquentiel (bancs de filtres hybrides). Correction/calibration des défauts et des désappariements.

Convertisseurs sigma delta

Principe de la modulation sigma delta. Architectures de modulateurs à temps discret.

Paramètres essentiels (ordre, OSR, nombre de bits).

Modèle linéaire équivalent. Caractérisation et performances.

Techniques de réalisation à capacités commutées.

Modulateurs multi-bit. Techniques de brassage de sources.

Etude et dimensionnement d'un convertisseur incrémental sous Matlab

Projet de spécification et de conception d'un convertisseur

Les élèves vont, à partir d'une spécification et/ou d'un article, déterminer une architecture répondant au cahier des charges. Ils vont ensuite concevoir le circuit au niveau transistor à l'aide de l'outil Cadence, le simuler et extraire ses performances.



PROFESSEURS

Philippe BENABES

Caroline LELANDIS-PERRAULT

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

12 h cours

Le module comprend une partie de cours et une partie de projet sur Cadence permettant d'apprendre à spécifier un tel convertisseur de façon pratique.



MODALITÉS D'ÉVALUATION

L'évaluation se fera à partir d'un rapport de conception suite au projet.



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MNE-6



BIBLIOGRAPHIE

Delta sigma Modulators Modeling, Design and Applications, G.I. Bourdopoulos, Imperial College Press

Analog-to-Digital Conversion, Marcel J.M. Pelgrom, Springer

DÉTECTION ET IMAGERIE INFRAROUGE : DU MATÉRIAU AU SYSTÈME

Cet enseignement donne un aperçu de l'importance de la détection thermique pour le rayonnement infrarouge (IR) et les ondes térahertz (THz). L'accent sera mis d'une part sur les principes physiques sous-jacents régissant le fonctionnement des détecteurs. Il sera mis d'autre part sur les développements les plus récents relatifs à la technologie des dispositifs, sur les méthodes de détection et d'imagerie ainsi que sur la conception de systèmes complets dans une perspective industrielle (sécurité, environnement, biomédical, contrôle, etc.)

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves auront acquis :

- une bonne culture générale dans le domaine des détecteurs de rayonnement électromagnétique et plus généralement des systèmes de détection infrarouge et térahertz,
- une vision des enjeux industriels et des perspectives économiques du marché de l'imagerie infrarouge et térahertz.

PROGRAMME

Introduction au design de systèmes infrarouge

Généralités : spectre électromagnétique – applications en imagerie IR et THz
Radiométrie : définition de grandeurs et calcul de la puissance transférée d'une source à un détecteur

Rayonnement du corps noir et émissivité : lois du rayonnement ; contraste d'émittance ; émissivité ; lois de Kirchhoff ; transferts de chaleur

Étude d'ingénierie : application au design d'un système optique pour une détection IR

Détecteurs thermiques : paramètres et principes physiques

Caractéristiques : réponse fréquentielle, bruit, NEP, détectivité, temps de réponse, paramètres relatifs aux matrices de détecteurs

Mesures : mise en œuvre, électronique de lecture, équipements

Bolomètres : principe, modèles, caractéristiques, applications et réalisations industrielles

Détecteurs pyroélectriques : principe, modèles, caractéristiques, applications et réalisations industrielles

Mélangeurs hétérodyne HEB : principe, modèles, caractéristiques, applications

Étude d'ingénierie : dimensionnement d'un détecteur pyroélectrique ou d'un bolomètre

Détecteurs thermiques : technologies et techniques associées

Quels matériaux ? : critères de sélection ; aspects industriels

Couches minces : notion de couche mince ; techniques de dépôt (notions sur le vide, évaporation, pulvérisation cathodique, CVD) ; aspects industriels

Micro et nano-structuration : techniques de structuration des dispositifs ; exemples de réalisations ; aspects industriels

Étude d'ingénierie : Dépôt d'une couche mince par pulvérisation cathodique

Systèmes d'imagerie IR et THz

Quelles stratégies ? : passif vs. actif ; non-refroidi vs. refroidi ; architecture à balayage vs. plan fixe ; mode impulsionnel vs. mode continu, etc. ; aspects industriels et économiques

Quelles sources ? : aperçu des sources IR et THz ; critères de choix ; évolutions actuelles

Étude d'ingénierie : dimensionnement d'un système imageur THz



PROFESSEURS

Philippe BENABES

Annick DEGARDIN

Vishal JAGTAP

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

18 h cours/6 h BE



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Modalités d'évaluation précisées au début du module.



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MNE-8



BIBLIOGRAPHIE

J. M. Palmer & B. G. Grant, "The Art of Radiometry," SPIE Press, 2009.

A. Rogalski, "Infrared Detectors," 2nd Edition, CRC Press/ Taylor & Francis, 2010.

M. Madou, "Fundamentals of Microfabrication and Nanotechnology," 3rd Ed., CRC Press/ Taylor & Francis, 2011.

P. W. Kruse, "Uncooled Thermal Imaging Arrays, Systems, and Applications," SPIE Press, 200

ELECTRONIQUE EMBARQUÉE POUR MICRO-DRONES ET POURSUITE

Avec le développement du drone aérien, l'usage de ces derniers a grandement évolué. Hier, objets de controverse ou systèmes de surveillance militaire, demain, aide médicale et de secours.

En effet, lorsqu'il est question du sauvetage de personne, il existe parfois de très fortes contraintes pour les secouristes en raisons de la localisation de l'intervention : en montage à flanc de falaise, dans un immeuble en flamme, au milieu de l'océan, etc... Cet aspect devient alors critique et en particulier lorsque l'on connaît le poids des équipements dont les secouristes ont besoin afin d'assurer le traitement des victimes. Les drones pourraient alors servir de station de monitoring et de soins accompagnant les équipes de secours et les délestent d'une partie de leurs lourds équipements.

Pour que cela soit envisageable, les drones doivent être en mesure de voir leur environnement et de l'analyser. Dans cet esprit, le tout premier besoin est de pouvoir reconnaître la présence d'une personne dans une scène.

La contrainte d'embranchabilité devient de plus en plus forte tout en ayant une complexité grandissante, l'aspect système obligeant une conception à la fois logicielle et matérielle. Dans ce contexte, des SoCs (System On Chip) dédiés sont apparus sur le marché il y a deux ou trois ans, associant une zone reconfigurable de type FPGA à des cœurs de processeur matériel de type Cortex A9 de ARM. Ces nouvelles plateformes offrent un environnement de développement idéal pour des applications telles que celles que nous visons.

L'objectif de cette mineure est d'appréhender les bases nécessaires à la conception d'architecture mixte hardware/software. Sur la base de l'une des plateformes dernière génération alliant une partie reconfigurable à un processeur ARM double cœur (Xilinx ZYNQ), nous apprendrons à développer une application de type Reconnaissance de forme humaine. Cette dernière sera implémentée et validée sur un véhicule aéroporté de test de type quadrimoteur équipé d'une caméra full-HD.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce cours, les élèves seront capables :

- d'appréhender la conception de systèmes numériques complets,
- de maîtriser le flot de conception, de la définition de l'architecture jusqu'à son implémentation et sa programmation

PROGRAMME

Présentation des systèmes on chip

Introduction

Évolution des technologies qui ont rendu les SOC possible
Où trouve-t-on des SOC dans l'automobile d'aujourd'hui

Composant matériels

Numérique: Processeurs, périphériques, mémoires et logique d'assemblage
Mix : CAN, CNA, PLL, DLL

Bus automobiles

SENT, LIN, CAN, SPI

Exemples

Camera infra-rouge (climatiseurs)
Contrôle de pression des pneus
Contrôle de moteurs Brush-less (BLDC)



PROFESSEURS

Anthony KOLAR
Mathieu THEVENIN

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Modalités d'évaluation précisées au début du module.



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MNE-11



BIBLIOGRAPHIE

Steve Leibson, "Designing SoCs with configured cores", Morgan-Kaufmann, IBM Journal of R & D, Vol 46, N°6, 2002, System on a Chip and Packaging.

Laung-Terg Wang, "VLSI Test principles and architectures", Morgan-Kaufmann.

Capteur Hall

Problème de temps réel pour les programmes

Les besoins de débogage

Emulation

Problèmes de qualité et de fiabilité

Test

Auto-diagnostic

Projet de conception sur Carte Zybo de Xilinx

Réalisation d'un système de vision pour drone

EQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES

Les équations aux dérivées partielles (EDP) permettent de décrire l'état ou l'évolution de grandeurs dépendant de plusieurs variables. Elles permettent donc de décrire des phénomènes complexes évoluant au cours du temps et apparaissent entre autres en physique, biologie, dynamique des populations, imagerie et économie. Les EDP sont un outil puissant pour la modélisation et la simulation.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables

- de reconnaître certains types d'EDP (transport, diffusion) et connaîtront leurs propriétés essentielles,
- d'utiliser des méthodes de calcul analytique pour des EDP simples,
- d'associer des conditions limites valides à des EDP du type transport-diffusion
- de connaître la notion de spectre d'opérateur et sauront représenter la solution d'une EDP en domaine borné à l'aide de modes propres,
- d'implémenter la méthode des différences finies et analyser la précision et la stabilité des schémas numériques,
- d'utiliser le logiciel libre FreeFem pour mettre en œuvre la méthode des éléments finis.

PROGRAMME

Présentation des EDP

Équation de transport, réaction et diffusion
Conditions limites, espace des solutions, problème bien posé

Outils utiles à la résolution d'EDP

Distributions, transformée de Fourier, décomposition spectrale

Analyse numérique (en parallèle avec les chapitres précédents)

Approximation de type différences finies (programmation avec Matlab)
Approximation de type éléments finis (programmation avec FreeFem)

Quelques exemples

Modèle de réaction-diffusion : dynamique des populations
Un exemple d'EDP en imagerie

Bureaux d'étude

- 1 : Analyse numérique et simulation à l'aide de différences finies
- 2 : Analyse numérique et simulation à l'aide d'éléments finis



PROFESSEURS

Vincent LESCARRET

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

18 h cours/6 h BE



MODALITÉS D'ÉVALUATION

La note finale est la somme de trois notes également réparties comme suit :

BE et participation en classe : 1/3

Devoir maison : 1/3

Examen écrit : 1/3



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MATIS-7



BIBLIOGRAPHIE

G. Allaire, "Analyse numérique et optimisation", Éditions de l'École Polytechnique 2005 (cours en partie disponible sur internet).

P.A. Raviart and T.M. Thomas, "Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles", Masson, Paris, 1993.

FINANCE I : MARCHÉS COMPLETS

Ce cours est une introduction à la couverture de produits dérivés et à la gestion de portefeuille en marchés complets (discrets et continus). L'accent sera mis sur les modèles de diffusions browniennes, modèle de Black-Scholes généralisé, lien avec les EDP, modèles de taux.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les étudiants seront capables :

- d'expliquer et de traiter divers instruments financiers (swap, future, options...).
- d'expliquer et d'utiliser les conditions d'un marché complet, la valorisation de divers produits financiers dans un marché complet, dans des modèles discrets (binomiaux) et continus.

PROGRAMME

Rappel de généralités mathématiques

Partie 1: Modèles binomiaux

Partie 2: Modèles continus



PROFESSEURS

Aych BOUSELMI

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours



MODALITÉS D'ÉVALUATION

L'évaluation sera faite de questions de cours et d'exercice d'applications semblables à ceux abordés durant le cours.



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MATIS-8



BIBLIOGRAPHIE

John C. HULL "Options, futures and other derivatives", Prentice Hall

D. Lamberton, B. Lapeyre " Introduction au Calcul Stochastique Appliqué à la Finance ", Ellipse

FINANCE II : FINANCE QUANTITATIVE

Le but de ce cours est de présenter quelques outils mathématiques nécessaires pour comprendre les modèles financiers. En particulier, des problèmes d'évaluation et de couverture des options dans le contexte de modèles avec sauts très simples seront étudiés. D'une manière générale, ces modèles expriment souvent mieux la réalité des marchés mais sont moins optimistes que le modèle de Black-Scholes. On introduit également la gestion des risques qui joue un rôle très important pour les institutions financières car elles prennent des risques et il est essentiel de les mesurer et de les gérer. Ce cours abordera aussi des applications des outils probabilistes et du contrôle optimal stochastique en finance.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les étudiants seront capables :

- d'expliquer des méthodes scientifiques adaptées à chaque typologie de problème rencontrée en finance,
 - d'identifier les hypothèses et les limites des méthodes utilisées,
 - de choisir les méthodes numériques permettant de résoudre les problèmes
- À l'issue de ce module, les étudiants connaîtront :
- des processus stochastiques à trajectoires discontinues qui peuvent modéliser certains événements rares et correspondent mieux à la réalité de marché.
 - certains modèles de taux utilisés notamment pour pricer et couvrir des obligations et des options sur obligations.
 - divers types de risques, les modèles de risques et l'estimation de risques.
 - des problèmes de contrôle optimal stochastique afin de contrôler des risques, gérer des portefeuilles, etc.

PROGRAMME

Introduction et rappels

Mouvement brownien et équations différentielles stochastiques, problème d'arrêt optimal, modèle de Black-Scholes, etc.

Modèle d'actifs avec sauts

Processus Poisson, évolution de l'actif risqué, évaluation et couverture des options.

Modèle de taux d'intérêt

Principe de la modélisation et modèles courants : modèle de Vasicek; modèle de Cox-Ingersoll-Ross; etc.

Introduction à la gestion des risques financiers

Divers types de risques (risque de marché; risque de crédit; etc.), méthodes de mesure des risques de marché (éléments de théorie des valeurs extrêmes)

Introduction au contrôle optimal stochastique

Espérances conditionnelles et EDP linéaires paraboliques, principe de la programmation dynamique, équation d'Hamilton-Jacobi-Bellman, applications.



PROFESSEURS

Nina AMINI

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Examen écrit



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MATIS-9



BIBLIOGRAPHIE

Lamberton D. et Lapeyre B. (1997) : Introduction au calcul stochastique appliqué à la finance, Editions Ellipse.

Alexander, C. ed. (1998) Risk management and analysis. Wiley.

Rebonato R. (1998) : Interest Rate Option Models, Wiley.

Wilmott P. (2007), On quantitative finance, John Wiley and Sons.

Karatzas I. and Shreve S. (1991) : Brownian motion and stochastic calculus, Springer.

Pham H. (2009): Continuous-time stochastic control and optimization with financial applications, Series SMAP, Springer.

IMPLÉMENTATION MATÉRIELLES DES ALGORITHMES DE TRAITEMENT DU SIGNAL

Lorsque l'on désire implémenter des traitements dans des systèmes embarqués, il est nécessaire de partitionner les traitements entre traitements logiciels (au moyen de processeurs dédiés) et traitements matériels réalisés par des circuits ad hoc développés pour l'application. Ce cours va montrer les méthodes utilisées pour la conception de tels circuits et la simulation de gros systèmes de traitement de données.

PROGRAMME

Architecture des machines de traitement

Décomposition d'un traitement sous forme d'opérations élémentaires, puis transformation sous forme d'opérateur physique. Agencement des opérations dans le temps

Opérateurs numériques, structures de réalisation

Réalisation physique des principaux opérateurs utilisés dans les traitements (additionneurs rapides, multiplicateurs...)

Représentation entière et traitement entier

Quantification, représentation des nombres, arithmétique entière, application au filtrage numérique.

SystemC

Introduction au langage SystemC, concepts
Description "cycle accurate et time accurate"
Ecriture de codes synthétisables

Bureau d'étude

System C : mise en oeuvre d'un exemple simple

Mini Projet System C

Au cours de ce mini projet, les élèves vont mettre en oeuvre l'implémentation d'une transformée en ondelette, élément de base de la compression JPEG 2000.



PROFESSEURS

Morgan ROGER

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Modalités d'évaluation précisées au début du module.



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MNE-4

PHYSIQUE, MATÉRIAUX ET COMPOSANTS DU PHOTOVOLTAÏQUE

Le changement climatique et les problèmes d'émission de gaz à effet de serre ont fait prendre conscience de la nécessité d'introduire davantage d'énergie renouvelable dans notre mix énergétique. Parmi les différentes possibilités pour la production d'électricité, le photovoltaïque occupe une place privilégiée du fait de la disponibilité de la ressource solaire.

Ainsi, le marché du photovoltaïque a connu un essor sans précédent au cours des dix dernières années. Pour autant, la course est toujours engagée pour apporter des solutions nouvelles en termes de matériaux, ou de combinaisons de matériaux, ou encore de nouvelles architectures de composants.

Le module a pour objectif de décrire les fondements physiques de la conversion photovoltaïque, puis d'aborder les différentes filières technologiques mises en œuvre aujourd'hui, les perspectives, ainsi que les évolutions du marché.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

A l'issue de ce module, les élèves seront capables de :

- comprendre les mécanismes de conversion d'énergie lumineuse en énergie électrique,
- de comprendre et d'expliquer quelles sont les limitations théoriques et pratiques,
- de maîtriser les notions de base d'une cellule photovoltaïque,
- de comprendre et d'effectuer des calculs simplifiés de rendement,
- d'avoir une vue d'ensemble des filières technologiques d'aujourd'hui et des évolutions attendues dans le futur.

PROGRAMME

Physique du photovoltaïque

principes généraux, rendements limites
interactions électrons/photons, mécanismes de génération et recombinaison

Filières : état de l'art et perspectives

Filières monocristallines : silicium et composés III-V,
Couches minces : silicium en couche mince, filières à base de chalcogénures (CIGS, CZTS, ...), matériaux organiques, ...
Cellules multispectrales



PROFESSEURS

Jean-Paul KLEIDER
Denis MENCARAGLIA
Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Modalités d'évaluation précisées au début du module.



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MNE-9



BIBLIOGRAPHIE

Photovoltaic solar energy conversion, de Gottfried Heinrich Bauer, Springer, 2015

Physics of Solar Cells: From Basic Principles to Advanced Concepts, de Peter Würfel, Wiley, 2009

The physics of solar cells, de Jenny Nelson, Imperial College Press, 2003

SYSTÈMES BIOMÉDICAUX

Avec le développement technologique, le monde de la médecine à fortement évolué ces 20 dernières années. Aussi bien les méthodes opératoires, les actes de diagnostic et de prévention/soin, ont connu une amélioration importante de l'efficacité. Mais comme tous les domaines spécifiques de pointes, et en particulier ceux impliquant des vies humaines, le monde médicale répond à ces propres règles où gravite un écosystème complexe où les enjeux sont à la fois technologiques, scientifiques, économiques et sociétaux.

Mais quel est réellement l'impact des systèmes électronique sur cet écosystème et comment, en tant qu'ingénieur, pouvons-nous anticiper les attentes de ce milieu.

Pour répondre à cette problématique, GE Healthcare s'associe avec CentraleSupélec lors d'une série d'interventions et de conférences portant sur un ensemble de thématique :

- Enjeux sociétaux et économiques
- Contraintes spécifique au milieu, Cycle de conception, Cycle de Validation et de Certification.
- Les systèmes électroniques / Capteurs biomédicaux
- La conception de circuit
- Les attentes et les enjeux

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Appréhension du monde médical du point de vue d'un ingénieur et des enjeux primordiaux de ce domaine qu'ils soient scientifiques, technologiques, sociétaux ou économiques

PROGRAMME

Conférence (Industriel) – Enjeux sociétaux et économiques
Conférence (Industriel) – Contraintes spécifique au milieu, Cycle de conception, Cycle de Validation et de Certification.
Les Systèmes électroniques / Capteurs biomédicaux
Conférence (Industriel) – La conception de circuit
Conférence (Praticien) – Les attentes et les enjeux



PROFESSEURS

Anthony KOLAR

Filipe VINCI

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours

Notre partenaire associé, GE Healthcare, organisera une visite de son site de Buc lors de la journée du 9 mars 2016. GE Healthcare proposera également un certain nombre de stages à l'issue de la formation avec pour priorité les étudiants ayant suivi cette thématique.



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Modalités d'évaluation précisées au début du module.



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MNE-10

SYSTÈMES SPATIAUX EMBARQUÉS

Les systèmes embarqués dans les satellites, les lanceurs ou les vols habités doivent faire face à un environnement spatial hostile. Ils intègrent à la fois du matériel et du logiciel qui se doit d'être robuste et fiable pour garantir le succès des missions complexes pouvant dépasser les 20 ans de fonctionnement en orbite en totale autonomie.

De plus ces contraintes liées aux missions spatiales, y compris les aspects de tenue aux radiations, doivent désormais être prises en compte dans de nombreux systèmes embarqués grand public.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les étudiants auront une connaissance globale des systèmes spatiaux et seront capables d'intervenir dans la conception d'un système embarqué fonctionnant en environnement hostile. Ils comprendront comment faire face à des contraintes mécaniques, thermiques, radiatives et électromagnétiques. L'accent sera également mis sur la variété des activités relatives à l'embarqué et sur les interfaces avec les métiers connexes : du silicium au système complet, en passant par le logiciel, la validation et les télécoms.

Une visite de deux sites industriels d'Airbus Defence and Space conclura la Mineure et permettra de voir en situation les concepts présentés pendant les cours.

PROGRAMME

Présentation des missions et systèmes spatiaux

Historique et marché du spatial, différents types de missions spatiales, lanceurs et orbites, satellites et vols habités. Les contraintes de l'environnement spatial.

Le système satellite

Description d'un satellite : plateforme et charge utile. Focus sur l'automatique de contrôle d'attitude et d'orbite, le contrôle thermique et les radiations.

Électronique numérique embarquée

Spécificité des systèmes électroniques spatiaux. Fonctions embarquées. Conception de cartes électroniques et de composants (ASIC/FPGA). Durcissement aux radiations.

Logiciel de Bord

Les différents traitements bord. Processeurs, mémoires et architectures utilisés. Focus sur la robustesse, la fiabilité, le temps réel. Validation d'un logiciel embarqué. Co-design HW/SW.

Communications

Bus de communication utilisés: 1553, SpaceWire, CAN, Ethernet, liaisons optiques... Charge utile et liaisons sol-bord : télécommande / télémetrie. Bilan de liaison, traitements radar, multifaisceaux...

Gestion de l'énergie / Puissance

Panneaux solaires, batterie, convertisseurs, régulation de puissance, commandes moteurs et actionneurs. Profils de mission, gestion des éclipses. Études pire cas, part stress.

Fiabilité / Validation des systèmes spatiaux

Garantir la tenue de la mission. Les redondances. Tolérance aux pannes : détection, décision, correction, reconfiguration, non propagation. Test et validation au sol des systèmes spatiaux.

Visite des deux sites industriels

Airbus DS Electronics (Elancourt) : labo de conception électronique, salles blanches.



PROFESSEURS

Jean-Pault BLANQUART
Henri DE FLEURIEU
Jean-Luc POUPAT
Jacques SERONIE-VIVIEN
Dung VO QUOC
Arnaud WAGNER
Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours

Exposé oral et visite de deux sites industriels



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Examen écrit portant sur l'ensemble du cours



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MNE-7



BIBLIOGRAPHIE

CNES, Space Technology Course, Spacecraft Techniques and Technology, CEPAD (2005).

Gérard Maral, Michel Bousquet, Satellite Communications Systems 5th edition - Systems, Techniques and Technology, Wiley (2010)

Responsable du module : Philippe BENABES, professeur à Supelec

Airbus DS Space System (Les Mureaux) : salle d'intégration Ariane 5 et ATV.

Méthode pédagogique :

Des intervenants de l'industrie différents pour chaque module, experts dans leur domaine.

Prérequis : ce module peut être abordé sans prérequis particulier pour un domaine



MINEURES DU DOMAINE « MÉTIERS »

ARCHITECTURE ET MANAGEMENT DES SYSTÈMES D'INFORMATION

Au cœur du fonctionnement des entreprises et de leur développement stratégique, les systèmes d'information (SI) sont à la fois de plus en plus critiques pour la conduite des activités, et de plus en plus complexes. Ils sont également soumis de façon croissante à des exigences internes (délais et réactivité, coûts, qualité et performance) et à des contraintes externes (réglementaire, impact des échanges avec les tiers).

La mise en œuvre et la maintenance au quotidien, et sur le long terme la maîtrise de la complexité et de l'agilité du SI, reposent à la fois sur des méthodologies et sur toute une organisation. De nombreux acteurs de l'entreprise sont en effet concernés par la mise en œuvre et l'évolution des SI.

Dans ce cadre, tout ingénieur Supélec a vocation à être directement concerné par les SI à de nombreuses étapes de sa carrière.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce cours, les élèves disposeront d'un éclairage global concernant les SI d'entreprise.

Au-delà d'une sensibilisation sur les enjeux et les méthodes d'architecture et de management des SI, les élèves y acquerront un ensemble de « clés de compréhension » qui leur seront très utiles (voire nécessaires) aux différentes étapes de leur carrière : acteurs, gouvernance, urbanisme...

Sur chaque aspect abordé, le principe du cours consiste à présenter les "fondamentaux" associés, et à les illustrer à partir de cas réels (histoires vécues, expérience de la réalité des entreprises, normes et méthodes telles qu'elles sont mises en pratique...).

PROGRAMME

Qu'est-ce que le SI d'une entreprise et les enjeux qui y sont associés

Cette partie introduit l'ensemble des concepts présentés dans l'UE (présentation des composantes associées au SI: éléments applicatifs, techniques, organisationnels, humains).

Architecture et urbanisation du SI

Cette partie présente les apports et l'état de l'art des démarches d'architecture du SI. Elle présente notamment le modèle en couches (stratégique, processus, fonctionnel, applicatif, technique) et les apports de l'urbanisation et des architectures "orientées services".

Écosystème et organisation

Cette partie identifie les différents acteurs intervenant dans les SI et les principales relations entre eux : les maîtrises d'ouvrage, la direction des systèmes d'information et son organisation, la direction générale, les achats, les fournisseurs et prestataires, les associations professionnelles... ainsi que les métiers des SI.

Stratégie, gouvernance, sécurité du SI

Cette partie présente les méthodologies permettant à l'entreprise d'orienter, de décider, de piloter et de contrôler le fonctionnement et l'évolution du SI. Parmi les aspects présentés : alignement stratégique du SI, gestion de portefeuille de projets, budgets, mesure de la performance du SI, et sécurité (au sens du Responsable de la Sécurité des SI).

Les principaux processus et savoir-faire liés au SI

Cette partie présente les processus, pratiques et savoir-faire permettant de concevoir, réaliser, industrialiser, déployer et exploiter le système d'information, afin d'assurer tout à la fois une forte "agilité", une maîtrise globale du système, et une qualité et une efficacité opérationnelle.



PROFESSEURS

Lionel CAUSSE
Hervé FILLoux
Jean-Marc JARLIER
Thibaut MIDON
Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours

Chaque cours intègre une présentation des méthodes à l'état de l'art, et de la mise en pratique réelle à travers des exemples concrets dans des entreprises.



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Etude de cas préparée en binôme et présentée à l'ensemble des élèves et au jury formé des enseignants du cours.



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MET-SI-2



BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages du CIGREF (disponible en ligne via www.cigref.fr) :

« Entreprise numérique : quelle stratégie pour 2015 »

« Entreprise et Culture Numérique »

« Cadre commun d'urbanisation du SI de l'État » (téléchargeable après une recherche Google sur le site du gouvernement)

Les projets de transformation

Cette partie présente les enjeux et les risques des projets de transformation d'entreprise incluant une forte contribution du SI. Elle précise notamment les particularités et les bonnes pratiques dans le cas des très grands programmes, illustrés avec des cas concrets de projets de type ERP (achats/stocks/finance), SCM (supply chain management), CRM (gestion de la relation client)...

BIG DATA & ANALYTICS

Le Big Data et Analytics est actuellement l'une des principales initiatives pour de nombreuses entreprises afin de soutenir leur croissance et leur compétitivité en prenant des décisions informées. Cela va bien au-delà de la seule notion de volume de données et constitue une opportunité d'obtenir des connaissances sur des types de données et des contenus nouveaux qui rendent les entreprises plus agiles et à même de prendre de bonnes décisions.

Une entreprise qui sera en mesure d'exploiter ses données de manière créative sera compétitive, à contrario, une entreprise qui n'exploite pas ses données efficacement aura des perspectives limitées.

Le but de ce cours est de donner aux étudiants une vue d'ensemble du Big Data et Analytics et ce par la présentation de nombreux cas d'utilisation en entreprise ainsi que la présentation d'outils utilisés par les analystes. Les aspects théoriques et détails algorithmiques avancés ne sont pas abordés.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le but de ce cours est de permettre aux futurs décideurs de connaître les techniques de Business Analytics, les domaines d'utilisation ainsi que l'impact de ces techniques sur le fonctionnement des entreprises. Le but du cours n'est pas de leur apprendre à effectuer eux-mêmes les analyses, ce qui demande beaucoup plus de temps et de travaux pratiques, mais à devenir des consommateurs plus éclairés de l'analyse.

Le contenu offre un bon aperçu et une introduction aux concepts analytiques fondamentaux et permettra aux étudiants notamment :

- de comprendre les avantages et l'importance du Big Data et Business Analytics
- d'être plus familiers avec les concepts et les applications analytiques qui permettent d'appuyer des décisions de l'entreprise.

PROGRAMME

Visualisation et extraction de connaissances

Tableaux de bord personnalisés – visualisation des données sous différents angles.

Hypothèses, analyse et présentation de l'information.

Analyse prédictive et gestion de la décision

Outils prédictifs pour prendre de meilleures décisions.

Modèles, des règles et une logique pour générer des recommandations d'actions.

Simulations de scénario pour s'adapter aux variations.

Optimisation des plannings et décisions, scénarios et explication des solutions.

Big Data et Analytics pour des décisions efficaces

Cas d'utilisation en entreprise des techniques de Big Data et Analytics.

Scénarios d'utilisation et bénéfices.

Travaux dirigés

Visualisation de données, Analyse prédictive, Optimisation des décisions

Outils: Cognos insight, SPSS Modeler et/ou Decision Management, CPLEX and Decision Optimization Center.



PROFESSEURS

Yolaine BOURDA

César CARDORELLE

Julien MORESCHETTI

S. OUSSEDIK

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Modalités d'évaluation précisées au début du module.



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MET-20

COMMUNICATION ORALE

En toute situation, nous sommes amenés à communiquer avec nos semblables. Consciemment ou inconsciemment, nous sommes influencés et cherchons à influencer les autres par la communication.

Ce module explore différentes situations de communication orale et apporte des clés de compréhension de nos comportements.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables de faire face aux différentes situations de communication auxquelles ils seront confrontés au cours de leur vie professionnelle.

PROGRAMME

Les fondamentaux de la communication

Prise de conscience de l'importance de la communication
L'impact de la communication orale
La théorie de l'influence
La notion de filtre
Le questionnement et l'écoute

Les éléments de communication visuelle (posture, gestuelle, expressions du visage...)

L'entretien individuel

Préparation des étudiants à leur premier entretien de recrutement
Les différents types d'entretien
La qualité du premier contact
La communication non verbale
La gestion du stress
La maîtrise de soi
Les réponses aux objections ou questions difficiles

La prise de parole en public et les présentations

Les bons réflexes dans le cadre d'une présentation et / ou d'une prise de parole en public
Les techniques pour rendre son discours impactant
La gestion des émotions



PROFESSEURS

Adrien COLINEAU
Laurent COLINEAU

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours

Etudes de cas

Apports méthodologiques

Mises en situation et débriefings



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Modalités d'évaluation précisées au début du module.

Contributions durant les cours

Evaluation individuelle finale (examen oral)



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MET-5



BIBLIOGRAPHIE

Jean-Claude MARTIN, « Le guide de la communication », Editions Marabout 1999
ISBN 2 501-03229-2

ECONOMIE ET RÉGULATION DU SECTEUR ÉLECTRIQUE

L'objectif est d'étudier les spécificités technico-économiques du secteur de l'énergie et de l'électricité, d'en comprendre les implications pour l'organisation et la recherche de l'efficacité et d'analyser les politiques publiques dont il fait l'objet. Après une première partie prospective consacrée aux enjeux présents et futurs du secteur, le cours approfondit l'analyse économique du secteur électrique, cas d'étude privilégié pour les questions d'incertitude, de fonctionnement des marchés, de concurrence et de politiques publiques.

L'enseignement s'adresse à des élèves ingénieurs désireux de compléter leur formation par une appréhension des fondamentaux - et des incertitudes- prospectifs, économiques et politiques dans lesquels s'inscrivent aujourd'hui les enjeux techniques et industriels de l'électricité.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue du cours, les élèves seront capables :

- d'avoir une vision globale des ordres de grandeur techniques et économiques du secteur électrique,
- d'appliquer les outils du calcul économique au secteur énergétique.

PROGRAMME

Énergie, électricité et développement économique : vision historique et prospective

La demande d'énergie et les usages à l'électricité, les questions d'accès à l'énergie

Les ressources en énergie primaire : économie et marché des ressources épuisables, fossiles et uranium, potentiels d'énergies renouvelables

Fondamentaux économiques du système électrique

Production : caractérisations économiques, avantages et inconvénients des filières. Risque, actualisation et coût du capital. Notions de coût, compétitivité.

Fonctionnement du système production-transport. Optimisation économique du court terme (gestion de l'équilibre offre-demande) au long terme (choix d'investissement)

Approfondissements sur le nucléaire et les énergies renouvelables
Tarification et coût de développement ; conditions d'efficacité économique ; application aux émissions de CO₂, au développement d'usages de l'électricité

Organisation du secteur électrique : régulation, marchés et politiques publiques

Évolution historique dans différents pays (rôle de l'État, monopole, concurrence : réalités industrielles et pensée économique).

Fonctionnement actuel des marchés et nécessaires interventions de la "main visible" du régulateur. Pertinence du réseau électrique européen. Structure du secteur électrique, formes de concurrence, acteurs, modèles d'activité.

Cohérence et instruments de politiques publiques multiples (régulation des tarifs, quotas de CO₂, subvention aux ENR, certificats blancs, marchés de capacité...)

Organisation du cours

Les enseignants travaillent à la direction stratégie et prospective d'EDF. Des invités extérieurs à EDF pourront venir apporter leur vision et leur expérience.



PROFESSEURS

Laurent JOUDON
Jean-Michel TROCHET
Jonathan WEILL
Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours

L'enseignement articule explicitation des enjeux, éclairages théoriques, et études de cas. Celles-ci prennent la forme de travaux dirigés en classe : exercices d'application, analyse de questions actuelles, exposés / débats préalablement préparés par un groupe d'élèves sur des sujets comme : rôle du nucléaire et des énergies renouvelables dans le paysage énergétique futur, sobriété énergétique et modes de consommation, bilan de la libéralisation des marchés...



MODALITÉS D'ÉVALUATION

L'évaluation des connaissances repose sur l'exposé fait en classe et la participation aux débats (40%) et sur un devoir sur table (60%).



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MET-12



BIBLIOGRAPHIE

rapports de l'Agence Internationale de l'Energie, rapports de la Direction Générale de l'Energie et ud Climat; articles multiples et divers

GESTION DES SITUATIONS MANAGÉRIALES

L'ingénieur étant amené à gérer des équipes, il est important de connaître les principales situations auxquelles il sera fatalement confronté en tant que manager.

L'objectif de ce module est de recenser ces situations et de fournir les outils qui permettront à un manager de faire face, de façon optimale, aux différentes situations qu'il rencontrera.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables :

- de reconnaître et gérer les situations managériales les plus courantes,
- d'utiliser les différentes sources de motivation avec leurs équipes,
- de développer une communication efficace en tant que manager.

PROGRAMME

Panorama des actions à mener dans le management

Comment communiquer pour mieux atteindre ses objectifs

Comment motiver ses interlocuteurs ?
Comment conduire et accompagner les équipes face aux changements ?
Comment optimiser sa délégation ?

Comment gérer des situations difficiles et maîtriser son comportement ?

Comment recadrer ?
Comment dire Non ? Comment dire Oui ?
Comment gérer un conflit ?

Les situations classiques

Pourquoi et comment mener un entretien d'évolution ?
Comment motiver par l'encouragement et la félicitation ?
Comment communiquer une décision difficile ?
Comment annoncer une décision que l'on ne partage pas ?
Comment traiter une réclamation ?

Quels sont les fondamentaux de la négociation pour manager ?

Quelles sont les étapes clés d'une négociation ?
Quels écueils éviter pour réussir sa négociation ?
Comment préparer sa négociation pour maximiser une issue favorable

Comment s'exprimer en public pour convaincre et motiver ?

Comment piloter une réunion ?

Quels sont les fondamentaux de la conduite de réunion
Comment préparer une réunion efficacement
Comment gérer les situations classiques difficiles en réunion

Comment développer sa créativité et comment l'utiliser ?

Comment développer son leadership ?

Identifier les 5 niveaux de leadership
Mettre en place les 5 règles pour développer son leadership



PROFESSEURS

Adrien COLINEAU
Laurent COLINEAU

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours

Etudes de cas

Apports méthodologiques

Mises en situation et débriefings



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Contributions durant les cours

Evaluation individuelle finale (examen oral)



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MET-9



BIBLIOGRAPHIE

Daniel EPPLING – Laurent MAGNIEN, « Quel manager êtes-vous ? »

Editions d'Organisation 2005 ISBN 2-7081-3406-X

Roger Fisher – William Ury, « Comment réussir une négociation ? »

Editions du Seuil 1982 ISBN 2-02-020512-2

INTRODUCTION AU CONSEIL FINANCIER ET À L'AUDIT

Dans un environnement financier de plus en plus contrôlé, l'audit financier constitue l'un des piliers de la surveillance des entreprises.

Plus spécifiquement, les compagnies d'assurance sont aussi partie prenantes dans cet environnement. La compréhension des enjeux du business model de l'assurance, et des problématiques rattachées constituent un axe permettant d'avoir un aperçu de l'implication des problématiques techniques au sein d'un environnement financier.

Enfin, les entreprises effectuent des choix stratégiques toujours plus délicats et l'ingénierie financière qui y est associée est toujours plus complexe : de nouveaux instruments financiers, de nouveaux types d'opérations, de nouvelles réglementations, de nouvelles conditions de marché et de nouveaux acteurs apparaissent : une présentation de ces enjeux pour l'entreprise en sera faite.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves sont capables :

- de comprendre le rôle de l'audit financier, ses caractéristiques, son environnement,
- de maîtriser la démarche d'audit et les méthodes de travail mises en œuvre,
- d'avoir un aperçu des opérations de due diligence,
- de se familiariser avec le marché de l'assurance et les spécificités du business model de l'assurance, à la fois en assurance vie, et non-vie.
- de se familiariser avec l'ingénierie financière (analyse quantitative)

PROGRAMME

L'objectif principal de cette mineure est de présenter les concepts et problématiques rencontrés dans le cadre du conseil financier et de l'audit. Celles-ci regroupent à la fois des concepts financiers liés au secteur de l'assurance, de la banque mais aussi de l'industrie ou de l'immobilier par exemple. Les outils nécessaires pour comprendre et résoudre ces problèmes seront abordés tout au long de ce cours.

Ainsi, en première partie de module et après une présentation du rôle de l'auditeur financier, des méthodes de travail notamment en décrivant l'approche par les risques et les méthodes d'analyses financières, un cas pratique est réalisé par les étudiants par équipes qui leur permet en toute autonomie (choix des interlocuteurs, axes d'investigation,...) de mener une mission et de conclure sur la santé et la fiabilité financière d'une société industrielle, en passant notamment par l'étude de rentabilité de projet industriel.

Enfin, une présentation de l'application de l'audit au cas de due diligence, suivie d'un cas pratique mené par les étudiants sur un cas précis sont proposés.

En deuxième partie de module, une présentation du marché de l'assurance, et des spécificités de l'assurance vie et non-vie, avec quelques applications statistiques seront abordés. Des sujets tels que la maîtrise du risque au sein d'une compagnie d'assurance, la tarification de ses contrats jusqu'à l'évaluation de ses engagements seront traités. Les applications seront relatives à l'Assurance Vie et à l'Assurance Automobile et détailleront la modélisation du risque. Les étudiants seront amenés à étudier des thèmes d'actualité, et à étudier en séance un business case simulant des analyses à effectuer en amont de prise de décision.

Dans un second temps, les problématiques quantitatives liées à la valorisation d'actifs (produits dérivés), la modélisation des risques, la régulation financière et l'interaction du passif et de l'actif seront abordés. Les principales problématiques auxquels sont confrontés les ingénieurs financiers (ou analystes quantitatifs) et leurs approches pour les résoudre seront présentées. Ainsi dans cette partie, on s'attachera à donner des outils quantitatifs, à présenter des sujets liés aux conditions de marché (taux négatifs par exemple) et également à mettre en perspective l'ingénierie financière avec l'assurance, la banque et l'audit.



PROFESSEURS

Christophe DELAFOY

Mohamed ELAROUÏ

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours

Slides powerpoint

Business case audit en session

Case due diligence à préparer

Business case assurance en session

Business case ingénierie financière (analyse quantitative) en session



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Contrôle continu, pas d'examen écrit



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MET-11



BIBLIOGRAPHIE

Tosseti, « Assurance, comptabilité, réglementation, actuariat », Economica, 2011, 2717859764

John Hull, « Options, futures et autres actifs dérivés », Pearson, 2011

LE PILOTAGE DE GRANDS PROJETS

Cette mineure est une mise en pratique de la gestion de projet, sur la base des notions introduites en deuxième année. Elle permet de les appliquer, en équipe restreinte, sur un projet industriel.

Extrêmement interactive et engageante, elle consiste à établir le référentiel du projet, dans le contexte de l'industrie d'Aéronautique et de Défense. Elle intègre un coaching de l'équipe pour accompagner sa démarche, des apports théoriques, des séquences de team building, des partages d'expérience et de bonnes pratiques.

Cette mineure suppose une implication forte de chacun dans la dimension humaine et relationnelle d'une équipe amenée à s'organiser et à coopérer, pour réussir un projet.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables :

- d'expliquer les principales activités de gestion d'un projet et leurs facteurs clefs de succès
- de décrire les leviers de la performance collective
- d'identifier et d'analyser les enjeux et les risques d'un projet, qu'ils soient contractuels ou internes à l'entreprise
- d'établir un référentiel projet cohérent et en particulier un WBS, un OBS, un planning et des fiches de tâches
- de contribuer à la création d'une équipe performante
- de partager une vision collective
- de définir et se mettre d'accord en équipe sur une démarche et sur des actions à déployer ensemble.

PROGRAMME

Les fondamentaux du pilotage de grands projets

Principales notions et activités, contexte et exemples
Construction dynamique d'une vision partagée

Satisfaire l'attendu du Client et des parties prenantes

Notions de Solution, de besoin opérationnel et de ligne de produits
Fondamentaux de l'ingénierie et de l'architecture des grands systèmes, PBS
Maîtrise de la performance et de la complexité

La création et l'organisation de l'équipe projet

Besoins et motivation des membres d'une équipe, notion de leadership
Cadre relationnel, dynamique d'équipe et rôles dans une organisation industrielle

La structuration du projet

WBS / OBS / Planning / Budget / Fiches de tâches
Plan de Management et référentiel projet

Le pilotage du projet

Les risques et opportunités : identification, caractérisation et gestion
Le suivi des jalons et indicateurs, tableau de bord, revues et reporting
La clôture et le bilan du projet

Le pilotage de l'équipe et les leviers de la performance collective

Les stades de développement d'une équipe et d'un responsable
Gestion des relations et régulation
Les conditions de la coopération et de la confiance



PROFESSEURS

Alain RENONCOURT

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours

Apports théoriques

Coaching d'équipe

Mise en situation sur un projet avec production de posters papier

(pas d'utilisation d'outils informatiques, car ce sont la démarche et le sens qui importent)



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Modalités d'évaluation précisées au début du module.



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MET-6



BIBLIOGRAPHIE

Norme RG.Aéro 000 40 : Recommandation générale pour la spécification de management de projet

Project Management Institute, PA, USA : A Guide to the project management body of knowledge

Will Schutz : L'Élément Humain - Comprendre le lien entre estime de soi, confiance et performance

Vincent Lenhardt : Les responsables porteurs de sens – Culture et pratique du coaching et du team building

LES MÉTIERS DU CONSEIL

Il s'agit de présenter un panorama du domaine du Conseil et de fournir les notions de base nécessaires à la préparation d'une proposition de service.

Après une première partie qui présentera le métier de consultant, l'élaboration d'une proposition et le déroulement d'une mission, des intervenants de société de conseil (Wavestone (ex-Kurt Salmon), Accenture, CGI, Cap Gemini, Roland Berger...) présenteront les spécificités qui leurs sont propres à travers diverses études de cas.

A l'issue de cette mineure, les élèves présenteront devant un jury composé des différents intervenants les conclusions de l'étude de cas qu'ils auront développée au cours de ce module.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables :

- de comprendre la segmentation du marché du conseil et la nature des missions,
- de comprendre le fonctionnement interne des cabinets de conseil,
- de comprendre les spécificités du métier de consultant,
- de rédiger une proposition de service et la présenter (comprendre un besoin, construire une démarche, dimensionner un dispositif).

PROGRAMME

Le métier du consultant

Le panorama des acteurs
Le déroulement type d'une carrière
L'organisation type d'un cabinet

L'élaboration d'une proposition

Les types de consultation
Les étapes du processus
Le contenu de la proposition
L'identification de l'approche

L'organisation et le déroulement d'une mission

La phase de vente
La phase de réalisation des travaux
La phase de poste réalisation et de suivi

Études de cas

Présentation du cas
Prise de connaissance des documents
Construction collaborative de la proposition commerciale



PROFESSEURS

Fabrice BARDON

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours

Utilisation d'études de cas



MODALITÉS D'ÉVALUATION

Présentation orale d'une étude de cas



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MET-13

RÉGULATION DES MARCHÉS

Le cours électif « Régulation des marchés » a pour objectif de présenter aux élèves-ingénieur les notions de régulation et réglementation ainsi que les raisonnements qui sous-tendent l'action de l'État sur certains secteurs économiques.

Après une introduction à quelques notions de théorie économique, les différents cours aborderont plusieurs exemples concrets de régulation présentés par des intervenants exerçant ou ayant exercé ces activités au sein d'Autorités de régulation sectorielle.

Chaque cours veillera à illustrer ces notions par des cas pratiques ou d'actualité ayant eu des effets concrets sur le marché.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À l'issue de ce module, les élèves seront capables de comprendre les notions de régulation et réglementation ainsi que les raisonnements qui sous-tendent l'action de l'État sur certains secteurs économiques.

PROGRAMME

Introduction à la régulation de l'activité économique

Un exemple d'intervention de l'état dans l'économie en tant que producteur au travers des entreprises publiques.

Les objectifs de l'intervention de l'état, le service public et le monopole « naturel » : rappel des interventions et productions de l'état en matière d'industrie, de banque, d'aménagement du territoire (réseaux de transport, d'eau, d'électricité, de télécommunication).

Le désengagement de l'État producteur et la disparition de certains monopoles publics : la régulation et la réglementation pour corriger des dysfonctionnements des marchés.

La régulation ex post et la régulation ex ante : objectifs, outils et modalités de régulation.

La régulation du marché des télécommunications

Arcep : objectif, définitions, pouvoirs

Rappel de quelques notions relatives aux réseaux de télécommunication et à l'historique de déploiement

Le cadre européen et les outils de régulation sectoriels

La régulation du haut débit et de la boucle locale cuivre

La régulation du marché des télécommunications, un exemple de régulation

La régulation du très haut débit

La problématique de l'incitation à l'investissement dans un nouveau réseau

La synergie privée / public : les acteurs publics au centre des initiatives

Comment lier signaux économiques théoriques et incitations pratiques ?

La régulation tarifaire : méthodes, objectifs et incitations

La concurrence par les services et par les infrastructures : quelle approche pour quels bénéfices ?

Introduction à la modélisation

La « soft » régulation

L'internet ouvert : la création d'une régulation de la Net neutralité,

L'approche d'un régulateur sur des sujets émergents ou connexes.

La régulation par la donnée

La régulation du spectre et la gestion par l'État des ressources rares

Notions introductives concernant les ressources spectrales et la régulation (coordination) internationale, l'allocation des bandes de fréquence

Deux exemples de régulation du spectre : attribution des fréquences



PROFESSEURS

Lorian CHOAIN

Thomas HOARAU

Gif - en français



MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

24 h cours



MODALITÉS D'ÉVALUATION

QCM ou exposé



ECTS

2 crédits ECTS



RÉFÉRENCE DU MODULE

MET-15

(ARCEP), attribution des fréquences de radiodiffusion (CSA)

Un exemple de régulation ex-post, le contrôle de la concurrence sur le marché

L'anti-trust

le contrôle des concentrations

« les barbares attaquent »

Mise en perspective de l'action des régulateurs vis-à-vis des évolutions disruptives rapides : illustrations des modifications de marché dans le secteur des TIC ou des médias