

SYLLABUS

MASTER

Traitement du Signal et des Images

PARCOURS

Imagerie et Technologie pour la Médecine
(TechMed)

1^{ère} année



UNIVERSITÉ
Clermont Auvergne

Ecole Universitaire de Physique et d'Ingénierie

Présentation

La médecine actuelle fait appel à de plus en plus de technologies matérielles et logicielles. Elles permettent de faciliter l'accès aux données, d'aider au diagnostic, ou encore de guider et de sécuriser le geste. Ce domaine est par essence multidisciplinaire. Il est nécessaire d'avoir des connaissances académiques en informatique (programmation, développement d'applications, périphériques mobiles et connectés...) et en sciences de l'ingénieur (signal, image, automatique, robotique, mécanique, simulation numérique...), mais également une connaissance pratique du milieu médical pour être à même d'en comprendre les enjeux.

Les débouchés concernent soit les structures hospitalières, soit les entreprises dont les clients sont les hôpitaux et les professionnels de Santé. L'expérience des années passées a clairement montré la valeur ajoutée auprès des entreprises d'un enseignement médical intégré à un contenu à dominante informatique / EEA. La connaissance du système de santé et plus précisément du milieu hospitalier, du vocabulaire et des problématiques médicales est un atout majeur pour toute entreprise dont l'activité est dédiée aux logiciels et aux dispositifs médicaux.

Première année du Master TechMed

La première année du Master (M1) correspond à une formation de 60 ECTS. Elle s'articule autour d'un tronc commun scientifique qui permet une harmonisation des connaissances d'étudiants issus de cursus différents soit en informatique, soit en sciences pour l'ingénieur.

Une spécialisation a lieu en cours d'année, avec une introduction progressive à des connaissances en imagerie, simulation ou encore en réalité virtuelle...

Responsable pédagogique

Laurent SARRY

Email : laurent.sarry@uca.fr

Téléphone : 04 73 17 81 23



EUPI

UNIVERSITÉ
Clermont Auvergne

Ecole Universitaire de Physique et d'Ingénierie

Semestre 1

ECTS	Heures			Intitulé et descriptif des UE
	CM	TD	TP	
3	16	14		Culture d'entreprise
3	6		24	Programmation Python / C++
3	6	7.5	16.5	Outils numériques pour l'IA
6	12.5	14.5	27	Traitement du signal
3	10.5		31.5	Image et vision par ordinateur
3	6	6	18	Microcontrôleur
3	10.5	7.5	12	Robotique
3	7.5	6	16.5	Gestion de projet informatique
3	10.5	6	13.5	Automatique / Mécanique

Semestre 2

ECTS	Heures			Intitulé et descriptif des UE
	CM	TD	TP	
3		19.5		Anglais
3	9	9	12	Développement terminal mobile et objets connectés
3	9	9	12	C++ avancé et programmation parallèle
3	9	9	12	Analyse de données médicales et Machine Learning
18				Stage ou TER



MASTER 1 Imagerie et Technologie pour la Médecine

Unité d'enseignement 1.1 | Culture d'entreprise

Code UE	Z4SCAU01	Crédits ECTS	3
Volume horaire (h/an)	20h	Période	1 ^{er} semestre
Enseignants de l'UE	Sophie LACHENAUD Nicolas BOCHER Sandrine BOCHER Stéphane CHABANON		

Composition de l'UE	Enseignant	Nombre d'heures et type	Pondération
Droit	Sophie LACHENAUD	8 h CM	50%
Culture d'entreprise	Nicolas BOCHER Sandrine BOCHER Stéphane CHABANON	8 h CM + entretien	50%

Compétences visées :

- Etre capable d'appréhender le fonctionnement de l'entreprise dans son environnement.
- Connaître les caractéristiques d'un contrat de travail.
- Savoir concevoir un dossier de candidature de stage efficace.
- Se préparer à l'entretien.

Contenu de l'UE :

- L'entreprise, ses acteurs, son environnement.
- Le contrat de travail, principales clauses.
- CV et lettre de motivation : principes et application.
- La phase de présentation en entretien.

Evaluations de l'UE :

- Une épreuve orale individuelle (50% de la note finale)
- Une épreuve écrite (50% de la note finale)

Connaissances préalables :

- Non

Bibliographie du cours :

- Droit social Dalloz
- Revues : Management, Capital



MASTER 1 Imagerie et Technologie pour la Médecine

Unité d'enseignement 1.2 | Programmation Python / C++

Code UE	Z445AU01	Crédits ECTS	3
Volume horaire (h/an)	30h	Période	1 ^{er} semestre
Enseignants de l'UE	Christophe GUICHENEY		

Composition de l'UE	Enseignant	Nombre d'heures et type	Pondération
Programmation C / C++	Christophe GUICHENEY	6 h CM + 24 h TP	100%

Compétences visées :

- Avoir des bases solides dans un langage informatique structuré (langage C)
- Acquérir un savoir-faire en programmation orientée objet (POO) avec les langages Python et C++
- Comprendre et pratiquer la POO dans un environnement de type Unix
- Ecrire des algorithmes
- Savoir analyser un problème et traduire un énoncé textuel en POO

Contenu de l'UE :

- Rappels de langage C (types de données, variables, opérateurs, instructions de contrôle d'exécution, pointeurs, fonctions)
- Introduction au C++
- Objets et classes en C++
- Processus d'héritage
- Introduction au Polymorphisme
- Introduction au Python

Evaluations de l'UE :

- Une épreuve de 10 questions en 10 minutes avec documents (10% de la note finale)
- Une épreuve pratique de programmation C++ de 1h50 avec document (90% de la note finale)

Connaissances préalables :

- Posséder des bases de programmation, quel que soit le langage (variables, affectations, E/S, tests conditionnels, boucles, tableaux, fonctions)

Bibliographie du cours :

- The C++ Programming Language 4th edition – B. Stroustrup



MASTER 1 Imagerie et Technologie pour la Médecine

Unité d'enseignement 1.3 | Outils numériques pour l'IA

Code UE	Z445AU02	Crédits ECTS	3
Volume horaire (h/an)	30h	Période	1 ^{er} semestre
Enseignants de l'UE	Benoit THUILOT	Céline TEULIERE	

Composition de l'UE	Enseignant	Nombre d'heures et type	Pondération
<i>Optimisation linéaire</i>	Benoit THUILOT	3hCM, 3hTD, 7.5hTP	50%
<i>Application aux réseaux de neurones</i>	Céline TEULIERE	3hCM, 4.5hTD, 9hTP	50%

Module 1 : Optimisation

Compétences visées :

- Connaître l'existence et l'intérêt des techniques d'optimisation linéaires et non linéaires pour décrire des données
- Savoir décider si un problème d'optimisation peut être traité par les moindres carrés et savoir alors formaliser et poser le problème
- Savoir résoudre un problème d'optimisation en utilisant Python

Contenu de l'UE :

- Motivations pour décrire la relation entre plusieurs variables via une fonction analytique
- Identification linéaire d'une fonction paramétrique décrivant un jeu de données expérimentales
 - Critère des moindres carrés
 - Cas où la fonction analytique est linéaire en les paramètres → moindres carrés simples
 - Exemples : fonctions linéaires, polynomiales, exponentielles, sinusoidales, coniques, ...
 - Exemples : approximation de données par des fonctions B-Splines uniformes
- Optimisation non linéaire
 - Critère des moindres carrés
Cas où la fonction analytique est linéaire en les paramètres → moindres carrés simples

Evaluations de l'UE :

- Un examen écrit + un examen de TP

Connaissances préalables :

- Prérequis en calcul matriciel
- Prérequis en utilisation autonome de la programmation python

Bibliographie du cours :

- 1 support de cours



Module 2 : Application aux réseaux de neurones

Compétences visées :

- Connaître les principes fondamentaux de l'apprentissage machine
- Savoir formuler un problème de classification supervisée comme une optimisation utilisant une modélisation par un réseau de neurones
- Savoir entraîner un réseau de neurones, calculer et analyser ses performances

Contenu de l'UE :

- Introduction à l'apprentissage machine et aux réseaux de neurones
 - Généralités, définitions et exemples d'applications
 - Types d'apprentissage (supervisé, non supervisé, par renforcement, ...)
 - Régression et classification
- TD : formalisation de la régression dans le cadre du ML et illustration des notions de surapprentissage et de régularisation
- Du perceptron au réseau de neurones
 - Perceptron simple
 - Régression logistique
 - Perceptron multi-couches
- TD : Exemple de perceptron pas à pas, descente de gradient stochastique et rétropropagation du gradient
- TP en Python :
 - Implémentation d'un réseau simple et rétropropagation du gradient
 - Mise en œuvre d'une classification simple par réseau de neurones
 - Applicatif : détection d'anomalies

Evaluations de l'UE :

- Examen écrit

Connaissances préalables :

- Optimisation
- Programmation Python - Numpy

Bibliographie du cours :

- **Pattern Recognition and Machine Learning**,: C. Bishop, ISBN 978-0-387-31073-2
- **Mathematics for machine learning** , M. Deisenroth, A. Faisal, C. Ong
disponible ici : <http://mml-book.com>



MASTER 1 Imagerie et Technologie pour la Médecine

Unité d'enseignement 1.4 | Traitement du signal

Code UE		Crédits ECTS	6
Volume horaire (h/an)	54h	Période	1 ^{er} semestre
Enseignants de l'UE	Laure BERRY Jérôme BRUNET	Laurent TRASSOUDAINÉ Benoit THUILOT	

Composition de l'UE	Enseignant	Nombre d'heures et type	Pondération
<i>Signal continu</i>	Laure BERRY	5h CM, 5.5h TD, 3h TP	25%
<i>Signal numérique</i>	Laurent TRASSOUDAINÉ	8h CM, 8.5h TD	25%
<i>Instrumentation</i>	Jérôme BRUNET	17h TP	25%
<i>TP signal numérique</i>	Mathieu LABUSSIÈRE	7.5 hTP	25%

Module 1 : Traitement du signal continu

Compétences visées :

- Anticiper les effets de l'échantillonnage à l'acquisition et à la restitution du signal
- Savoir déterminer la fonction de transfert d'un système : méthode impulsionnelle, méthodes de corrélation
- Amélioration du rapport Signal sur Bruit

Contenu de l'UE :

- Rappels des outils de la théorie du signal (Transformée de Fourier)
- Réponse impulsionnelle et convolution
- Échantillonnage : critère de Shannon, réciproque de Shannon, sur-échantillonnage, sous-échantillonnage, échantillonneur bloqueur, échantillonneur moyenneur
- Corrélation et densité spectrale d'énergie, théorème de Wiener-Khintchine : application à la détermination de fonctions de transfert
- Caractéristiques du Bruit Blanc et méthodes d'amélioration du rapport Signal sur bruit
- Travaux pratiques : mise en application sous Labview

Evaluations de l'UE :

- Une épreuve écrite de 1h30 avec une feuille A4 recto manuscrite (50% de la note finale)

Connaissances préalables :

- Prérequis en traitement du signal (Transformée de Fourier)

Module 2 : Traitement du signal numérique

Compétences visées :

- Maîtrise des espaces de transformation et de leur utilité
- Maîtrise de l'échantillonnage et de ses conséquences spectrales



- Maîtrise des conséquences spectrales du fenêtrage temporel
- Réalisation de filtres numériques

Contenu de l'UE :

- Classification des signaux
- Système de transmission linéaire et stationnaire - Convolution
- Espaces de transformation
 - Transformée de Fourier
 - Série de Fourier
 - Transformée de Fourier discrète
 - Transformée en Z
 - Transformée de Laplace
- Echantillonnages idéal et réel
- Analyse spectrale des signaux discrets
- Filtrage numérique
 - filtre à réponse impulsionnelle infinie
 - filtre à réponse impulsionnelle finie

Evaluations de l'UE :

- Une épreuve écrite de 1h30 sans document (25% de la note finale)
- Une épreuve écrite de travaux pratiques (25% de la note finale)

Connaissances préalables :

- Outils mathématiques (fonctions complexes, intégration)

Module 3 : Instrumentation

Compétences visées :

- Maîtriser la déclaration et la gestion des périphériques d'acquisition sous NI-MAX
- Maîtriser l'acquisition et le traitement de signaux analogiques par Labview
- Savoir mettre en oeuvre une communication avec un instrument sous Labview

Contenu de l'UE :

- Révision des principes de programmation sous Labview : Application domotique
- Accord en fréquence : accordeur de guitare
- Communication instrument : configuration, acquisition & exploitation de mesures

Evaluations de l'UE :

- Examen de TP d'1h30 min sans document (50% de la note finale)

Connaissances préalables :

- maîtrise des fonctions de base (déclaration et manipulation de variables, fonctions simples, boucles et structures)



Bibliographie du cours :

- Programmation et applications- 2nd édition – Francis COTTET, Michel PINARD (DUNOD)

Evaluations de l'UE :

- Examen de TP avec le logiciel Matlab

Connaissances préalables :

- Ces TP illustrent le cours "Traitement du signal numérique" (*module n°1 de l'UE7*)

Bibliographie du cours :

- M. Bellanger, "Traitement numérique du signal", Dunod
- G. Binet, "Traitement numérique du signal", Eyrolles

Module 4 : Travaux pratiques signal numérique

Compétences visées :

- Maîtriser les notions présentées dans le cours *Traitement du signal numérique*
- Savoir exploiter le logiciel Matlab pour analyser et traiter les échantillons d'un signal

Contenu de l'UE :

- Ecriture d'un script pour émuler un oscilloscope numérique avec le logiciel Matlab (*i.e. pour visualiser les échantillons d'un signal dans les deux domaines temporel et fréquentiel*)
- Etude du signal porte (*visualisation du lien entre la durée de la porte et l'étalement spectral*)
- Etude sur le cas d'un signal sinusoïdal de l'effet de la limitation en temps sur le spectre observé → *distribution de spectre, fenêtre d'apodisation de Hamming, durée minimale d'acquisition pour pouvoir distinguer 2 composantes fréquentielles au sein d'un signal*
- Etude sur le cas d'un signal sinusoïdal du spectre observé en fonction de la fréq d'échantillonnage → *théorème de Shannon, repliement de spectre*
- Etude de la chaîne de traitement lors d'une transmission par courants porteurs en ligne (CPL), illustrée sur le cas d'une application domotique exploitant le signal secteur → *principe de la modulation d'amplitude – extraction du signal utile par filtrage – démodulation par redressement, filtrage et seuillage – transmission simultanée par multiplexage*

Evaluations de l'UE :

- Examen de TP avec le logiciel Matlab

Connaissances préalables :



- Ces TP illustrent le cours "Traitement du signal numérique" (*module n°1 de l'UE7*)

Bibliographie du cours :

- M. Bellanger, "Traitement numérique du signal", Dunod
- G. Binet, "Traitement numérique du signal", Eyrolles



**ÉCOLE UNIVERSITAIRE
DE PHYSIQUE ET D'INGÉNIERIE**

Université Clermont Auvergne



MASTER 1 Imagerie et Technologie pour la Médecine

Unité d'enseignement 1.5 | Image et Vision par ordinateur

Code UE	Z545CU01	Crédits ECTS	3
Volume horaire (h/an)	42h	Période	1 ^{er} semestre
Enseignants de l'UE	Omar AIT AIDER	Emilie PERY	

Composition de l'UE	Intitulé	Nombre d'heures et type	Pondération
Traitement d'image	Omar AIT AIDER	10.5 h CM, 19.5 h TP	75%
App embarquées	Emilie PERY	12 h TP	25%

Module 1 : Traitement d'images offline

Compétences visées :

- Etre capable d'appliquer des traitements spatiaux sur les images,
- Extraire la teinte d'une image
- Débruiter une image
- Détecter les points d'intérêt sur une image
- Calculer des distances dans des images stéréos

Contenu de l'UE :

- Introduction générale à la vision par ordinateur 1.5h
- Codage des images et espaces couleurs 1.5h
- Histogrammes et Filtrage des images 3h
- Morphologie mathématique 1.5h
- Détecteurs de points d'intérêt 3h
- Vision géométrique : modèle de caméra et stéréovision 3h

Travaux pratiques :

- Transformation d'images (bruit, histogrammes, corrélation, transformations géométriques) 3h
- Reconnaissance de formes 2D, application à l'inspection automatique 3h
- Calibrage, calcul de pose, réalité augmentée 3h
- Géométrie épipolaire et reconstruction 3D 3h

Evaluations de l'UE :

- Un QCM de 60 minutes sans document
- Une épreuve pratique de 1h30

Connaissances préalables :

- Prérequis en mathématique appliquée (algèbre, probabilités)
- Prérequis en programmation Python

Bibliographie du cours :

- Digital Image Processing (3rd Edition), ISBN-13: 978-0131687288. by Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods



- Multiple View Geometry in Computer Vision : 2nd edition Richard Hartley, Australian National University, Canberra , Andrew Zisserman, University of Oxford

Module 2 : Applications embarquées

Compétences visées :

- Savoir utiliser un système embarqué low-cost de type RaspBerry
- Maitriser l'acquisition et le traitement des images
- Réaliser une application en imagerie

Contenu de l'UE :

- Découverte du RaspBerry Pi 3 : spécifications matérielles, caractéristiques...
- Exemples d'applications
- Notions de bases en numérisation et traitement d'images
- Réalisation d'un projet en imagerie avec la caméra v2

Evaluations de l'UE :

- Document de synthèse à rendre + examen de TP sans document (50% de la note finale)



MASTER 1 Imagerie et Technologie pour la Médecine

Unité d'enseignement 1.6 | Microcontrôleurs

Code UE	Z444BU07	Crédits ECTS	3
Volume horaire (h/an)	30h	Période	1 ^{er} semestre
Enseignants de l'UE	Christophe BLANC		

Composition de l'UE	Enseignant	Nombre d'heures et type	Pondération
<i>Microcontrôleur</i>	Christophe BLANC	6 h CM, 6 h TD, 18 h TP	100%

Compétences visées :

- Etre capable de choisir un modèle de microcontrôleur en fonction de diverses contraintes dans le cadre de la conception d'un système
- Etre capable de développer une application simple en mettant en œuvre les périphériques adaptés

Contenu de l'UE :

- Etude de l'architecture interne d'un microcontrôleur
- Etude des périphériques
- Méthodes de développement

Evaluations de l'UE :

- Un examen écrit de durée 2h (50% de la note finale)
- Une épreuve pratique de 1h30 avec document (50% de la note finale)

Connaissances préalables :

- Prérequis en logique combinatoire (Numération, Portes logiques, éléments d'architecture)
- Prérequis en logique séquentielle (Bascules, registres, FSM)
- Prérequis en langage C

Bibliographie du cours :

- Embedded Systems : an introduction using the Renesas microcontroller RX63N – second edition – James M. Conrad & Alexander G. Dean – Micrium Press
- Advanced embedded systems concepts using the Renesas RX63N microcontroller – James M. Conrad – Micrium Press



MASTER Imagerie et Technologie pour la Médecine

Unité d'enseignement 1.7 Robotique

Code UE	Z545CU02	Crédits ECTS	3
Volume horaire (h/an)	30h	Période	1 ^{er} semestre
Enseignants de l'UE	Céline TEULIERE	Flavien PACCOT	

Composition de l'UE	Enseignant	Nombre d'heures et type	Pondération
Modélisation géométrique de robots série	Céline TEULIERE	10.5hCM, 4.5hTD	50%
Mise en œuvre	Flavien PACCOT	3hTD, 12hTP	50%

Module 1 : Modélisation géométrique

Compétences visées :

- Avoir une culture générale avancée sur le domaine de la robotique industrielle et médicale
- Savoir interpréter les spécifications techniques d'un robot
- Savoir modéliser géométriquement un robot série
- Connaître les méthodes classiques de génération de trajectoire

Contenu de l'UE :

- Introduction à la robotique, applications industrielles et médicales
- Représentation des transformations entre repères, coordonnées homogènes
- Modèle géométrique direct et inverse d'un robot série
- Génération de trajectoire pour la commande en position
- TD application à un robot plan sous Matlab

Evaluations de l'UE :

- Epreuve écrite d'1h30

Connaissances préalables :

- Trigonométrie
- Calcul matriciel
- Bases de programmation Matlab

Bibliographie du cours :

- Modélisation identification et commande des robots. E. Dombre et W. Khalil



Module 2 : Mise en œuvre sur robot industriel

Compétences visées :

- Appréhender les différents mouvements d'un robot manipulateur industriel
- Avoir des notions de programmation d'un cycle de pick-and-place
- Avoir des notions de mise en œuvre d'un robot industriel

Contenu de l'UE :

- Prise en main d'un robot industriel
- Utilisation des logiciels de simulation ad-hoc
- Apprentissage de points, de repères et de jauge outil
- Programmation simple d'un robot industriel

Evaluations de l'UE :

- Note de séance (3 séances)
- Note de compte rendu (3 comptes rendus)

Connaissances préalables :

- Bases de programmation



MASTER 1 Imagerie et Technologie pour la Médecine

Unité d'enseignement 1.8 | Gestion de projet

Code UE	Z445AU08	Crédits ECTS	3
Volume horaire (h/an)	30h	Période	1 ^{er} semestre
Enseignants de l'UE	Jean-Marie FAVREAU Samuel BRAIKEH Adrian COUVENT		

Composition de l'UE	Intitulé	Nombre d'heures et type	Pondération
Gestion de projet	Samuel BRAIKEH Adrian COUVENT Jean-Marie FAVREAU	7.5 h CM, 6 h TD, 16.5 h TP	100%

Compétences visées :

- connaître les outils et modèles de gestion de projets classiques
- connaître et avoir pratiqué les outils associés aux méthodes agiles
- connaître et avoir expérimenté des outils de travail collaboratif

Contenu de l'UE :

- introduction à la gestion de projets
- introduction aux méthodes agiles
- outils pour la pratique collaborative
- outils pour le partage du code source efficacement

Ce module s'appuie sur de nombreuses séances pratiques où seront abordés les outils suivants :

- gantt (planification)
- kanban (planification, coordination)
- git (système de gestion de version)
- dokuwiki (wiki, partage d'un ensemble de documents, édition collaborative)
- scrum (méthode agile)

Evaluations de l'UE :

- Une évaluation écrite
- Une évaluation du TP avec restitution écrite et orale

Connaissances préalables :

- connaissances techniques élémentaires en informatique, traitement du signal, robotique ou électronique



Bibliographie du cours :

- Le Guide de Scrum, Ken Schwaber et Jeff Sutherland, 2016
- Guide Léger de la Théorie et de la Pratique de Scrum, Pette Deemer, Gabrielle Benefield, Craig Larman, Bas Vodde, 2012
- Scrum et XP depuis les tranchées, Henrik Kniberg
- Le plus petit pas, Nicolas Gouy, 2015



MASTER 1 Imagerie et Technologie pour la Médecine

Unité d'enseignement 1.9

Automatique / mécanique

Code UE	Z445AU04	Crédits ECTS	3
Volume horaire (h/an)	30h	Période	1 ^{er} semestre
Enseignants de l'UE	Benoit THUILOT	Flavien PACCOT	Michel GREDIAC

Composition de l'UE	Enseignant	Nombre d'heures et type	Pondération
<i>Automatique continue</i>	Benoit THUILOT	4.5hCM, 4.5hTD	40%
<i>Régulateurs industriels</i>	Flavien PACCOT	6hTP	20%
<i>Mécanique</i>	Michel GREDIAC	6hCM, 6hTD	40%

Module 1 : Automatique continue

Compétences visées :

- Savoir exploiter la représentation fonction de transfert pour étudier le comportement d'un système linéaire en boucle ouverte ou asservi
- Savoir choisir la structure de correction P.I.D. appropriée et savoir en régler les paramètres, en fonction des caractéristiques du système à asservir et des attentes de l'application
- Savoir simuler un système linéaire décrit par une fonction de transfert, en boucle ouverte ou asservi au moyen d'un correcteur P.I.D., en exploitant le logiciel Matlab-Simulink

Contenu de l'UE :

- Définition d'un système linéaire et importance pratique de ceux-ci (*un système non-linéaire peut toujours être approché autour d'un point de fonctionnement par un modèle linéaire*)
- Description des systèmes linéaires par fonctions de transfert
 - Réponses libre et forcée d'un système linéaire – Définition du modèle fonction de transfert
 - Comportement d'un système décrit par une fonction de transfert quelconque $F(p)$
 - La stabilité d'un système et sa réponse transitoire sont caractérisées par les pôles de $F(p)$
 - La réponse permanente à une entrée constante est caractérisée par le gain statique $F(0)$
 - La réponse permanente à une entrée $\sin(\omega t)$ est caractérisée par $F(i\omega)$ et peut être évaluée aisément par le biais des diagrammes de Bode
 - Comportement des systèmes décrits par une fonction de transfert 1^{er} ordre ou 2nd ordre
 - Caractéristiques des réponses à l'échelon (*dépassement, temps de réponse, ...*)
 - Caractéristiques des réponses à la rampe (*erreur de traînage, ...*)
 - Caractéristiques des réponses fréquentielles (*atténuation, déphasage, résonance, ...*)
 - Simulation des principales réponses des systèmes 1^{er} et 2nd ordre avec le logiciel Matlab
- Asservissement des systèmes linéaires décrits par fonctions de transfert
 - Principe et intérêt d'une boucle d'asservissement
 - Etude du comportement de l'asservissement par sa fonction de transfert boucle fermée
 - Importance des intégrateurs pour assurer la précision statique d'un asservissement



- Réglage des performances d'un asservissement par correction P.I.D.
 - Intérêts et contraintes des 3 actions élémentaires : proportionnelle – intégrale – dérivée
 - Choix de la structure appropriée (P., P.I., P.D. ou P.I.D.) en fonction des caractéristiques du système, de la consigne (constante ou variable) et des performances attendues
 - Réglages standard et réglage temporel itératif des paramètres du correcteur
- Etudes de cas en simulation avec le logiciel Matlab :
 - asservissement de la vitesse de rotation d'un moteur
 - asservissement de la position angulaire d'un moteur
 - asservissement d'un système modélisé par une fonction de transfert d'ordre 3

Evaluations de l'UE :

- Un examen écrit + un examen avec le logiciel Matlab

Connaissances préalables :

- Prérequis sur les équations différentielles linéaires et la transformation de Laplace
- Prérequis en utilisation autonome du logiciel Matlab

Bibliographie du cours :

- Y. Granjon , "Automatique" 3^{ème} édition , Dunod
- M. Rivoire, J.-L. Ferrier, "Cours d'automatique - Tome 2: asservissement, régulation, commande analogique" , Editions Eyrolles

Module 2 : Régulateurs industriels

Compétences visées :

- Savoir mettre en œuvre un régulateur PID industriel
- Savoir régler expérimentalement un régulateur PID sur divers systèmes industriels
- Savoir identifier une fonction de transfert à partir d'un enregistrement réel
- Savoir appliquer des règles de synthèse de correcteur PID simples

Contenu de l'UE :

- TP sur la régulation de vitesse (expérimental et simulé)
- TP sur la régulation thermique (expérimental et simulé)
- TP sur la commande d'axe (expérimental)
- TP sur la régulation niveau/débit/pression (expérimental)

Evaluations de l'UE :

- Notes de séance de TP
- Notes de comptes-rendus



Connaissances préalables :

- Notion d'automatique continue (fonction de transfert)
- Notion de boucle ouverte, boucle fermée, asservissement et régulation PID

Bibliographie du cours :

- Un support de TP avec toute la documentation nécessaire et les rappels théoriques associés

Module 3 : Mécanique

Compétences visées :

- Connaître les grandeurs impliquées en mécanique des solides déformables : contraintes et déformations
- Connaître le lien entre ces grandeurs dans ce cas simple d'une loi élastique linéaire isotrope

Contenu de l'UE :

- Notion de contrainte
- Notion de déformation
- Notion de loi de comportement : cas de l'élasticité linéaire isotrope

Evaluations de l'UE :

- Examen écrit

Connaissances préalables :

- En mathématiques : dérivation, intégration
- En physique : mécanique du solide indéformable

Bibliographie du cours :

- C. Bacon, J. Pouyet, Mécanique des solides déformables, Hermès



MASTER 1 Imagerie et Technologie pour la Médecine

Unité d'enseignement 2.1 | Anglais

Code UE	Z4SCAU02	Crédits ECTS	3
Volume horaire (h/an)	19,5h	Période	2 nd semestre
Enseignants de l'UE	Gilmour FONTAINE		

Composition de l'UE	Enseignant	Nombre d'heures et type	Pondération
<i>Anglais</i>	Gilmour FONTAINE	19,5 h TD	100%

Compétences visées :

- Acquérir une bonne maîtrise de l'expression orale et écrite en anglais dans les situations de communication professionnelle.

Contenu de l'UE :

- Participer à une réunion, un séminaire, une conférence
- Comprendre et communiquer des informations dans différentes situations professionnelles formelles ou informelles (réunion, téléphone...)
- Suivre des conférences en langue anglaise
- Prendre des notes, rédiger, synthétiser des documents (une lettre, un rapport...)
- Faire un exposé, présenter ses travaux, prendre des notes

Evaluations de l'UE :

- Webquest 50%
- oral collectif et individuel (+ prise en compte de l'assiduité)
- rédaction d'un rapport/brochure

- Examen type DCL 50%
- Rédaction d'un texte argumentatif

Connaissances préalables :

- Niveau B1 CECRF



MASTER 1 Imagerie et Technologie pour la Médecine

Unité d'enseignement 2.2 | Développement Terminal mobile et objets connectés

Code UE	Z444BU01	Crédits ECTS	3
Volume horaire (h/an)	30h	Période	2 nd semestre
Enseignants de l'UE	Christophe BLANC		

Composition de l'UE	Intitulé	Nombre d'heures et type	Pondération
<i>Développement Terminal mobile et objets connectés</i>	Christophe BLANC	9 h CM, 9 h TD, 12 h TP	100%

Compétences visées :

- Être capable de développer une application mobile simple mais multi-plateformes (Android, iOS, UWP) à l'aide de C#, XAML et Xamarin
- Savoir créer une base de données à l'aide d'Entity Framework Core
- Savoir placer cette base de données sur un cloud (Azure par exemple)
- Savoir accéder à cette base de données via une API REST et l'application mobile
- Connaître la plateforme raspberry pi et sa webcam (raspicam)
- Utilisation de la bibliothèque opencv pour détection/reconnaissance faciale

Contenu de l'UE :

- Présentation de Xamarin, C# et XAML pour créer des vues sur plateformes mobiles et les relier à la logique de l'application
- Présentation d'Entity Framework Core pour le lien entre les données du modèle et la création/modification des tables de la base de données
- Présentation d'ASP.NET Core pour la création d'un back-end et d'une API REST permettant de consommer les données
- Présentation de la librairie opencv et d'un algorithme de détection/reconnaissance faciale (eigenface).

Evaluations de l'UE :

- Evaluation en TP en fonction des résultats obtenus

Connaissances préalables :

- Prérequis en programmation orientée objets et architecture logicielle
- Prérequis (optionnel) en C#

Bibliographie du cours :

- C# 7.0 in a Nutshell: The Definitive Reference - Joseph & Ben Albahari - ed. O'Reilly
- Mastering Entity Framework - Rahul Rajat Singh - Packt publishing
- Modern API Design with ASP.NET Core 2: Building Cross-Platform Back-End Systems - Fanie Reynders - ed. Apress
- Mastering Xamarin.Forms - Second Edition - Ed Snider - Packt publishing
- <https://www.learnopencv.com/>



MASTER 1 Imagerie et Technologie pour la Médecine

Unité d'enseignement 2.3

C++ avancé et programmation parallèle

Code UE	Z444AU01	Crédits ECTS	3
Volume horaire (h/an)	30h	Période	2 nd semestre
Enseignants de l'UE	Alexis PEREDA	Jérémy ZANGLA	

Composition de l'UE	Enseignant	Nombre d'heures et type	Pondération
<i>C++ avancé et programmation parallèle</i>	Alexis PEREDA Jérémy ZANGLA	9 h CM, 9 h TD, 12 h TP	100 %

Compétences visées :

- Héritage, polymorphisme
- Usage des itérateurs et de la STL
- Surcharge de fonctions et d'opérateurs
- Accès concurrent et data race
- Modèle de thread C++
- Programmation parallèle openMP

Contenu de l'UE :

- Héritage, polymorphisme, STL
Modèle d'exécution C++
- Accès concurrent et data race
- Modèle de thread C++ : gestion manuelle des ordonnancements de threads
- Programmation parallèle openMP : application à la parallélisation d'algorithme traitement d'images

Evaluations de l'UE :

- Partiel Ecrit / TP (coeff 1)
- Examen Ecrit / TP (coeff 1)

Connaissances préalables :

- Modèle objet C++

Bibliographie du cours :

- Concurrency with Modern C++ by Rainer Grimm
- Documentation STL
- Documentation OpenMP



MASTER 1 Imagerie et Technologie pour la Médecine

Unité d'enseignement 2.4 | Analyse de données médicales et Machine Learning

Code UE	Z444BU10	Crédits ECTS	3
Volume horaire (h/an)	23h	Période	2 nd semestre
Enseignants de l'UE	Lemlih OUCHCHANE		

Composition de l'UE	Enseignant	Nombre d'heures et type	Pondération
<i>Analyse de données médicales et Machine Learning</i>	Lemlih OUCHCHANE	15 h CM, 8 h TD	100 %

Compétences visées :

- Comprendre la démarche générale de recherche depuis les objectifs jusqu'au design
- Comprendre les concepts de management des données (structuration, sécurité)
- Etre capable de mettre en lien un objectif et une méthode d'inférence statistique
- Etre capable d'interpréter les sorties d'un logiciel statistique et de mettre en œuvre quelques analyses simples sur R
- Connaitre les critères et méthodes d'évaluation dans le cadre du développement d'un algorithme d'analyse automatique d'image (segmentation, localisation)
- Etre en mesure de restituer les méthodes et résultats d'une analyse statistique conforme au standard scientifique

Contenu de l'UE :

- Notions sur les données et les bases de données relationnelles
- Principes méthodologiques en Recherche Biomédicale – Réglementation
- Schémas et protocole d'études
- Bases de Sondage - Statistiques Inférentielles Simples (SIS) – Tests d'Hypothèses
- Principes de Standardisation, Ajustement et Prise en Compte d'un phénomène de Confusion
- Introduction aux Modèles Régressifs (Linéaire et Log-linéaire)
- Méthodes d'Apprentissage Automatique Supervisées et Non-Supervisées
- Initiation à l'utilisation des logiciels R et SAS
- Evaluation de la valeur informationnelle d'une méthode diagnostique
- Evaluation de l'accord/concordance entre jugements
- Structure d'un d'article scientifique - Lecture critique (niveau I)

Evaluations de l'UE :

-

Connaissances préalables :

- Bases de Mathématiques appliquées (probabilités, statistiques, optimisation)
- Pas de prérequis en langage de programmation