



MASTER SCIENCES ET NUMERIQUE POUR LA SANTÉ



Présentation des UE
Master SNS

06 octobre 2020





MASTER SCIENCES ET NUMERIQUE POUR LA SANTÉ

Master de l'Université de Montpellier

- Master codirigé par
 - Faculté des Sciences
 - Faculté de Médecine
 - Institut Mines-Télécom
 - IMT Mines d'Alès
- Deux parcours :

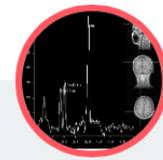


Ingénierie des Dispositifs de Santé - IDS

Cette spécialité vise à former les étudiants à la maîtrise théorique et pratique en robotique médicale, en traitement du signal, en capteurs accompagnés de leur chaîne de mesure. Ces compétences acquises trouvent leurs applications dans des domaines de la santé.

Responsable de parcours :
Pr. Emmanuel LE CLEZIO
Pr. Denis MOTTET

emmanuel.le-clezio@umontpellier.fr
denis.mottet@umontpellier.fr



Physique Biomédicale - PhyMed

Une formation offrant des connaissances pluridisciplinaires dans le domaine de la physique appliquée à la santé : de la physique des systèmes biologiques à la physique des rayonnements ionisants. Acquérir les bases physiques de l'imagerie médicale.

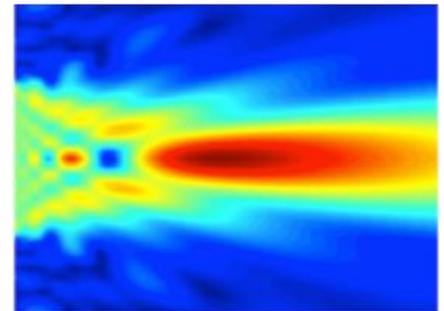
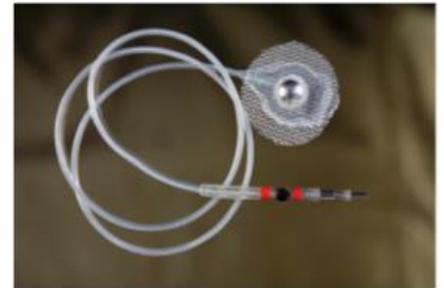
Responsables de parcours :
Pr. Csilla GERGELY
Pr. Thierry CLOITRE

csilla.gergely@umontpellier.fr
thierry.cloitre@umontpellier.fr



LISTE DES UE PROPOSEES

- HMSN107 Prolégomènes de Mathématiques (0 ECTS)
- HMEE117M Chaîne d'Acquisition / Traitement du Signal (5 ECTS)
- HMEE212M Capteurs US pour le Biomédical (5 ECTS)
- HMSN202 Imagerie et HMSN214 Robotique (5 ECTS)
- HMSN 215 Robotique médicale 1 (5 ECTS)
- HMSN216 Neuroprothèse 1 (5 ECTS)
- HMSN209 Physique et propagation des rayonnements (5 ECTS)
- HMSN210 Radiothérapie et dosimétrie des rayonnements (5 ECTS)
- HMSN113 Physique des systèmes biologiques (2.5 ECTS)



Objectifs :

Fournir aux étudiants provenant de différentes formations une base commune en Mathématiques leur permettant, dans la suite du Master d'appréhender les notions vues dans les UE scientifiques.

Responsable : emmanuel.le-clezio@umontpellier.fr

Compétences Acquisées par l'étudiant

Compétences niveau DEUG Mathématique-Physique en Mathématiques.

Mots clés : Nombres complexes, Algèbre linéaire, Analyse

Programme :

A. Nombres complexes : 8h CM

Ensemble des nombres complexes, représentation graphique et géométrique, opérations sur les nombres complexes, valeur absolue, forme polaire, formule de Moivre, racines d'un nombre complexe, formule d'Euler, fonctions élémentaires d'une nombre complexe.

B. Algèbre linéaire : 8h CM

Matrices, produit de matrices, déterminant, inverse de matrice, matrice de translation et de rotation, valeurs propres et vecteurs propres, systèmes matriciels, résolution de systèmes linéaires.

C. Analyse : 8h CM

Suite, convergence, fonctions continues, intégration de fonctions continues, résolution d'équations différentielles, équations différentielles linéaires, quelques applications à la modélisation mathématique.

Compétences Acquisées par l'étudiant

Responsable : gilles.despaux@umontpellier.fr

Etre capable de maîtriser les notions de signal et de message, Etre capable de se repérer dans les espaces des temps et des fréquences,
Etre capable de maîtriser les bases du traitement du signal, Appréhender la conversion analogique/numérique et réciproquement,
Appréhender la programmation : élaboration d'algorithmes, gestion de mini-projet,
Appréhender l'interfaçage de capteurs/actionneurs via Labview.a

Programme :

Le fil conducteur de ce cours est le message, sa génération, sa transmission, sa réception (détection) et son traitement..

Message analogique :

La notion de message informatif

- *Propriétés d'un signal analogique*
- *Fluctuations temporelles*
- *Espace des fréquences associé (transformée de Fourier, transformée de Laplace)*
- *Fonction de transfert d'un système*
- *Signal et bruit*

Traitement d'un message :

- *Amplificateur*
- *Filtres : passe-haut, passe-bas, passe-bande*
- *Comparateur*
- *Multiplicateur*
- *Oscillateur*
- *Modulateur - éléments de transmission*

HMEE117M Chaîne d'Acquisition / Traitement du Signal

Programme (suite) :

Message numérique :

Passage d'un message analogique à un message numérique

- *Echantillonnage : règles à respecter (théorème de Shannon)*
- *Quantification*
- *Exemple de convertisseurs analogique/numérique*

Passage d'un message numérique à un message analogique

- *Reconstitution d'un message*

Notion de filtrage numérique

Notion de modulation numérique

Prise en main du logiciel de programmation graphique LabVIEW avec un point de vue particulier sur l'interfaçage et la commande d'instruments de mesure

Travaux Pratiques :

Echantillonnage/Reconstitution

Conversion analogique/numérique

projet LabVIEW

Responsable : emmanuel.le-clezio@umontpellier.fr

Objectifs :

Fournir aux étudiants les notions essentielles relatives au choix de capteurs. Les applications et analyses physiques du comportement des capteurs sont illustrés à travers des exemples issus de l'imagerie ultrasonore médicale.

Compétences Acquises par l'étudiant

Notion de mesurande, grandeurs d'influence, conditionnement d'un capteur, application à l'imagerie ultrasonore dans le domaine médical.

Programme :

A. Introduction aux capteurs

1. Définitions,
2. Principes fondamentaux des capteurs,
3. Métrologie.

B - Imagerie ultrasonore médicale

1. Ondes ultrasonores,
2. Les différents types de scan et montages associés,
3. Echographie Doppler.

Objectifs :

Responsable : olivier.strauss@umontpellier.fr

Fournir aux étudiants, à travers un couple d'UE « Robotique » et « Imagerie », les bases scientifiques permettant d'aborder les notions de Robotique Médicale.

Programme :

- 1- Histoire de la photo et de l'imagerie médicale. Technologie d'acquisition et d'enregistrements des images. Images photographiques, images échographiques, images microscopiques, images thermiques, images reconstruites (tomographie, IRM). Images numériques codage et représentation.*
- 2 – Echantillonnage et quantification. Séquences temporelles d'images. Histogrammes et binarisation des images. Morphologie, opérateurs de base érosion/dilatation.*
- 3– Filtrage des images à niveaux de gris, principe et masques de convolution.*
- 4 – Transformation de Hough.*
- 5 – Transformée de Fourier sur les images.*
- 6 – Transformations géométriques sur les images.*
- 7 – Corrélations et méthodes apparentées à la corrélation.*
- 8 – Segmentation des images en régions (séparation-fusion, ligne de partage des eaux, croissance de région).*

Responsable : salih.abdelaziz@lirmm.fr

Objectifs :

L'objectif de ce cours est de donner aux étudiants des notions de base sur la modélisation des robots industrielles de type série.

Compétences Acquises par l'étudiant

À l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de :

- représenter et calculer les transformations entre repères dans l'espace
- calculer la position/orientation et vitesse de l'outil d'un robot à plusieurs axes en se basant sur la convention de Denavit-Hartenberg modifiée

Programme :

Seront abordés dans ce cours :

- Introduction à la robotique
- Transformations entre repères et mouvements rigides
- Modélisation géométrique direct/inverse
- Modélisation cinématique direct/inverse

Responsable : salih.abdelaziz@lirmm.fr

Objectifs :

L'objectif de ce cours est de donner aux étudiants des notions de base sur la robotique médicale.

Programme :

Seront abordés dans ce cours :

- *Introduction à la robotique médicale - état de l'art*
- *Conception de robots chirurgicaux – Sûreté de fonctionnement*
- *Génération et commande de mouvement*
- *Commande en effort en robotique médico-chirurgicale*

*Dans ce cours, des travaux pratiques sous Matlab sont prévus pour mieux appréhender **les notions du cours.***

Responsable : francois.bonnetblanc@inria.fr

Objectifs :

Cette UE permet d'introduire les différents concepts relatifs à la conception d'une neuroprothèse : du recueil des signaux physiologiques jusqu'à la commande motrice synthétique par stimulation électrique en passant par les aspects réglementaires et éthiques. Elle fait le point sur les différents types de neuroprothèses et leurs limites.

Compétences Acquisées par l'étudiant

- Savoir décrire une Neuroprothèse et les différentes étapes du traitement de l'information et du signal qui la compose.
- Identifier les contraintes et difficultés principales à chaque étape

Responsable : csilla.gergely@umontpellier.fr

Programme :

- Interactions des atomes aux molécules, association des colloïdes: molécules amphiphiles, micelles, liposomes, bicouches lipidiques.
- Polymères biologiques : Peptides, acides aminés, acides nucléiques.
- Protéines : Structure primaire, secondaire, tertiaire, transitions conformationnelle, auto-assemblage de protéines.
- Exemple : protéines globulaire, fibrillaires, enzymes, protéines sans structure, hémoglobine.
- Solutions de biomolécules.
- Théorie Debye-Huckel et forces mesoscopiques entre les molécules en solution.
- Bioénergétique.
- Membranes biologiques : Transport par diffusion, transport active.
- Transport membranaire.
- Potentiel membranaire, potentiel d'action, transmission synaptique.
- Mobilité des protéines et lipides membranaires.
- Ecoulement des fluides biologiques.

HMSN210 Radiothérapie et dosimétrie des rayonnements (5 ECTS)

Semestre 2

Programme :

Responsable : csilla.gergely@umontpellier.fr

1. Sources de RI en milieu médical - Lore Santoro

- Radiothérapie externe ; Radiothérapie interne ; Imagerie médicale (X, SPECT, CT, TEP)
- Curiethérapie ; Radiologie interventionnelle

2. Effets biologiques : JP Pouget

- Base de la Radiobiologie : effets cellulaires; Effets tissulaires (déterministes ; aléatoires), précoces et tardifs
- Radiobiologie des radionucléides en sources non scellées
- ALARA et bases de la radioprotection ; Introduction à la dosimétrie

3. Concepts dosimétriques : Marilyn Le Roy /Nicolas Chouin /M Bardiès / Bérengère Piron)

3.1 Grandeurs dosimétriques externes : kerma/dose absorbée/équilibre électronique : Champ de rayonnement (fluence de particule, fluence énergétique, Energie absorbée, transférée, diffusée, Kerma, dose absorbée, parcours des électrons, débit de dose absorbée, équivalent de dose, débit d'équivalent de dose, équivalent de dose engagée, dose efficace

3.2 Dosimétrie interne : Modèles biocinétiques (incorporation, contamination systémique, rétention excrétion, modèles à compartiments, période biologique, modèles à compartiments

3.3 Modèles de la CIPR (poumon, cutanés, etc.) (Nicolas Chouin/ Manuel Bardiès)



Programme (suite) :

3.4 Formalisme du MIRD

- *Algorithmes de calculs de dose : Méthodes analytiques ; Dose point kernel ; Codes de calcul Monte carlo*
- *Quantification : Modèle clinique des SIR sphères (Marilyne Le Roy) Modèles Préclinique*

4. Détection et dosimétrie des rayonnements ionisants : Jean-Luc Bordy CEA- Saclay

- *Normes et documents de référence (ICRP, ICRU) ; Nomenclature des essais (qualification, type, série etc.)*
- *Grandeurs Physiques utilisées (Kerma dans l'air, dose absorbée) ; Dosimètres et dosimètres absolus*
- *Caractérisation des faisceaux gammas (Chambre à paroi d'air, à cavité, calorimètre, dosimètre chimique)*
- *Caractérisation des faisceaux béta (chambre à extrapolation)*
- *Caractérisation des faisceaux alphas ; Caractérisation des faisceaux ions lourds*
- *Types et caractéristiques des détecteurs de rayonnements ionisants (chambre d'ionisation, détecteurs solides (TLD, RPL), photographique, Geiger Muller, semi-conducteurs, scintillateurs organiques)*
- *Elaboration de la mesure; Tests effectués (bruit de fond, limite de détection, répétabilité, reproductibilité, étalonnage, isotropie incertitudes etc.)*
- *Dosimétrie individuelle ; Dosimétrie d'ambiance ; Grandeurs opérationnelles*

5. Règlementation/Droit et radioprotection (F Petitot)

- *Surveillance individuelle (expo professionnelle) ; Arrêtés et décrets travailleurs/public/zonage*
- *ALARA : Rôle de la PCR en milieu médical/recherche*

HMSN209 Physique et propagation des rayonnements (5 ECTS)

Semestre 2

Programme :

Responsable : thierry.cloitre@umontpellier.fr

- *Les différents types de rayonnements : Ondes électromagnétiques, acoustiques, de matière.*
- *Relations de dispersion, transport d'énergie, interférences.*
- *Equations d'onde.*
- *Propagation des ondes planes et sphériques, fonction de Green. I*
- *Interfaces : conditions de continuité, réflexion, transmission, lame à faces parallèle, milieux stratifiés.*
- *Ondes de surfaces. Diffraction : approximations de Fresnel et de Fraunhofer, champ proche, champ lointain.*
- *Diffusions élastiques et inélastiques. Cohérence spatiale et temporelle.*

- *Propagation en milieu hétérogène : Types d'hétérogénéité des milieux.*
- *Diffusions simples et multiples.*
- *Approximations de diffusion et de transfert radiatif.*
- *Acoustique des milieux simples et complexes.*
- *Effets de la viscoélasticité sur les ultrasons. Application au domaine biomédical.*

