


# Présentation des modules électifs S7



2022-2023



Unité thématique	Modules	Volume horaire (h)			ECTS	Responsable du module	Enseignants
		CM	TD/TP	TA			
Concevoir-Rechercher	Électif CR1: Matériaux du XXIème siècle	20	10	2	H. Martinez	H. Arribart A. Boukamel C. Feuillet-Palma	
	Électif CR2 : Modélisation multi-physique COMSOL	20 +8	10		A. Belhboub	N. Tiercelin Y. Dusch A. Talbi O. BouMatar	
	Électif CR3: Physique théorique	20	10		H. Bouhani	I. Safi B. Guiderdoni	
	Électif CR4 : Analyse spectrale	20	10		B. Bensiali	S. Lahbabi	
	Électif CR5 :Traitement d'images et multimédias	20	10		A. Jebrane	K. Jbilou	
	Électif CR6 : modélisation Markovienne	20	10		A. Ahidar	A. Ahidar	
	Développer-Innover	Électif DI1 : Conception pour Ingénierie sous Catia	20		10	2	E. Alami
Électif DI2 : Dimensionnement des structures par éléments finis: Abaqus		20	10	A. Boukamel	A. Boukamel M. El Hamdaoui		
Électif DI3 : Réseaux		20	10	K. Dahi	A. AIT WAKRIME		
Électif DI4: Systèmes énergétiques		20	10	A. Belhboub	T. Gaidon P. Denis		
Électif DI5 : Nouvelles technologies pour la mobilité terrestre		20	10	E. Al Alami	F. Manderscheid A. Choukri P. Bouvarel C. NDIAYE		
Électif DI6 : Facteurs Humains		20	10	S. Darmoul	F. Vanderhaegen		
Produire-Promouvoir et vendre		Électif PPV1 : Marketing	20	10	2		F. Riane
	Électif PPV2 : Introduction à la finance des marchés	20	10	F. Riane		A. Lekrafi	
	Électif PPV3 : Business plan	20	10	S. Belil		M. Guessous	
	Électif PPV4: Stratégie d'entreprise	20	10	F. Riane		A. Dannouni	
	Électif PPV5 : Entrepreneuriat social face à un environnement incertain	20	10	J.-P. Llored		A. Benabadji	
	Électif PPV6: Enjeux Socioéconomiques en Afrique	20	10	J.-P. Llored		J.-P. Llored G. Lahlou H. Alaoui F. Tchapga R. Chmanti Houari	

# Déroulé des modules électifs

	Novembre										Décembre																					Janvier																
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	
Concevoir-Rechercher											Matériaux du XXIème siècle																																					
											Modélisation multiphysique COMSOL																																					
																							Physique théorique																									
											Analyse spectrale																																					
											Traitement d'images et multimédias																																					
								Analyse Markovienne																																								
Développer-Innover		Conception pour ingénierie sous Catia																																														
		Dimensionnement des structures par éléments finis: Abaqus																																														
		Réseaux																																														
		Systèmes énergétiques																																														
		Nouvelles technologies pour la mobilité terrestre																																														
											Facteurs humains																																					
Produire-Promouvoir et vendre				Marketing																																												
				Introduction à la finance des marchés																																												
				Business Plan																																												
														Stratégie d'entreprise																																		
				Entrepreneuriat social face à un environnement incertain																																												
															Enjeux socioéconomiques en Afrique																																	

# Processus de choix des électifs



- 1 électif par compétence parmi les 6 électifs proposés : classer tous les électifs par ordre de préférence (de 1 à 6) pour chaque compétence
- La décision d'orientation tiendra compte de :
  - *La capacité de l'élève à suivre et réussir l'enseignement visé. Cette capacité sera évaluée au travers de ses résultats.*
  - *L'équilibre global des effectifs et la capacité d'accueil de l'électif*



# Compétence « Concevoir- Rechercher »



# Électif CR1: Matériaux du 21<sup>ème</sup> siècle

Resp. du module: H. Martinez

## ❑ Objectifs :

Maitriser les grandes familles des matériaux  
Connaitre leurs structures physico-chimique  
Connaitre leur comportement et caractéristiques physiques  
Connaitre leurs domaines et limites d'utilisation

## ❑ Contenu :

Après une introduction sur l'histoire des matériaux on aborde ici les propriétés mécaniques et magnétiques des matériaux jusqu'à la supraconductivité. Quelques familles importantes de matériaux sont présentées : les verres et les matériaux en couches minces, les polymères, les élastomères et les composites.

## ❑ Enseignants :

**H. Arribart**, Professeur à l'ESPCI, Ex-dir Scientifique de St Gobain, Membre de l'académie des technologies

**A. Boukamel**, Directeur des programmes à l'ECC

**C. Feuillet-Palma**, Assistant Professor of Physics, Physics and Materials Laboratory (LPEM)



# Électif CR2: Multiphysique Comsol (20h+8h)

Resp. du module: A. Belhboub

## ❑ Objectifs:

Maîtriser l'utilisation d'un outil de modélisation par éléments finis : COMSOL Multiphysics, pour la conception et le design de microsystemes reposant sur le couplage de plusieurs physiques.

## ❑ Contenu:

### Microsystemes piézoélectriques

- Introduction aux éléments finis et à l'utilisation du logiciel commercial COMSOL Multiphysics au travers d'un tutorial sur un microsysteme électromécanique : une micro-pince piézoélectrique.
- Conception et design d'une microbalance piézoélectrique à base d'une structure mécanique de type « cantilever ».

### Microsystemes magnéto-élastiques

- Introduction à la magnéto-élasticité.
- Conception et design d'un actionneur magnéto-élastique.

### Microsystemes thermiques

- Introduction sur les micro-capteurs thermiques.
- Conception et design d'un micro-capteur thermique pour la métrologie des écoulements de fluide.

## ❑ Enseignants

**A. Talbi**, MCF à Centrale Lille

**O. Bou Matar**, MCF à Centrale Lille

**N. Tiercelin** CR CNRS à l'IEMN Lille

**Y. Dusch** MCF à Centrale Lille

# Électif CR3: Physique théorique

Resp. du module: H. Bouhani

## ❑ Objectifs:

- Introduction générale à la physique quantique
- Introduction à la relativité générale et à la cosmologie physique

## ❑ Contenu:

- Saisir les concepts de la physique quantique
- Introduire ces concepts à travers leur émergence historique
- Les illustrer à travers la contextualité
- Présenter deux expériences parmi les plus fascinantes de la physique : « interférences de Young » et « Non-séparabilité et inégalités de Bell »
- Introduire les principaux concepts de la Relativité Générale et de la cosmologie physique
- Présenter certains aspects techniques (formalisme mathématique)
- Modèle standard et théorie de la gravitation quantique
- Unification et théorie du tout (vers la théorie des cordes ?)

## ❑ Enseignants

- ❑ **I. Safi**, chercheuse en physique théorique au CNRS, diplômée de l'École Polytechnique et habilitée à diriger des recherches (Université Paris-Sud XI / Paris-Saclay)
- ❑ **B. Guiderdoni**, astrophysicien, directeur de recherche au CNRS, directeur de l'Institut des Hautes Études Islamiques.



# Électif CR4: Analyse spectrale

Resp. du module: B. Bensiali

## ❑ Objectifs:

Maîtriser les outils mathématiques, issus de la théorie spectrale, pour modéliser quelques phénomènes physiques.

## ❑ Contenu:

La théorie spectrale est une théorie mathématique développée en parallèle et en étroite collaboration avec la physique mathématique. Elle donne une vision mathématique de certains phénomènes physiques comme la vibration d'une membrane élastique, les propriétés de transports de certains matériaux ou les énergies d'excitation d'un atome ou une molécule.

## ❑ Enseignants:

**S. Lahbabi**, Ingénieur ENPC, Docteur Université de Cergy-Pontoise (maintenant appelée CY Cergy Paris Université), Paris

# Électif CR5: Traitement d'images et multimédias

Resp. du module: A. Jebrane

## ❑ Objectifs:

Maîtriser quelques outils mathématiques pour le traitement d'images et signaux multimédias, pour des applications IA.

## ❑ Contenu:

Calcul scientifique: décomposition de matrices: QR ou en valeurs singulières (SVD)

Application à la restauration d'images, compression et reconnaissance faciale

## ❑ Enseignants:

K. Jbilou, Professeur l'ULCO, France

# Électif CR6: Analyse Markovienne

Resp. du module: A. Ahidar

## ❑ Objectifs:

- Approfondir quelques notions probabilistes très utiles pour les simulations numériques stochastiques en introduisant les chaînes de Markov puis de faire quelques applications statistiques. Ces notions seront illustrées par des simulations sur Python à travers les TP.

## ❑ Contenu:

- Introduction aux chaînes de Markov : définitions et exemples, états récurrents et transients, potentiel, mesure invariante et convergence.
- Méthodes de Monte Carlo pour l'intégration : méthode de rejet, méthode d'échantillonnage moyen et méthodes de réduction de variance (échantillonnage préférentiel, variable de contrôle, variables antithétiques,...)

## ❑ Enseignant:

**A. Ahidar**, Enseignant Chercheur à l'ECC



# Compétence « Développer - Innover »



# Électif DI1 : Conception pour ingénierie sous CATIA

Resp. du module: E. El Alami

## ❑ Objectifs:

- Introduction à la **C**onception **A**ssistée par **O**rdinateur (CAO)
- Conception et réalisation de pièces dans CATIA V5 (Volumique et Surfactive)
- Construction et animation d'assemblages mécaniques

## ❑ Contenu:

- Généralités sur la conception par ordinateur
- Modélisation volumique de pièces mécaniques
- Modélisation surfactive de pièces mécaniques
- Création d'assemblages statiques et dynamiques
- Rendu tri-dimensionnel
- Techniques de mise en plan

## ❑ Enseignants

**Eliass El Alami**, Enseignant Chercheur à l'ECC

# Électif DI2 : Dimensionnement des structures par éléments finis- Abaqus

Resp. du module: A. Boukamel

## ❑ Objectifs:

Ce module s'inscrit dans la continuité du module « PMC II - Calcul des Structures », vu en S6.

Ses objectifs sont:

- Savoir dimensionner une structure à géométrie et/ou à comportement complexes.
- Maîtriser un code industriel de calcul par Éléments Finis.

## ❑ Contenu:

- Rappels en calcul des structures: modèles de comportement et critères de dimensionnement
- Rappels de la méthodes des EF en mécanique des solides et des structures
- Initiation à l'utilisation d'un code industriel de calcul par EF
- Réalisation d'un projet de dimensionnement d'une structure réelle

## ❑ Enseignants:

**A. Boukamel**, Professeur et Directeur Adjoint à l'ECC

**A. Hamdaoui**, Professeur à l'UHIIC



# Électif DI3 : Réseaux

Resp. du module: K. Dahi

## ❑ Objectifs:

- Ce cours poursuit un double objectif :
  - Connaître l'architecture et les mécanismes de fonctionnement des réseaux informatiques, ainsi que problèmes et concepts fondamentaux sous-jacents.
  - Présenter plus en détails les différents couches des réseaux locaux.

## ❑ Contenu:

- Couches (basses, moyennes, applicatives)
- Conception de protocole
- Implémentation d'un protocole
- Administration réseau

## ❑ Enseignant

**A. Aitwakrime**, Enseignant chercheur à l'université Mohamed V de Rabat

# Électif DI4 : Systèmes énergétiques

Resp. du module: A. Belhboub

## ❑ Objectifs :

- Le but de ce module est d'introduire l'élève-ingénieur :
  - Au fondements et principes physiques des procédés de l'énergie.
  - Au principe de fonctionnement des différents types de systèmes énergétiques allant de la production et arrivant au stockage de l'énergie.

## ❑ Contenu :

- Introduction : sources énergies (renouvelables, non renouvelables), environnement, climat, grands enjeux, grands défis, objectifs mondiaux.
- Énergie : fondements, définitions, ordres de grandeur, principes de conversion (Mécanique-électrique, thermique-mécanique,...).
- Production de l'énergie : sources de production, principe physique, systèmes réels, avantages-inconvénients.
- Systèmes énergétiques à grande échelle : principe d'un système production-consommation, réseaux de distribution, systèmes de stockage, smart-systems.
- Acteurs : producteurs, consommateurs, pôles de compétitivité, législateur

## ❑ Enseignants :

**T. Gaidon** (Centrale Marseille), **P. Denis** (Centrale Marseille).

# Électif DI5 : Nouvelles technologies pour la mobilité terrestre

Resp. du module : E. El Alami

## ❑ Objectifs:

Comprendre les nouvelles technologies utilisées dans les systèmes de mobilité

## ❑ Contenu:

- Introduction générale sur les métiers du ferroviaire : attractivité de la filière et ses enjeux technologiques Interfaces Matériel Roulant du système ferroviaire - Signalisation avec le cycle en V et une approche en termes de sûreté de fonctionnement
- Gestion de projet infrastructure
- Exploitation ferroviaire et son système
- Voiture connectée et autonome

## ❑ Enseignants:

**F. Manderscheid**, Maître de Conférence de l'École nationale de ponts et chaussées

**P. Bouvarel**, Ingénieur Centrale Paris, Directeur de l'Ingénierie d'Exploitation SNCF Réseau Île de France

**A. Choukri**, Ingénieur Système chez ALSTOM

# Électif DI6 : Facteurs humains

Professeur Intervenant : Frédéric Vanderhaegen - Resp. du module : S. Darmoul

## ❑ Objectifs:

- Intérêts de la prise en compte des facteurs humains dans l'ingénierie des systèmes
- Modèles, méthodes et outils pour la modélisation, la conception ou l'analyse de systèmes homme-machine

## ❑ Contenu:

- Principes de conception en ingénierie des systèmes
- Industrie 4.0 et les facteurs humains
- Modèles de comportements humains en fonctionnement normal et anormal
- Méthodes d'analyse de l'erreur humaines
- Concept de dissonance homme-machine pour l'étude d'effets secondaires des systèmes automatisés
- Exemples d'application dans le transport et l'industrie

## ❑ Professeur intervenant : F. Vanderhaegen,

- Professeur à l'INSA Hauts-de-France, de l'Université Polytechnique Hauts-de-France;
- Spécialités: ingénierie des systèmes homme-machine, fiabilité humaine, coopération, apprentissage;
- Président du GIS GRAISyHM (Groupement de Recherche en Automatisation Intégrée et Systèmes Homme-Machine);
- Responsable de la plateforme MissRail ([missrail.fr](http://missrail.fr));
- Rédacteur en chef de la revue internationale Cognition Technology & Work



# Compétence « Produire, Promouvoir et Vendre »





# Électif PPV1 : Marketing

Resp. du module : F. Riane

## ❑ Objectifs:

Acquérir une vue de synthèse des principaux concepts et modes de raisonnement en matière de stratégie et de marketing, dans la perspective d'une meilleure compréhension globale de l'entreprise, et de savoir les mettre en pratique.

## ❑ Contenu:

- Positionnement de la stratégie d'une entreprise dans le contexte de son environnement concurrentiel en tenant compte des compétences dont elle dispose
- Réalisation d'un diagnostic stratégique et recommandation au niveau d'un domaine d'activité ou d'une organisation.
- Méthodes statistiques et qualitatives pour comprendre le consommateur et réaliser un diagnostic marketing interne et externe
- Stratégie marketing et plan d'action.
- Utilisation des outils promotionnels.

## ❑ Enseignants:

**R. Taleb**, DG d'Officium Maroc et Président de l'OMPM (Observatoire Marocain des Pratiques de Management)

**I. Mouhib**, CEO- Holistic performance specialist & Biohacker FITCORP



# Électif PPV2 : Introduction à la finance de marché

Resp. du module: F. Riane

## ❑ Objectifs:

A l'issue de ce cours, l'élève aura :

- Un aperçu du fonctionnement et de l'utilité des marchés financiers
- Compris la motivation des différents acteurs opérant sur les marchés
- Découvert des produits dérivés classiques
- Un aperçu des méthodes classiques pour valoriser les produits dérivés et gérer les risques en finance de marché

## ❑ Contenu:

- Rappels sur la capitalisation, l'actualisation, la courbe de taux et les taux forward
- Actions et Obligations : évaluation et mesure de risque
- Swaps : caractéristiques et évaluation des swaps de taux, change et matières premières
- Utilisation des produits dérivés : couverture, spéculation, arbitrage
- Futures : actions, matières premières, taux, change
- Options : calls/puts, caps/floors
- Modèle de valorisation de Black & Scholes
- Mesure et gestion des risques : calcul de sensibilités, calculs de la VaR

## ❑ Enseignants:

**A. Lekrafi**, DEA de Mathématiques, Expert en finance de marché, DG de la société ALFIC

# Électif PPV3 : Business Plan

Resp. du module : S. Belil

## ☐ Objectifs:

- Analyser une situation concrète de création d'entreprise
- Décliner une stratégie au niveau opérationnel ;
- Identifier et mesurer les facteurs d'influence endogènes et exogènes
- Justifier les choix effectués pour élaborer business model
- Réaliser les projections financières en adéquation avec un projet (bilan, pertes et profit, plan de trésorerie)
- Présenter et défendre son projet devant un comité de bailleurs de fond

## ☐ Contenu:

- Introduction au Business Plan : Définition, utilité et finalités
- Identification d'un projet de création d'activité ou de développement d'une ou de plusieurs branches d'activité
- Positionnement du projet : Étude de Marché, Segmentation, Marché Cible, Besoin et création de valeur, Concurrence, Estimation des volumes, Plan marketing et commerciale, Pricing et estimation du chiffre d'affaires
- Identification des activités nécessaires, des ressources clefs, des opérations à maîtriser, des fournisseurs et des prestataires.
- Plan Financier : Emplois et ressources, Prévisionnel de Ventes et hypothèse, projections financières, pertes et profit, plan de trésorerie.

## ☐ Enseignant

**B. Guessous**, Partner, CDG Invest Growth

# Électif PPV4 : Stratégie d'entreprise

Resp. du module: F. Riane

## ❑ Objectifs:

Développer une connaissance des grands principes de la stratégie d'entreprise. L'enseignement sera articulé autour d'une initiation à la nature des questions stratégiques auxquelles une entreprise est confrontée, une présentation des principales alternatives à considérer, et une exploration des outils d'analyse et des démarches permettant de qualifier ces alternatives et aider les dirigeants à décider.

A l'issue du cours, l'élève sera en mesure de :

- Appréhender l'importance de la stratégie pour une organisation,
- Discuter les choix stratégiques d'une organisation en fonction de son portefeuille d'activités,
- Comprendre les outils disponibles pour évaluer les options stratégiques d'une entreprise,
- Développer un regard critique sur ces outils, leur utilité et leurs limites.

## ❑ Contenu:

- Introduction aux concepts de base (vision, mission, valeur...)
- Exploration des options stratégiques
- Démarche et outils d'analyse et de décision
- Mise en œuvre d'une stratégie (performance, gestion du changement...)

## ❑ Enseignant

**A. Dannouni**, Ingénieur Centrale Paris, Principal au bureau de Casablanca - The Boston Consulting Group

# Électif PPV5 : Entrepreneuriat social face à un environnement incertain

Resp. du module: J.-P. Llored

## ☐ Objectifs :

- A l'issue de ce cours, l'élève devra être capable de :
- Construire un projet entrepreneurial et social en environnement incertain dans toutes ses composantes (économiques, humaines, technologiques, ...)
- Réussir la montée en échelle et le développement du projet pour le pérenniser
- Asseoir son leadership sur l'éthique, la valeur et la responsabilité sociale

## ☐ Contenu :

Le cours est conçu en deux parties intriquées : une partie conceptuelle et théorique pour comprendre/connaître les grandes dimensions et enjeux de l'entrepreneuriat social, et une partie d'atelier-projet au cours de laquelle les élèves s'entraîneront en groupe à créer des projets réels

## ☐ Enseignants :

**A. Benabadji**, Président de l'association « Les Citoyens », Directeur de la Transilience Institute (Casablanca)

# Électif PPV6 : Enjeux socioéconomiques en Afrique

Resp. du module: J.-P. Llored

## ❑ Objectifs :

Permettre aux élèves-ingénieurs de saisir les enjeux socio-économiques, environnementaux et humains en Afrique et, ce faisant, de mieux comprendre comment ils pourront devenir les acteurs des transformations de ce continent en tant qu'ingénieurs centraliens.

## ❑ Contenu :

- Exposés des étudiants (M. Llored)
- Conférence-débat sur les grands enjeux de l'Afrique (Mme Lahlou et M. Llored)
- Conférence-débat et atelier enjeu santé et industrie de la santé (Mme Chmanti Houari et M. Llored)
- Conférence-débat et atelier enjeu éducation (Mme Hachimi Alaoui et M. Llored)
- Conférence-débat et atelier enjeu infrastructures, électrification et énergie (M. Tchagpa et M. Llored)
- Conférence-débat et atelier enjeu ingénierie sociale, pauvreté et nouveau modèle de développement (Mme Hachimi Alaoui et M. Llored)
- Conférence-débat et atelier enjeux environnementaux et numériques (M. Llored)

## ❑ Enseignant.e.s :

**G. Lahlou**, Directrice Générale de la ECC

**J.-P. Llored**, Enseignant-chercheur en SHS, habilité à diriger des recherches, ECC

**N. Hachimi Alaoui**, Enseignante-chercheuse en sociologie, Université Internationale de Rabat

**F. Tchagpa**, Enseignant-chercheur en économie (Université Senghor ; Mines ParisTech)

**R. Chmanti Houari**, Directrice Générale Cabinet de conseil stratégie et management Bright & Partners, experte en systèmes de santé

# À vous de choisir ...

