

# DÉLIBÉRATION

## Conseil d'administration

### Séance du 5 juillet 2022

Délibération  
n°130-2022  
Point 4.10.2.1

#### Point 4.10.2.1 de l'ordre du jour

Création du M1 parcours HealthTech, mention Optique, Image, Vision, Multimédia - TPS

#### EXPOSE DES MOTIFS :

Le parcours de Master HealthTech s'inscrit dans le cadre du programme de développement d'Instituts Thématiques Interdisciplinaires de l'Université de Strasbourg, sous l'égide de l'Initiative d'excellence Dépasser les frontières. Par la création en janvier 2021 de ces 15 Instituts Thématiques Interdisciplinaires, dont HealthTech fait partie, l'Université de Strasbourg et ses partenaires (CNRS et Inserm) confortent une politique à long terme de soutien à l'interdisciplinarité et au lien formation-recherche, ainsi que la visibilité des formations adossées aux champs thématiques d'excellence de la recherche strasbourgeoise. Afin de répondre au cahier des charges du programme, le parcours international de Master HealthTech se caractérise par une offre d'enseignements dispensés en anglais, avec des modules marqués par leur pluridisciplinarité, allant de l'instrumentation biomédicale et robotique à l'intelligence artificielle en passant par les sciences des données et l'économie de l'innovation.

Les objectifs de la formation HealthTech sont d'apporter à des étudiants d'horizons variés les compétences pluridisciplinaires nécessaires à une spécialisation dans le domaine de l'innovation en ingénierie biomédicale. Ce parcours s'inscrit également dans une démarche de formation à la recherche par la recherche, par le biais de l'accueil précoce des étudiants dans un laboratoire dans lequel ils seront impliqués de façon active dans un projet de recherche, leur apportant des compétences pratiques et concrètes mais également nombre de compétences transversales. En s'appuyant sur l'excellence de l'Université de Strasbourg dans le domaine de l'ingénierie biomédicale, l'objectif de cette formation internationale est donc de permettre aux étudiants de développer leur esprit critique et leur autonomie en étant acteurs d'un projet de recherche interdisciplinaire. Cette formation innovante et pluridisciplinaire, unique en France, fait définitivement partie intégrante de la restructuration de l'Université de Strasbourg, tandis que son caractère international apporte une visibilité non négligeable à l'offre de formation de l'Université de Strasbourg ainsi qu'aux programmes de recherche y étant associés.

La création du M2 du parcours a été approuvée par la CFVU le 5 juillet 2021 et par le CA du 6 juillet 2021.

Le 14 juin 2022, la Commission de la formation et de la vie universitaire a approuvé ces dispositions, par 18 voix pour et 5 abstentions.

**Délibération :**

Le Conseil d'administration de l'Université de Strasbourg approuve la création du M1 parcours HealthTech, mention Optique, Image, Vision, Multimédia – TPS.

**Résultat du vote :**

Nombre de membres en exercice	37
Nombre de votants	32
Nombre de voix pour	31
Nombre de voix contre	0
Nombre d'abstentions	1
Ne participe pas au vote	0

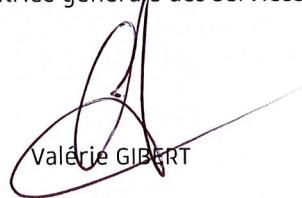
**Destinataires :**

- Madame la Rectrice déléguée pour l'enseignement supérieur, la recherche et l'innovation
- Direction générale des services
- Direction des finances
- Agence comptable

La présente délibération du Conseil d'administration et ses éventuelles annexes sont publiées sur le site internet de l'Université de Strasbourg.

Fait à Strasbourg, le 7 juillet 2022

La Directrice générale des services



Valérie GIBERT

*Création et modification du  
Master domaine Sciences, Technologies, Santé  
Mention Optique, Image, Vision, Multimédia  
Parcours HealthTech*

*pour l'année universitaire 2022/2023*

**Note : Création du Master 1 et modification du Master 2**

A faire parvenir par le directeur de composante, copie au responsable administratif de composante  
à la DES : [des-appui@unistra.fr](mailto:des-appui@unistra.fr), au Service de formation continue, le cas échéant :  
[dominique.schlaefli@unistra.fr](mailto:dominique.schlaefli@unistra.fr)

**I. Nature de la demande \*** (les points signalés par une \* sont des champs obligatoires pour les référentiels Qualiopi et HCERES)

Public :  formation initiale hors alternance

- formation continue (lettre d'intention à faire parvenir alors aussi au SFC, [dominique.schalefli@unistra.fr](mailto:dominique.schalefli@unistra.fr))
- formation en alternance (contrat d'apprentissage et/ou contrat professionnel)

**II. Exposé des motifs de la création / modification \***

Note : Compte-tenu de l'organisation originale de cette formation inspirée des Ecoles Universitaires de Recherche, les éléments du Master 1 et du Master 2 HealthTech ont été combinés dans cette demande de création de parcours. En effet, l'ensemble des UE disciplinaires offertes dans la formation IRIV/HealthTech sont disponibles au choix à la fois en M1 et en M2, et donc mutualisées entre ces deux populations d'étudiants. De même, certains profils d'étudiants pouvant rejoindre directement le parcours de M2, les enseignements de tronc commun seront dispensés à l'arrivée de l'étudiant, et réuniront donc des étudiants de M1 et de M2. Dans ce contexte, il nous semblait plus adapté de réaliser ce dossier en considérant à la fois le M1 HealthTech (création) et le M2 HealthTech (modification), dont la création a été validée en 2021. Un schéma explicatif du fonctionnement couplé M1 / M2 est fourni en annexe à la fin de ce document.

**Objectifs de la formation**

Le parcours HealthTech du Master IRIV opéré par Télécom Physique Strasbourg (TPS) s'inscrit dans le cadre du programme de développement d'Instituts Thématisques Interdisciplinaires de l'Université de Strasbourg, sous l'égide de l'Initiative d'excellence *Dépasser les frontières*. Par la

création en janvier 2021 de ces 15 Instituts Thématisques Interdisciplinaires, dont HealthTech fait partie, l'Université de Strasbourg et ses partenaires (CNRS et Inserm) confortent une politique à long terme de soutien à l'interdisciplinarité et au lien formation-recherche, ainsi que la visibilité des formations adossées aux champs thématiques d'excellence de la recherche strasbourgeoise.

Afin de répondre au cahier des charges du programme, l'offre de formation se caractérise par des enseignements dispensés en anglais, avec des modules marqués par leur pluridisciplinarité, allant de l'instrumentation biomédicale et robotique à la biomécanique en passant par l'imagerie physique et l'économie de l'innovation. Cette interdisciplinarité est rendue possible par le regroupement en un seul programme d'enseignants et de spécialistes de 4 composantes de l'université de Strasbourg (Télécom Physique Strasbourg, UFR de mathématique et d'informatique, Faculté des sciences économiques et de gestion, Faculté de médecine, maïeutique et sciences de la santé), de l'INSA de Strasbourg et de 2 laboratoires de recherche (ICube, BETA). En apportant à des étudiants d'horizons variés les compétences nécessaires à une spécialisation dans le domaine de l'innovation en ingénierie biomédicale, HealthTech permettra de former de jeunes chercheurs à même d'évoluer dans un environnement pluridisciplinaire associant praticiens médicaux, scientifiques et acteurs économiques.

L'ambition du projet HealthTech est de développer des programmes de recherche translationnelle novateurs dans le domaine de l'assistance aux gestes médicaux et chirurgicaux, par une approche transdisciplinaire incluant aussi bien les dimensions scientifiques que les aspects socio-économiques ou éthiques associés à l'innovation dans le domaine du dispositif médical. Basé sur la formation par la recherche, le programme pédagogique HealthTech s'appuie sur les thématiques d'étude des membres de son consortium, grâce à la réalisation de projets en laboratoire, apportant aux étudiants des compétences pratiques et concrètes mais également nombre de compétences transversales. En outre, les ITI ont pour objectif d'impliquer davantage les professionnels des établissements publics à caractère scientifique et technologique dans les enseignements. Dans ce contexte, des chargés de recherche CNRS et des ingénieurs de recherche interviendront régulièrement dans la formation IRIV/HealthTech afin de proposer des enseignements dans leur domaine d'expertise. En s'appuyant sur l'excellence de l'Université de Strasbourg dans le domaine de l'ingénierie biomédicale, l'objectif de cette formation internationale est donc de permettre aux étudiants de développer leur esprit critique et leur autonomie en étant acteurs de projets de recherche interdisciplinaires.

### **Insertion professionnelle & poursuite d'études pour les diplômés**

Dans le contexte de formation par la recherche et de promotion du continuum Master-Doctorat, la poursuite en thèse sera favorisée pour les diplômés du Master IRIV parcours HealthTech. Dans ce but, HealthTech finance chaque année des contrats doctoraux pouvant bénéficier aux étudiants souhaitant poursuivre leurs travaux au sein de l'un des laboratoires de recherche partenaires du consortium. Les laboratoires d'accueil dans lesquels l'étudiant aura réalisé certains de ses projets de recherche et/ou son stage de M2 seront également des ouvertures privilégiées à même de disposer de financements propres pour une poursuite en Doctorat.

L'insertion professionnelle pourra également se faire dès la sortie du Master, avec de nombreuses opportunités dans le domaine privé, en particulier dans les grandes entreprises, PME et start-ups du domaine des technologies et des sciences des données pour la santé. L'entreprenariat et l'incubation de projets innovants sont également des sujets auxquels les étudiants de la formation IRIV/HealthTech sont particulièrement sensibilisés.

## **Cohérence et complémentarité de la formation dans l'offre existante à TPS et dans d'autres composantes**

La formation internationale HealthTech, en symbiose avec l'offre existante du Master IRIV et de Télécom Physique Strasbourg, la complète sans être redondante. Ainsi, le M1 HealthTech s'ajoutera aux trois M1 actuels du Master IRIV (Automatique, Signal, Informatique ; Physique et Nanophotonique ; Imagerie Médicale) tandis que le M2 HealthTech complète les cinq parcours existants du Master IRIV (Automatique & Robotique, Images & Données, Imagerie, Robotique Médicale et Chirurgicale, Photonique pour les nanosciences et le vivant, Topographie et photogrammétrie). Le flux d'étudiants qui suivent le Master IRIV est d'environ 200 étudiants équarépartis entre M1 et M2, ce qui très satisfaisant et justifie ces 4 M1 et 6 M2.

La formation est compatible avec le programme des étudiants ingénieurs de 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> année inscrits dans le diplôme « Technologies de l'information pour la santé » option DTMI (*Diagnostics et traitements médicaux innovants*). Certains cours sont d'ailleurs mutualisés avec l'offre ingénieur de Télécom Physique Strasbourg, témoignant de la bonne intégration du programme HealthTech dans l'offre existant à Télécom Physique Strasbourg.

Particulièrement interdisciplinaire (les modules étant dispensés par des enseignants de 5 instituts et 2 laboratoires de recherche), la formation est ouverte aux étudiants de différentes origines et composantes, pouvant justifier de bonnes connaissances dans l'une des disciplines compatibles avec les thématiques de la formation IRIV/HealthTech : sciences de l'ingénieur et ingénierie biomédicale, informatique, sciences économiques, médecine ou encore électronique, électrotechnique et automatique (EEA). Ainsi, au-delà de TPS, d'autres composantes proposent une formation permettant une entrée directe en Master 2 HealthTech : l'ensemble des parcours du Master 1 de l'UFR de mathématique et informatique, le Master 1 de data science pour l'économie et l'entreprise du futur dispensé par la faculté des sciences économiques et de gestion, ainsi que la formation médecine-sciences offerte par la faculté de médecine. Plusieurs intervenants de ces composantes dispenseront d'ailleurs des enseignements dans le cadre de la formation IRIV/HealthTech, tandis que certains cours sont mutualisés avec des formations de ces autres composantes.

## **Formations analogues, international & spécificité du projet**

Aucune formation analogue n'est actuellement dispensée au niveau national à notre connaissance. En effet, cette formation innovante se veut internationale et attractive, s'inscrivant dans le domaine d'excellence reconnu de l'Université de Strasbourg, et renforçant la **position du site universitaire strasbourgeois comme leader mondial dans l'ingénierie biomédicale**. Dispensé en anglais, le programme permet également aux étudiants internationaux de poursuivre leur formation en France, contribuant ainsi à la visibilité internationale de l'offre pédagogique de l'Université de Strasbourg et de TPS, ainsi qu'aux programmes de recherche y étant associés.

La formation est déjà attractive à l'international puisqu'une trentaine d'étudiants internationaux ont candidaté au Master 2 ouvert en 2021/22. Dans cette première promotion de M2, 6 étudiants sur 12 ont été recrutés à l'international, après une sélection faite sur la base de critères d'excellence académique et de motivation.

Un partenariat de TPS en double diplôme avec Polytechnique Montréal nous permet également d'accueillir des étudiants canadiens dans cette formation, et une variante spécifique a été créée pour eux afin d'être au plus près du cahier des charges de la convention d'échange. Des programmes d'échange sont également engagés avec Politecnico di Milano. La formation bénéficie en sus de collaborations fortes avec d'autres Universités de la région du Rhin supérieur, en particulier avec l'Universität Basel et le Karlsruher Institut für Technologie. Des discussions sont actuellement en cours afin de développer des projets de recherche communs incluant des étudiants

de Master, mais également afin de mutualiser certains enseignements ou organiser des écoles thématiques en partenariat.

### **III. Composante de rattachement :**

#### **A. Composantes ou services associées :**

Télécom Physique Strasbourg

#### **B. Universités partenaires \***

N/A

#### **C. Autres partenariats \***

Le parcours Healthtech du Master IRIV opéré par Télécom Physique Strasbourg se place dans le contexte de la mise en place du volet formation de l'Institut Thématique Interdisciplinaire en sciences et technologies de l'information pour la santé (ITI HealthTech) qui a débuté en janvier 2021. Afin que l'interdisciplinarité soit bien réelle dans l'offre de formation dispensée, 3 établissements hors école d'ingénieurs sont partenaires de cette formation opérée par Télécom Physique Strasbourg :

- Faculté des sciences économiques et de gestion
- UFR de mathématique et d'informatique
- Faculté de médecine de Strasbourg

Ces composantes proposent en effet des formations dont les pré-requis peuvent permettre une entrée directe en Master 2 HealthTech. Plusieurs intervenants de ces composantes dispenseront en outre des enseignements dans le cadre de la formation IRIV/HealthTech, tandis que certains modules sont mutualisés entre ces composantes et la formation IRIV/HealthTech portée par TPS.

### **IV. Responsable de la formation pour l'Université de Strasbourg \***

#### **Responsables du Master IRIV :**

- Prénom NOM : Christian HEINRICH & Jacques GANGLOFF
- Grade & CNU : Professeurs (CNU 61)
- Composante : Télécom Physique Strasbourg
- Tél. : 03 68 85 44 88 & 03 67 10 61 79
- Courriel. : [christian.heinrich@unistra.fr](mailto:christian.heinrich@unistra.fr) & [jacques.gangloff@unistra.fr](mailto:jacques.gangloff@unistra.fr)

#### **Responsable du parcours de Master HealthTech :**

- Prénom NOM : Florent NAGEOTTE
- Grade & CNU : Maître de conférences (CNU 61), HDR
- Composante : Télécom Physique Strasbourg
- Tél. : 03 90 41 35 38
- Courriel : [nageotte@unistra.fr](mailto:nageotte@unistra.fr)

## V. Conditions d'admission et public concerné \*

### A. Mode de recrutement / sélection \*

Rappel : la sélection est possible à l'entrée en BUT, en M1, dans le cadre des diplômes d'établissement et/ou d'école.

#### Niveau de recrutement

Les étudiants recrutés dans ce parcours interdisciplinaire peuvent présenter des profils très variés, incluant (liste non-exhaustive) :

- des étudiants en sciences de l'ingénieur ou en informatique souhaitant se spécialiser dans les sciences et technologies de l'information pour la santé
- des étudiants en sciences économiques souhaitant se consacrer à l'innovation dans le domaine de la santé
- des étudiants en médecine et médecins souhaitant suivre un Master de sciences.

#### Master 1

L'admission est possible en première année de Master HealthTech pour les étudiants titulaires d'une licence et les étudiants internationaux pouvant justifier de 180 ECTS (ou équivalent) dans une discipline compatible avec les thématiques de la formation IRIV/HealthTech : sciences de l'ingénieur et ingénierie biomédicale, informatique, sciences économiques, médecine ou encore électronique, électrotechnique et automatique (EEA).

#### Master 2

Dans certains cas spécifiques, les étudiants pouvant justifier de 240 ECTS dans une discipline compatible avec le programme HealthTech peuvent entrer directement dans le Master 2 HealthTech sans avoir suivi le Master 1 HealthTech. C'est le cas par exemple pour :

- o Les étudiants entrant en 5<sup>ème</sup> année à l'INSA Strasbourg
- o Les étudiants en 3<sup>ème</sup> cycle de médecine et médecins souhaitant suivre un Master de sciences
- o Les étudiants en parcours médecine-sciences pouvant justifier d'une première année de Master
- o Les étudiants en provenance de Polytechnique Montréal, dans le cadre du double diplôme en vigueur à TPS
- o Les étudiants de Politecnico di Milano, dans le cadre de l'échange en vigueur à TPS.

Il est naturellement important de conserver la possibilité de recrutement direct en M2 car certains programmes d'échange existants et pourvoyeurs d'excellents étudiants (Politecnico di Milano, Polytechnique Montréal) ne peuvent se faire qu'à ce niveau et pour une seule année.

## Modalités d'admission & calendrier

Les admissions se font sur dossier, à partir des candidatures déposées sur la plateforme eCandidat (ouverte du 15 mars au 16 mai). Tous les dossiers complets, incluant notamment CV, lettre de motivation en anglais et relevés de notes, seront examinés par les membres de la commission pédagogique HealthTech, composée de 10 experts, enseignants-chercheurs et chercheurs de l'équipe pédagogique. Les candidatures seront ensuite discutées lors de la commission pédagogique, fixée au 1<sup>er</sup> Juin 2022 pour cette année, et évaluées sur des critères d'excellence académique, d'intérêt pour la thématique de l'innovation en ingénierie biomédicale, mais également de motivation et de potentiel à prendre part aux programmes de recherche développés par HealthTech. La notification des admissions sera transmise aux candidats à l'issue de l'évaluation des dossiers.

## B. Effectifs prévisionnels

- **Seuil d'ouverture** M1 : 10, M2 : 10
- **Capacité maximale** de la formation (M1+M2) : 60

Concernant les effectifs, le nombre d'étudiants « fellows HealthTech » recrutés en M1 et M2 est défini par les possibilités d'attribution des bourses d'études (mobil'ITI) par l'ITI HealthTech, dont le nombre cible maximal en M1 + M2 est entre 20 et 25. Le recrutement se fait pour une entrée en M1 ou directement en M2. Les seuils d'ouverture mentionnés ci-dessus combinent les quotas de « fellows HealthTech » ainsi que les flux d'étudiants internes de TPS, actuellement inscrits en dominante ASI (*Automatique Signal Informatique*) du Master IRIIV. Ces étudiants du diplôme d'ingénieur spécialisé en technologies de l'information pour la santé, non boursiers, basculeront également dans le parcours HealthTech. Cette possibilité a été validée en 2021 avec la maquette du M2 pour une entrée en M2 et sera étendue au M1 dès la rentrée 2022.

## VI. Modalités d'évaluation des étudiants \*

### • *Régime d'évaluation*

Le parcours HealthTech suit le régime d'évaluation du Master IRIIV auquel il est intégré. Il s'agit donc d'une évaluation mêlant contrôle terminal et contrôle continu.

### • *Nature des épreuves*

La nature des épreuves est spécifiée dans les syllabus de chaque enseignement, ainsi que dans les maquettes.

### • *Coefficients*

Les coefficients sont également stipulés dans les syllabus de chaque enseignement, ainsi que dans les maquettes.

- *Conditions de réussite au diplôme*

Les conditions de réussite au diplôme sont celles du master IRIV. Au niveau du semestre : les notes des UE d'un même semestre se compensent entre elles. Pour valider un semestre, il faut néanmoins que toutes les UE présentent une moyenne supérieure ou égale à 7/20. Le semestre sera alors validé si la moyenne des UE le composant, affectées de leurs coefficients respectifs (donnés par les crédits associés), est supérieure ou égale à 10/20.

Pour obtenir le Master IRIV parcours HealthTech, les deux semestres ne se compensent pas et doivent être validés séparément.

L'acquisition d'une UE emporte celle des crédits européens correspondant. Les éléments constitutifs de l'UE ne sont pas affectés individuellement de crédits européens. Une UE acquise ne peut plus être représentée à un examen, quel que soit le parcours d'études où elle est inscrite. Une UE non acquise appartenant à un semestre validé ne peut pas être représentée à un examen en vue d'améliorer la note de ce semestre. Elle peut toutefois être représentée à un examen si elle est inscrite dans un autre diplôme (mention ou parcours).

En cas de redoublement et/ou de modification du diplôme, les UE acquises au titre d'une année universitaire antérieure et ne figurant plus au programme du diplôme font l'objet de mesures transitoires. Ces mesures préservent le nombre de crédits européens acquis par l'étudiant, tout en visant l'acquisition des objectifs du diplôme en termes de compétences.

La moyenne générale au diplôme est la moyenne des notes des quatre semestres, sans pondération des semestres. Pour les étudiants entrant directement dans le parcours de Master 2 HealthTech, la moyenne générale est celle des deux semestres du parcours de Master 2 (excepté pour des étudiants entrant en M2 HealthTech après avoir suivi l'une des autres dominantes de M1 du Master IRIV : pour ceux-ci, la moyenne générale au diplôme est la moyenne des notes des quatre semestres du Master IRIV, sans pondération des semestres).

- *Composition du jury*

Le jury est présidé par le directeur de composante. Le jury est composé à *minima* du responsable du parcours HealthTech du Master IRIV, du Directeur de l'Institut Thématique Interdisciplinaire HealthTech ainsi que des responsables du Master IRIV.

## VII. Équipe pédagogique \*

En application de l'article L613-2, al.2, la liste des enseignants intervenants dans les diplômes d'université doit être publiée sur le site internet de l'établissement.

### A. Enseignants universitaires

Nom et grade des enseignants-chercheurs, enseignants ou chercheurs		Section CNU (le cas échéant)	Composante ou établissement (si établissement extérieur)	Nombre d'heures assurées (HETD)	Enseignements dispensés
Nom	Grade				
AZOTI Wiyao	MCU	60	ECAM	8.5	Multiscale modeling for complex biotissues
BAHLOULI Nadia	PU	60	IUT Haguenau	27.25	- Mechanical behavior of biological tissues

					- Multiscale modeling for complex biotissues
BAUMGARTNER Daniel	MCU	60	TPS	44	- Simulation in biomechanics - Modeling of living systems
BAYLE Bernard	PU	61	TPS	91.5	- Computer assisted medical interventions - Mathematics for robotics tutoring - Robotics - Initiation to research - Mechatronics & haptics
BOLLINGER Sophie	MCU	06	FSEG	22.5	Monitoring Innovation processes
CAVALLUCCI Denis	PU	60	INSA	22.5	Inventive Design
CHATELIN Simon	CR		CNRS	18.75	Mechanical behavior of biological tissues
COURTECUISSE Hadrien	CR		CNRS	38.125	Real-time simulation
COLLET Christophe	PU	61	TPS	14.5	Medical images formation and processing
ESSERT Caroline	MCU	27	UFR Math-info	50.5	- Computer science tutoring - Graphical and geometrical modeling
FAISAN Sylvain	MCU	61	TPS	15.5	Advanced medical image processing : methods
GOMES Baptiste	PRAG		TPS	14	Simulation in biomechanics
GUICHARDAZ Rémy	MCU	05	FSEG	15	Managerial and organizational implications of blockchain technologies in health
HARSAN Laura	MCU	69	Faculté de médecine	11.75	Advanced MRI and clinical applications
LAHDI Safaa	MCU	60	ECAM	22	Basics in continuum mechanics
LAMPERT Thomas	Chair of DSAI		TPS	12	Selected topics in artificial intelligence
MEILLIER Céline	MCU	61	TPS	25	- Advanced medical image processing : modalities and medical insight - Medical image formation and processing
NAEGEL Benoît	PU	27	UFR Math-info	35.5	- Advanced medical image processing : methods - M2 Research project
NAGEOTTE Florent	MCU	61	TPS	115.25	- 3D medical registration - Mathematics for robotics tutoring - Pose estimation - Computer vision - Computer assisted medical interventions - M1 Research Project
NAHAS Amir	MCU	63	TPS	17	Basics of optical imaging
NEUKAM Marion	MCU	06	FSEG	22.5	Creativity and innovation : an introduction
OMRAN Hassan	MCU	61	TPS	54.75	- Robot control - Optimization
PADOY Nicolas	PU	27	TPS	30	- Introduction to artificial intelligence - Selected topics in artificial intelligence

PICCIN Olivier	MCU	60	INSA	3.5	Computer assisted medical interventions
ROSA Benoît	CR		CNRS	3.5	Computer assisted medical interventions
RUIZ Emilie	MCU	06	FSEG	37.5	- Creativity and innovation : an introduction - Management of creativity
VAPPOU Jonathan	CR		CNRS	110.25	- Quantitative physiology - Research project - Advanced medical image processing : modalities and medical insight - Biomedical acoustics - Advanced MRI and clinical applications
VIVARELLI Marco	PU	-	Université Catholique du Sacré-Coeur, Milan	15	Digital economy and Innovation

## B. Professionnels

Nom et fonction des professionnels	Entreprise ou organisme d'origine	Nombre d'heures assurées (HETD)	Enseignements dispensés
BEDNARCZYK Maciej	ICube, IR	28.125	Mechatronics & haptics
BRETON Elodie	ICube, IR	23	Introductory medical imaging
EXARCHAKIS Georgios	IHU, CR	30	Machine learning
GAZZO Géraldine	ICube, IR	43	Initiation to scientific reporting
KARARGYRIS Alexandros	ICube, IR	30	Deep learning
LAMY Julien	ICube, IR	23	MRI physics
MUTET Bruno	Taurus Endoscopy	30	Innovation processes in MedTech
NOBLET Vincent	CNRS, IR	41.75	- Introduction to medical image processing - Advanced medical image processing : methods - Advanced medical image processing : modalities and medical insight
THONY Sylvain	ICube, IR	20.5	Graphical and geometrical modeling

## VIII. Enseignements \*

Les maquettes pédagogiques ont été jointes en annexe de ce dossier. Les lignes en bleu indiquent les cours mutualisés. Ci-dessous quelques lignes explicatives sur les différentes variantes proposées dans le parcours HealthTech :

**Onglet 1.** Master 1 HealthTech de référence, suivi par les étudiants recrutés spécifiquement pour suivre le programme HealthTech (cf. point V sur la procédure de recrutement)

**Onglet 2.** Master 2 HealthTech de référence, pour les étudiants ayant suivi le M1 HealthTech (cf. point V sur la procédure de recrutement)

**Onglet 3.** Master 2 HealthTech pour les étudiants entrant directement en M2, sans avoir suivi le M1 (profils spécifiques)

**Onglet 4.** Master 2 HealthTech spécifique aux étudiants en mobilité entrante depuis Polytechnique Montréal.

**Onglet 5.** Master 1 HealthTech compatible avec les étudiants de 2<sup>e</sup> année de l'école d'ingénieur TPS suivant le diplôme TI-Santé.

**Onglet 6.** Master 2 HealthTech compatible avec les étudiants de 3<sup>e</sup> année de l'école d'ingénieur TPS suivant le diplôme TI-Santé option DTMI.

La variante du Master 2 spécifique aux étudiants entrant directement en M2 (onglet 3) est indispensable afin de maintenir l'attrait de ce programme pour les populations en formation ingénieur (en France ou à l'international) qui ne peuvent prétendre qu'à une seule année hors de leur établissement d'origine, mais également afin de permettre une entrée pour les étudiants d'autres composantes partenaires ayant suivi un M1 compatible.

Les variantes présentées aux onglets 4-6 n'incluent pas de cours supplémentaires créés par HealthTech uniquement dans ce but, ni donc de coût additionnel. Ces variantes ont été créées afin de correspondre aux modalités de la convention de double diplôme avec Polytechnique Montréal (onglet 4), qui requiert certains enseignements spécifiques ; et pour rendre le parcours compatible avec la formation d'ingénieur spécialisé en santé (onglets 5 et 6), pour laquelle le parcours de Master HealthTech apporte une plus-value non négligeable.

**Les compétences attendues pour chaque matière sont stipulées dans le syllabus joint à ce dossier.**

**Liste des UE disciplinaires enseignées en langue étrangère :** La totalité des UE sera dispensée en anglais, puisqu'il s'agit d'un Master international. Le niveau d'anglais minimum pour les étudiants recrutés est un niveau B2.

**Si la formation inclut un stage pratique d'application, préciser la durée :**

- Stage M1 : de 30 à 40 jours effectifs à 7h/jour
- Stage M2 : minimum 20 semaines

## **IX. Dispositifs de suivi de la formation \***

### **• Évaluation des formations :**

Les formations dispensées par Télécom Physique Strasbourg et par le Master IRIV sont évaluées par les étudiants qui reçoivent des questionnaires. Un dispositif de questionnaire anonyme à remplir en ligne a été mis en place il y a une dizaine d'années. Les réponses aux questionnaires sont ensuite compilées et présentées devant le conseil de perfectionnement. Les formations sont évaluées dans leur totalité, pour toutes les matières et tous les enseignants, y compris les intervenants extérieurs s'il y a lieu. Un questionnaire spécifique au parcours HealthTech a été instauré cette année (promotion de Master 2 2021/22), incluant au-delà des aspects pédagogiques de la formation les aspects d'encadrement (« mentoring ») des étudiants et le soutien accordé lors de l'accueil des étudiants internationaux.

### **• Évaluation des enseignements :**

L'évaluation des enseignements est pratiquée de manière systématique à Télécom Physique Strasbourg et au sein du Master IRIV dans lequel le parcours HealthTech s'intègre. Ces évaluations sont prises en compte dans l'évolution des enseignements. De façon concrète, les étudiants, par le biais d'un questionnaire anonyme en ligne, évaluent l'ensemble des enseignements obligatoires et optionnels auxquels ils sont inscrits (série d'items à évaluer selon une échelle de niveau de

satisfaction complétée par une zone de commentaires libres sur les points forts et les éléments à améliorer). Les réponses sont ensuite retranscrites selon un barème de 0 à 100. Les cas des enseignements avec une note inférieure à 50 sont discutés entre les étudiants et les autres membres du conseil de perfectionnement. Les enseignants sont ensuite avertis du retour des étudiants et des améliorations demandées.

- **Conseil de perfectionnement :**

Le conseil de perfectionnement du Master IRIV couvre la totalité des parcours. Il est organisé deux fois par an. Pour l'année 2021/22, il s'est réuni le 18 novembre 2021 puis le 17 mars 2022.

- **Autres dispositifs, le cas échéant :**

N/A.

## X. Budget prévisionnel

Pour les diplômes d'université, il est attendu chaque année de retourner à la DES, début avril, un bilan du fonctionnement, en termes d'effectifs, en termes qualitatif et en termes budgétaires, de la formation. A partir de ces éléments, une réflexion sur les perspectives de la formation est attendue : maintien, modification, évolution, suppression.

### A. Financement à coût constant

- L'ouverture de la formation entraînera le doublement de certains groupes (ex : TD) / promotions : probablement

Dans quelques rares cas et selon le nombre d'étudiants s'inscrivant pédagogiquement, certains cours du second semestre du M1, mutualisés avec la formation ingénieur de TPS, pourraient voir des groupes de TP ou de TD ajoutés (par exemple pour le cours d'optimisation).

- L'ouverture nécessitera un aménagement (locaux, matériel) : non

Les aménagements (installation de prises dans une salle dédiée, investissement en matériel informatique pour les étudiants, etc.) ont été faits en 2021, année d'accueil de la première promotion de Master 2 HealthTech.

- La composante dispose du potentiel enseignant nécessaire : partiellement

La formation IRIV/HealthTech s'appuiera sur des intervenants de la composante de rattachement (Télécom Physique Strasbourg) - qui accepteront de faire les heures complémentaires afférentes en sus de leur charge statutaire - mais également sur des enseignants des composantes associées ainsi que sur des intervenants extérieurs. De nombreuses heures de missions complémentaires et de vacances sont également prévues pour des doctorants souhaitant enseigner dans la formation.

- Nombre de personnels administratifs disponibles pour la gestion de la formation : 2

Un poste de manager de projet a été spécialement prévu afin de faciliter la gestion de la formation. La personne recrutée travaille en étroite collaboration avec la gestionnaire de scolarité du Master IRIV, qui réalise notamment la modélisation APOGEE.

- En cas de création en alternance, précisez le nombre d'enseignants disponibles pour assurer le suivi des alternants (EPT) : N/A

La formation de Master ici présentée s'inscrit dans le cadre de la labellisation de l'Institut Thématique Interdisciplinaire HealthTech par l'Initiative d'excellence. Le financement accordé par le programme « Investissements d'avenir » et validé en 2020 par un jury international comprend un budget conséquent pour la mise en place et la pérennisation de cette formation offerte par HealthTech, à savoir 2.3 millions d'euros pour les 8 ans du projet. Ce budget permet de créer des heures d'enseignement, sans imposer de suppression d'heure en parallèle afin de couvrir un surcoût éventuel. Au-delà du financement de nouvelles heures de face-à-face pédagogique, de nombreuses lignes budgétaires ont été prévues afin de permettre le déroulé de la formation dans les meilleures conditions possibles. Ainsi, le budget Idex (ANR-10-IDEX-0002) inclut l'achat de matériel informatique pour l'ensemble des étudiants de la formation (investissement de 20 ordinateurs effectués en 2021), ainsi que l'équipement d'une salle de cours dédiée (campus Illkirch). Le budget associé à la SFRI STRAT'US (ANR-20-SFRI-0012) inclut des bourses mensuelles pour les étudiants, ainsi que la prise en charge des frais d'inscription. En outre, le financement prévoit aussi des cours de FLE ainsi que d'immersion culturelle pour les étudiants internationaux, ainsi que la prise en charge de leurs frais de voyage complétée par une aide à l'installation.

La totalité des nouveaux enseignements créés seront réalisés sous la forme d'heures complémentaires. 1240 HeTD sont budgétisées sur les 8 ans du programme, réparties de la façon suivante :

- 600 HeTD en heures complémentaires pour les enseignants-chercheurs, chercheurs et autres experts
- 640 HeTD (10 x 64h) de missions complémentaires ou de vacations pour des doctorants souhaitant enseigner dans la formation

Pour l'année 2022/23, les heures créées et financées par HealthTech sont réparties de la façon suivante :

Heures créées & financées par l'ITI HealthTech	HeTD
<b>UE disciplinaires</b>	
Biomechanics	105
Modeling and simulation	41
Artificial intelligence (avec tutorat)	132
Imaging physics	86
Medical image processing	47
Medical robotics	42
Digital economies and management in medtech	105
<b>Tronc commun</b>	
Quantitative physiology	45
Creativity and innovation : an introduction	45
<b>Projets de recherche</b>	
M1 research project	20
M2 research project	50
<b>Autres UE</b>	
Medical image formation and processing	15
Initiation to scientific reporting	43
Initiation to research	8
<b>Total</b>	<b>784</b>

Ces **784** heures éq. TD de face-à-face pédagogique pour l'année 2022/23 correspondent à **40768€**, somme prévue et largement couverte dans la ligne budgétaire **SFRI STRAT'US (ANR-20-SFRI-0012)** du budget initial 2022 Healthtech.

## B. Paramétrage des droits d'inscription

### 1. Droits de base du diplôme

LICENCE ( ) ou MASTER (X)

Les frais d'inscription sont pris en charge pour les étudiants boursiers HealthTech dans le cadre du dispositif Mobil'ITI (proposition de dispositifs pour le soutien financier des étudiants) mis en place par la Mission Prospective et Stratégie (MIPS) et validé à la CFVU du 4 mai 2021.

### 2. Droits spécifiques

N/A

## Annexe

La figure 1 ci-dessous présente le schéma de principe du parcours de master Healthtech pour les étudiants boursiers de l'ITI. L'entrée peut se faire en M1 ou en M2 selon le cursus précédent des étudiants. Lors du semestre d'arrivée, tous les étudiants suivent l'UE de tronc commun à 6 ECTS. Pour une arrivée en M1 ils suivent aussi 3 des UE disciplinaires dont robotique médicale. Lors du S3 (1er semestre de la 2ème année), ces étudiants suivront les 3 UE disciplinaires restantes, dont traitement d'images médicales. Les étudiants entrant en M2 pourront choisir 2 UE disciplinaires parmi les 6. Dans tous les cas, les UE sur une même ligne dans le bloc UE disciplinaires de la figure 1 ne sont pas compatibles pendant le même semestre (par exemple il ne sera pas possible de suivre simultanément modélisation et simulation et imagerie physique).

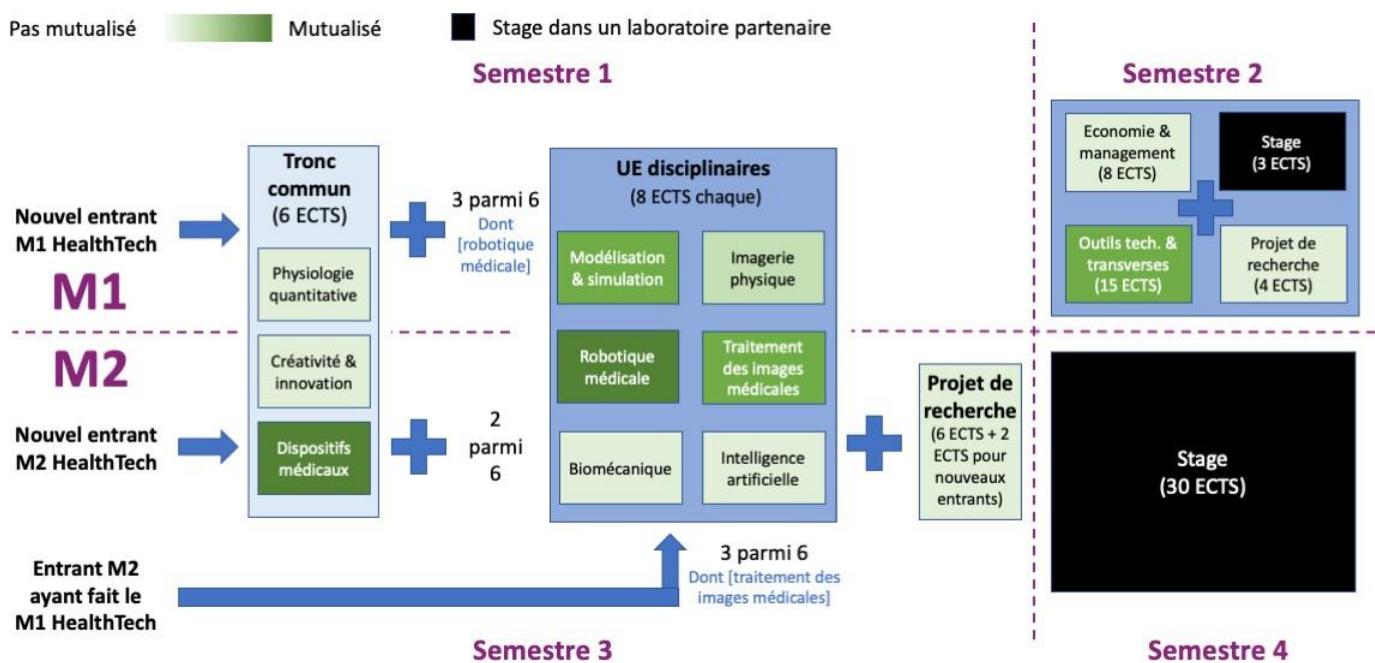


Fig. 1 Schéma de principe du parcours Healthtech avec UE disciplinaires partagées entre M1 et M2.

**M1 IRIV PROGRAM**  
**M1 HealthTech**  
**Training program for M1 incoming students**

**EP1D5BA1**

APOGEE CODE	Mutualisation	TEACHING UNITS & COURSES	MAIN LECTURER	NUMBER OF HOURS					COEF	ECTS	EVALUATION METHOD (MECC)
				LECTURES (CM)	INTEGRATED COURSES (CI)	TUTORIALS (TD)	PRACTICAL WORK (TP)	TOTAL			
<b>SEMESTER 1</b>											
<b>EP1DGS01</b>	--	<b>COMMON CORE [HT-ITI, HT-PM]</b>		<b>88</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>88</b>		<b>6</b>	
EP1DKM04		Quantitative physiology	J. Vappou	30				30	2		Final exam 1h45
EP1DGM01		Creativity and innovation: an introduction	M. Neukam, E. Ruiz	30				30	2		Continuous assessment
EP083M07	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTM)	Computer assisted medical interventions	B. Bayle, B. Rosa, O. Piccin, F. Na	28				28	2		Continuous assessment
LD22EM01		English	R. Piotto						-		Recognition of qualifications N/A
EP1DGM02		Scientific seminars							-		
	--	<b>HEALTHTECH DISCIPLINARY COURSES</b>		<b>101,60</b>	<b>49,60</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>260,63</b>		<b>24</b>	
<b>MANDATORY COURSES</b>											
<b>EP1DKU04</b>		<b>MEDICAL ROBOTICS [HT-ITI]</b>	<b>B. Bayle</b>	<b>47,25</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>91,25</b>		<b>8</b>	
EP1DKM05	Cours porté par HealthTech	Mathematics tutoring	F. Nageotte, B. Bayle	12				12	-		N/A
EP0E3M01	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTM)	Robotics	B. Bayle	14	12			26	3		Continuous assessment
EP083M03	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTM)	Pose estimation	F. Nageotte	14				14	1,5		Continuous assessment
EP083M04	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTM)	3D medical registration	F. Nageotte	10,5	12			22,5	2		Continuous assessment
New	Cours porté par HealthTech	Robot control	H. Omran	8,75	8			16,75	1,5		Continuous assessment
<b>EP1DKX01</b>	2 COURSES AMONG 4, one from bloc 1, one from bloc 2 (i.e. respecting following incompatibilities : not modeling and simulation & imaging physics, not AI & biomechanics)										
<b>BLOC 1</b>											
<b>EP1DKU05</b>		<b>MODELING AND SIMULATION [HT-ITI]</b>	<b>D. Baumgartner</b>	<b>42,75</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>98,75</b>		<b>8</b>	
EP1DKM06		Computer science tutoring	C. Essert	20				20	-		N/A
New	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTM)	Modeling of living systems	D. Baumgartner	20	0			20	2,5		Continuous assessment
EP083M13	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTM)	Real-time simulation	H. Courtecuissé	8,75	20			28,75	2,5		Continuous assessment
New	Cours porté par HealthTech	3D modeling and visualization	C. Essert, S. Thery	14	16			30	3		Continuous assessment
New		<b>IMAGING PHYSICS</b>	<b>J. Vappou</b>	<b>58</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>76</b>		<b>8</b>	
New		Introductory medical imaging	E. Breton	12	4			16	1,5		final exam 1h45
New	Cours porté par HealthTech	Biomedical acoustics	J. Vappou	12	4			16	1,75		final exam 1h45
New		MRI Physics	J. Lamy	12	4			16	2		final exam 1h45
New		Basics of optical imaging	A. Nahas	8	4			12	1,25		final exam 1h45
New	Cours porté par IRIV / IRMC	Advanced MRI and clinical applications	J. Vappou, L. Harsan	14	2			16	1,5		Continuous assessment
<b>BLOC 2</b>											
New		<b>BIOMECHANICS [HT-ITI]</b>	<b>N. Bahloul</b>	<b>38,00</b>	<b>38,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>76,00</b>		<b>8</b>	
New		Basics in continuum mechanics	S. Lahdi	8	8,00			16,00	2		final exam 2h
New		Mechanical behaviour of biological tissues	S. Chatelin, N. Bahloul	10	18,00			28,00	3		Continuous assessment
New		Multiscale modeling for complex biotissues	N. Bahloul, W. Azoti	8	4,00			12,00	1		Continuous assessment
New		Simulation in biomechanics	D. Baumgartner, B. Gomes	12	8,00			20,00	2		Continuous assessment
<b>EP1DKU06</b>		<b>ARTIFICIAL INTELLIGENCE [HT-ITI]</b>	<b>N. Padoy</b>	<b>68</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>88</b>		<b>8</b>	
EP1DKM06		Computer science tutoring	C. Essert	20				20	-		N/A
EP1DKM07		Introduction to AI	N. Padoy	12				12	1,5		Final exam 1 h
EP1DKM08		Machine learning	G. Exarchakis	20				20	2,5		Final exam 1 h
EP1DKM09		Deep learning	A. Karargyris	20				20	2,5		Final exam 1h
EP1DKM10		Selected topics in AI	N. Padoy, T. Lampert	16				16	1,5		Final exam 1h
				<b>TOTAL :</b>	<b>189,60</b>	<b>67,60</b>			<b>348,63</b>		<b>30</b>

APOGEE CODE	Mutualisation	TEACHING UNITS & COURSES	MAIN LECTURER	NUMBER OF HOURS					COEF	ECTS	EVALUATION METHOD (MECC)
				LECTURES (CM)	INTEGRATED COURSES (CI)	TUTORIALS (TD)	PRACTICAL WORK (TP)	TOTAL			
<b>SEMESTER 2</b>											
		<b>DIGITAL ECONOMICS AND MANAGEMENT IN MEDTECH</b>		<b>80</b>				<b>80</b>		<b>8</b>	
New	Cours porté par la FSEG (Master DS2E)	Innovation processes in MedTech	B. Mutet	20				20	2		Continuous assessment
New		Digital economy and Innovation	M. Vivarelli (DS2E)	10				10	1		Continuous assessment
New		Managerial and organisational implications of blockchain technologies	R. Guichardaz	10				10	1		Continuous assessment
New		Management of creativity	E. Ruiz	10				10	1		Continuous assessment
New		Monitoring Innovation processes	S. Bollinger	15				15	1,5		Continuous assessment
		Inventive Design	D. Cavallucci	15				15	1,5		Continuous assessment
		<b>TECHNICAL TRAINING</b>		<b>43,5</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	<b>87,50</b>		<b>9</b>	
New	CM porté par Healthtech - TP porté par TPS 2A	Medical image formation and processing	C. Collet, C. Meillier	10			14	24,00	2,5		Continuous assessment
EP082M20	Cours porté par TPS (ingénieurs 2A STS/TIS)	Computer vision	F. Nageotte	16,00				16,00	1,5		Continuous assessment
New	Cours porté par TPS (Master 1)	Mechatronics & Haptics	B. Bayle, M. Bednarczyk	17,5		30		47,5	5		Continuous assessment
		<b>RESEARCH PROJECT</b>						<b>120</b>		<b>4</b>	
		M1 Research project	F. Nageotte					120	120	4	Continuous assessment
	--	<b>TRANSVERSAL SKILLS</b>		<b>26</b>	<b>20</b>	<b>1,75</b>	<b>8</b>	<b>55,75</b>		<b>6</b>	
LD22DM01											
EP082M01	Cours porté par TPS (ingénieurs 2A TIS & 1A IR/SDIA)	English	R. Piotto						-		Recognition of qualifications
New		Optimization	H. Omran	14			1,75	8	23,75	2	Continuous assessment
		Initiation to scientific reporting	G. Gazzo	12	20			32	4		Continuous assessment
		<b>SUMMER INTERNSHIP</b>								<b>3</b>	
New		Written report								1	
New		Internship work								2	
				<b>TOTAL :</b>	<b>69,5</b>	<b>20</b>	<b>31,75</b>	<b>22</b>	<b>263,25</b>		<b>30</b>

EP1D5B01

APOGEE CODE	Mutualisation	TEACHING UNITS & COURSES	MAIN LECTURER	NUMBER OF HOURS					COEF	ECTS	EVALUATION METHOD (MECC)
				LECTURES (CM)	INTEGRATED COURSES (CI)	TUTORIALS (TD)	PRACTICAL WORK (TP)	TOTAL			
<b>SEMESTER 3</b>											
EP1DKS01				0	0	0	0	0		0	
EP1DKU01	--	COMMON CORE [HT-ITI, HT-PM]	R. Piotto						-		Recognition of qualifications
LD22EM01		English Scientific seminars							-		
New											
EP1DKU03	--	RESEARCH PROJECT [HT-ITI, HT-PM]		0	0	0	120	120		6	
New		Research project	J. Vappou, B. Naegel				120	120	1		Continuous assessment
	--	HEALTHTECH DISCIPLINARY COURSES		90,88	39,00	0,00	0,00	149,88		24	
		MANDATORY COURSES									
New		MEDICAL IMAGE PROCESSING [HT-ITI]	V. Noblet	62,50				62,50		8	
EP013M71	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A)	Introduction to medical image processing	V. Noblet	10,5				10,5	1,5		Final exam 1h
New		Advanced medical image processing : methods	V. Noblet, S. Faisan, B. Naegel	31				31	4		Final exam 1h
EP083M15	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTM)	Advanced medical image processing : modalities and medical insight	V. Noblet, C. Meillier, J. Vappou	21				21	2,5		Final exam 1h
EP1DKX		2 COURSES not taken during M1, one from bloc 1, one from bloc 2 (i.e. respecting following incompatibilities : not modeling and simulation & imaging physics, not AI & biomechanics)									
		<b>BLOC 1</b>									
EP1DKU05		MODELING AND SIMULATION [HT-ITI]	D. Baumgartner	42,75	36	0	0	98,75		8	
EP1DKM06		Computer science tutoring	C. Essert	20				20	-		N/A
New	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTM)	Modeling of living systems	D. Baumgartner	20	0			20	2,5		Continuous assessment
EP083M13	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTM)	Real-time simulation	H. Courtecuisse	8,75	20			28,75	2,5		Continuous assessment
New	Cours porté par HealthTech	3D modeling and visualization	C. Essert, S. Thery	14	16			30	3		Continuous assessment
New		IMAGING PHYSICS	J. Vappou	58	18	0	0	76		8	
New		Introductory medical imaging	E. Breton	12	4			16	1,5		final exam 1h45
New	Cours porté par HealthTech	Biomedical acoustics	J. Vappou	12	4			16	1,75		final exam 1h45
New		MRI Physics	J. Lamy	12	4			16	2		final exam 1h45
New		Basics of optical imaging	A. Nahas	8	4			12	1,25		final exam 1h45
New	Cours porté par IRIV / IRMC	Advanced MRI and clinical applications	J. Vappou, L. Harsan	14	2			16	1,5		Continuous assessment
		<b>BLOC 2</b>									
New		BIOMECHANICS [HT-ITI]	N. Bahlouli	38,00	38,00	0,00	0,00	76,00		8	
New		Basics in continuum mechanics	S. Lahdi	8	8,00			16,00	2		final exam 2h
New		Mechanical behaviour of biological tissues	S. Chatelin, N. Bahlouli	10	18,00			28,00	3		Continuous assessment
New		Multiscale modeling for complex biotissues	N. Bahlouli, W. Azoti	8	4,00			12,00	1		Continuous assessment
New		Simulation in biomechanics	D. Baumgartner, B. Gomes	12	8,00			20,00	2		Continuous assessment
EP1DKU06		ARTIFICIAL INTELLIGENCE [HT-ITI]	N. Padov	68	0	0	0	88		8	
EP1DKM06		Computer science tutoring	C. Essert	20				20	-		N/A
EP1DKM07		Introduction to AI	N. Padov	12				12	1,5		Final exam 1h
EP1DKM08		Machine learning	G. Exarchakis	20				20	2,5		Final exam 1h
EP1DKM09		Deep learning	A. Karargyris	20				20	2,5		Final exam 1h
EP1DKM10		Selected topics in AI	N. Padov, T. Lampert	16				16	1,5		Final exam 1h
		TOTAL :						269,88		30	

APOGEE CODE	Mutualisation	TEACHING UNITS & COURSES	MAIN LECTURER	NUMBER OF HOURS					COEF	ECTS	EVALUATION METHOD (MECC)
				LECTURES (CM)	INTEGRATED COURSES (CI)	TUTORIALS (TD)	PRACTICAL WORK (TP)	TOTAL			
<b>SEMESTER 4</b>											
EP1DLS01	--	END-OF-STUDIES INTERNSHIP								27	
EP19LM01		Master thesis oral defense							5		
EP19LM02		Master thesis written report							5		
EP19LM03		Internship work							17		
EP1DLU01	--	INITIATION TO RESEARCH								3	
EP1DLM01	Cours porté par HealthTech	Initiation to research	B. Bayle	5,25				5,25	3		Written report
		TOTAL :						5,25		30	

M2 IRIV PROGRAM

M2 HealthTech

Training program for incoming M2 students

EP1D5B01

APOGEE CODE	Mutualisation	TEACHING UNITS & COURSES	MAIN LECTURER	NUMBER OF HOURS					COEF	ECTS	EVALUATION METHOD (MECC)
				LECTURES (CM)	INTEGRATED COURSES (CI)	TUTORIALS (TD)	PRACTICAL WORK (TP)	TOTAL			
<b>SEMESTER 3</b>											
EP1DKU01	--	<b>COMMON CORE [HT-ITI, HT-PM]</b>		88	0	0	0	88		6	
EP1DKM04		Quantitative physiology	J. Vappou	30				30	2		Final exam 1h45
EP1DKM01		Creativity and innovation: an introduction	M. Neukam, E. Ruiz	30				30	2		Continuous assessment
EP083M07	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTM)	Computer assisted medical interventions	B. Bayle, B. Rosa, O. Piccin, F. Naegel	28				28	2		Continuous assessment
LD22EM01		English	R. Piotto	6				-	-		Recognition of qualifications N/A
New		Scientific seminars									
EP1DKU03	--	<b>RESEARCH PROJECT [HT-ITI, HT-PM]</b>		0	0	0	120	120		8	
EP1DKM02		M2 Research project	J. Vappou, B. Naegel				120	120	1		Continuous assessment
	--	<b>HEALTHTECH DISCIPLINARY COURSES</b>		101,80	44,00	0	0	121,50		16	
EP1DKX01		2 COURSES AMONG 6, at most one per bloc (i.e. respecting following incompatibilities : not modeling and simulation & imaging physics, not robotics & medical image processing, not AI & biomechanics)									
		<b>BLOC 1</b>									
EP1DKU05		<b>MODELING AND SIMULATION [HT-ITI]</b>	D. Baumgartner	62,75	36	0	0	98,75		8	
EP1DKM06	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTM)	Computer science tutoring	C. Essert	20				20	-		N/A
New		Modeling of living systems	D. Baumgartner	20	0			20	2,5		Continuous assessment
EP083M13	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTM)	Real-time simulation	H. Courtecuisse	8,75	20			28,75	2,5		Continuous assessment
New		3D modeling and visualization	C. Essert, S. Thery	14	16			30	3		Continuous assessment
New		<b>IMAGING PHYSICS</b>	J. Vappou	58	18	0	0	76		8	
New	Cours porté par HealthTech	Introductory medical imaging	E. Breton	12	4			16	1,5		final exam 1h45
New		Biomedical acoustics	J. Vappou	12	4			16	1,75		final exam 1h45
New		MRI Physics	J. Lamy	12	4			16	2		final exam 1h45
New	Cours porté par IRIV / IRMC	Basics of optical imaging	A. Nahas	8	4			12	1,25		final exam 1h45
New		Advanced MRI and clinical applications	J. Vappou, L. Harsan	14	2			16	1,5		Continuous assessment
		<b>BLOC 2</b>									
EP1DKU04		<b>MEDICAL ROBOTICS [HT-ITI]</b>	B. Bayle	59,25	32	0	0	91,25		8	
EP1DKM05	Cours porté par HealthTech	Mathematics tutoring	F. Nageotte, B. Bayle	12				12	-		N/A
EP0E3M01		Robotics	B. Bayle	14	12			26	3		Continuous assessment
EP083M03	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTM)	Pose estimation	F. Nageotte	14				14	1,5		Continuous assessment
EP083M04		3D medical registration	F. Nageotte	10,5	12			22,5	2		Continuous assessment
New	Cours porté par HealthTech	Robot control	H. Omran	8,75	8			16,75	1,5		Continuous assessment
New		<b>MEDICAL IMAGE PROCESSING [HT-ITI]</b>	V. Noblet	62,50				62,50		8	
EP013M71	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A)	Introduction to medical image processing	V. Noblet	10,5				10,5	1,5		Final exam 1h
New		Advanced medical image processing : methods	V. Noblet, S. Faisan, B. Naegel	31				31	4		Final exam 1h
EP083M15	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTM)	Advanced medical image processing : modalities and medical insight	V. Noblet, C. Meillier, J. Vappou	21				21	2,5		Final exam 1h
		<b>BLOC 3</b>									
New		<b>BIOMECHANICS [HT-ITI]</b>	N. Bahoulou	38,00	38,00	0,00	0,00	76,00		8	
New	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A)	Basics in continuum mechanics	S. Lahdi	8	8,00			16,00	2		final exam 2h
New		Mechanical behaviour of biological tissues	S. Chatelin, N. Bahoulou	10	18,00			28,00	3		Continuous assessment
New		Multiscale modeling for complex biotissues	N. Bahoulou, W. Azotil	8	4,00			12,00	1		Continuous assessment
New		Simulation in biomechanics	D. Baumgartner, B. Gomes	12	8,00			20,00	2		Continuous assessment
EP1DKU06		<b>ARTIFICIAL INTELLIGENCE [HT-ITI]</b>	N. Padoy	88	0	0	0	88		8	
EP1DKM06		Computer science tutoring	C. Essert	20				20	-		N/A
EP1DKM07		Introduction to AI	N. Padoy	12				12	1,5		Final exam 1h
EP1DKM08		Machine learning	G. Exarchakis	20				20	2,5		Final exam 1h
EP1DKM09		Deep learning	A. Karayrnis	20				20	2,5		Final exam 1h
EP1DKM10		Selected topics in AI	N. Padoy, T. Lampert	16				16	1,5		Final exam 1h
		TOTAL :									
								329,50		30	

APOGEE CODE	Mutualisation	TEACHING UNITS & COURSES	MAIN LECTURER	NUMBER OF HOURS					COEF	ECTS	EVALUATION METHOD (MECC)
				LECTURES (CM)	INTEGRATED COURSES (CI)	TUTORIALS (TD)	PRACTICAL WORK (TP)	TOTAL			
<b>SEMESTER 4</b>											
EP1DLS01	--	<b>END-OF-STUDIES INTERNSHIP</b>								27	
EP19LU01		Master thesis oral defense							5		
EP19LM01		Master thesis written report							5		
EP19LM02		Internship work							17		
EP1DLU01	--	<b>INITIATION TO RESEARCH</b>								3	
EP1DLM01	Cours porté par HealthTech	Initiation to research	B. Bayle	5,25				5,25	3		Written report
		TOTAL :									
								5,25		30	

EP1D5B03

APOGEE CODE	Mutualisation	TEACHING UNITS & COURSES	MAIN LECTURER	NUMBER OF HOURS					COEF	ECTS	EVALUATION METHOD (MECC)
				LECTURES (CM)	INTEGRATED COURSES (CI)	TUTORIALS (TD)	PRACTICAL WORK (TP)	TOTAL			
<b>SEMESTER 3</b>											
EP1DKU01	--	IMAGING AND IMAGE PROCESSING [HT-ITI, HT-DTMI, HT-PM]		21	0	0	0	21		3	
EP083M15	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTMI)	Advanced medical image processing : modalities and medical insight	V. Noblet, C. Meiller, J. Vappou	21				21	3		Final exam 1h
EP1DKU02	--	TRANSVERSAL SKILLS [HT-ITI, HT-DTMI, HT-PM]		30	0	28	0	30		3	
LD22EM01		English	R. Piotto			28			-		
EP1DKM01		Creativity and innovation: an introduction	M. Neukam, E. Ruiz	30				30	3		Recognition of qualifications Continuous assessment
EP1DKU08	--	CROSS-DISCIPLINARY TRAINING [HT-PM]		14,75	12	0	120	146,75		9	
New		Research project	J. Vappou, B. Naegel				120	120	6		Continuous assessment
EP083M06	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTMI)	Imaging technologies	V. Schuh, J.-P. Dillenseger	14,75	12			26,75	3		Continuous assessment
	--	HEALTHTECH COURSES		107,25	60	0	0	165,50		15	
EP1DKU04		MEDICAL ROBOTICS [HT-ITI, HT-DTMI, HT-PM]		78,5	24	0	0	100,75		9	
EP1DKM05	Cours porté par HealthTech	Mathematics tutoring	F. Nageotte, B. Bayle	12				12	-		N/A
EP0E3M01	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTMI)	Robotics	B. Bayle	14	12			26	3		Continuous assessment
EP083M03	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTMI)	Pose estimation	F. Nageotte	14				12,25	1		Continuous assessment
EP083M04	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTMI)	3D medical registration	F. Nageotte	10,5	12			22,5	2		Continuous assessment
EP083M07	Cours porté par HealthTech	Computer assisted medical interventions	B. Bayle, B. Rosa, O. Piccin, F. Na	28				28	3		Continuous assessment
EP1DKU05		MODELING AND SIMULATION [HT-ITI, HT-DTMI, HT-PM]		28,75	36	0	0	64,75		6	
EP1DKM06		Computer science tutoring	C. Essert	20				20	-		N/A
New	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS)	Modeling of living systems	D. Baumgartner	20	0			20	2		Continuous assessment
New	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS)	Biomécanique et simulation numérique	D. Baumgartner	0	16			16	1,5		Continuous assessment
EP083M13	Cours porté par TPS (ingénieurs 3A TIS DTMI)	Real-time simulation	H. Courtecuisse	8,75	20			28,75	2,5		Continuous assessment
				TOTAL :	173	72	28	120	363,25		30

APOGEE CODE	Mutualisation	TEACHING UNITS & COURSES	MAIN LECTURER	NUMBER OF HOURS					COEF	ECTS	EVALUATION METHOD (MECC)
				LECTURES (CM)	INTEGRATED COURSES (CI)	TUTORIALS (TD)	PRACTICAL WORK (TP)	TOTAL			
<b>SEMESTER 4</b>											
EP1DLS03	--	END-OF-STUDIES INTERNSHIP								27	
EP19LU01	--	Master thesis oral defense							5		
EP19LM01		Master thesis written report							5		
EP19LM02		Internship work							17		
EP1DLU01	--	INITIATION TO RESEARCH								3	
EP1DLM01	Cours porté par HealthTech	Initiation to research	B. Bayle	5,25				5,25	3		Written report
				TOTAL :	5,25				5,25		30

**MAQUETTE PÉDAGOGIQUE M1 IRIV**  
**Dominante HealthTech - TI Santé (HT-TIS)**  
**Cursus Ingénieur TI Santé**

EP155B12

CODE APOGEE	Mutualisation	UNITES D'ENSEIGNEMENT MATIERES	ENSEIGNANT RESPONSABLE	VOLUME HORAIRE					COEF	ECTS	MECC
				CM	CI	TD	TP	TOTAL			
<b>EP15GS09</b>											
EP15GU03	---	UE LANGUE [ASI-G, Phy-G, HT-TIS]		0	0	22	0	22	3	CC	
LD22CM01		Anglais	R. Piotto			22		22	3		CC
EP15GU07	---	UE MATHÉMATIQUES ET TRAITEMENT DU SIGNAL [ASI-T]		57,75	0	29,75	26	113,5	12		
EP012M01		Statistiques	F. Heitz, C. Meillier	7		10,5		17,5	2		CC
EP012M86		Traitement numérique du signal	Y. Takakura, C. Heinrich	10,5		10,5	7	28	3		CC
EP012M87		Traitement des signaux aléatoires	F. Heitz, C. Meillier, Y. Takakura	10,5		8,75	7	26,25	3		CC
EP082M04		Bases de données	F. Fabian	8,75			12	20,75	2		CC
EP12GM15		Biostatistiques	E-A. Sauleau, N. Meyer	21				21	2		CT 1h45
EP15GU11	---	UE PHYSIQUE APPLIQUÉE ET INSTRUMENTATION [ASI-T]		43,75	0	21	32	96,75	15		
EP082M06		Rhéologie des milieux continus	S. Chatelin	10,5		10,5		21	3,5		CC
EP082M10		Physique de l'imagerie médicale	E. Breton, S. Gioux, C. Blondet	10,5		10,5		21	3,5		CC
EP082M11		Physique et photonique	W. Uhring	5,25			16	21,25	3,5		CC
EP082M12		Microfluidique et salle blanche	N. Dumas, D. Funfschilling	8,75			12	20,75	3,5		CC
EP082M16		Micro-systèmes et bio-systèmes	C. Lallement, N. Dumas	8,75			4	12,75	1		CC + O
				<b>TOTAL :</b>	<b>101,5</b>	<b>0</b>	<b>72,75</b>	<b>58</b>	<b>232,25</b>		<b>30</b>

CODE APOGEE	Mutualisation	UNITES D'ENSEIGNEMENT MATIERES	ENSEIGNANT RESPONSABLE	VOLUME HORAIRE					COEF	ECTS	MECC
				CM	CI	TD	TP	TOTAL			
<b>EP15HS08</b>											
EP15HU06	---	UE SCIENCES HUMAINES [ASI-G, Phy-G, HT-TIS]		20,5	0	22	0	42,5	6		
LD22DM01		Anglais	R. Piotto			22		22	3		CC
EP012M20		Gestion financière	E. Vierling-Kovar	10,5				10,5	1,5		CC
EP012M93		Epistémologie et construction des savoirs 2	C. Collet	10				10	1,5		CC
EP15HU01	---	UE COMPÉTENCES TRANSVERSALES [ASI-T] [HT-T]		14	0	1,75	8	23,75	9		
EP082M01	<i>Cours porté par TPS (ingénieurs 2A TIS &amp; 1A IR/SDIA)</i>	Optimization	H. Omran	14		1,75	8	23,75	3		CC
EP082M13		Projet	H. Omran, A. Nahas			70		70	6		CC
EP15HU07	---	UE SIGNAUX, SYSTÈMES ET SANTÉ [ASI-T] [HT-T]		94,5	16	30	14	154,5	15		
EP082M07		Biomécanique et simulation numérique	D. Baumgartner	10,5	16			26,5	1,5		CC
EP082M31		Formation et traitement des images médicales	C. Collet, C. Meillier	21			14	35	4		CC
EP082M23		Procédures médicales et chirurgicales	J. Garnon, M. Ehlinger, S. Perretta	17,5				17,5	1,5		CC
EP082M25		Biologie et imagerie biologique	A-L. Duchemin (ESBS)	19,25				19,25	2		CC
EP0E2M01		Translation clinique	S. Gioux, M. Gora	8,75				8,75	1		CC
new	<i>Cours porté par TPS (Master 1)</i>	Mechatronics & Haptics	B. Bayle, M. Bednarczyk	17,5		30		47,5	5		CC
				<b>TOTAL :</b>	<b>129</b>	<b>16</b>	<b>53,75</b>	<b>22</b>	<b>220,75</b>		<b>30</b>

M2 IRIV PROGRAM  
HealthTech (HT-DTMi)  
Cursus spécifique aux étudiants Ingénieur TI Santé DTMi (compatibilité)

EP1D5B02

APOGEE CODE	Mutualisation	TEACHING UNITS & COURSES	MAIN LECTURER	NUMBER OF HOURS					COEF	ECTS	EVALUATION METHOD (MECC)
				LECTURES (CM)	INTEGRATED COURSES (CI)	TUTORIALS (TD)	PRACTICAL WORK (TP)	TOTAL			
<b>SEMESTER 3</b>											
EP1DKU02	---	IMAGING AND IMAGE PROCESSING [HT-ITI, HT-DTMi, HT-PM]		21	0	0	0	21		3	
EP1DKU01	---	Cours porté par TPS (Ingénieurs 3A TIS DTMi)	Advanced medical image processing : modalities and medical insight	V. Noblet, C. Meillier, J. Vappou	21			21	3		Final exam 1h
EP083M15		---	TRANSVERSAL SKILLS [HT-ITI, HT-DTMi, HT-PM]		0	0	0	0	56		3
EP1DKU02	---	Cours porté par TPS (Ingénieurs 3A TIS DTMi)	English	R. Piotto					-		Recognition of qualifications
LD22EM01			Entrepreneuriat	P. Gaden	28			28	-		Présence obl.
EP013M03			Computer assisted medical interventions	B. Bayle, B. Rosa, O. Piccin, F. Na	28			28	3		Continuous assessment
EP083M07			Cours porté par TPS (Ingénieurs 3A TIS DTMi)								
EP1DKU07	---	CROSS-DISCIPLINARY TRAINING [HT-DTMi]			51,25	32	0	0	83,25		9
EP013M63			Cours porté par TPS (Ingénieurs 3A TIS DTMi)	Inverse problems	Ch. Heinrich	10,5			10,5	1	
EP083M06			Cours porté par TPS (Ingénieurs 3A TIS DTMi)	Technologie des imageurs	V. Schuh, J.-P. Dillenseger	14,75	12		26,75	3	
New	Cours porté par HealthTech		Cours porté par HealthTech	Biomedical acoustics	J. Vappou	12	4		16	2	final exam 1h45
New	Cours porté par HealthTech			3D modeling and visualization	C. Essert, S. Thery	14	16		30	3	Continuous assessment
EP1DKU04	---	HEALTHTECH COURSES			59,25	60	0	0	155,25		15
EP1DKU04	---	MEDICAL ROBOTICS			50,5	24	0	0	90,5		8,5
EP1DKM05	Cours porté par HealthTech		Cours porté par HealthTech	Mathematics tutoring	F. Nageotte, B. Bayle	12			12	-	N/A
EP0E3M01			Cours porté par TPS (Ingénieurs 3A TIS DTMi)	Robotics	B. Bayle	14	12		26	3	Continuous assessment
EP083M03			Cours porté par TPS (Ingénieurs 3A TIS DTMi)	Pose estimation	F. Nageotte	14			14	1,5	Continuous assessment
EP083M04			Cours porté par TPS (Ingénieurs 3A TIS DTMi)	3D medical registration	F. Nageotte	10,5	12		22,5	2	Continuous assessment
New	Cours porté par HealthTech			Robot control	H. Omran	16			16	2	Continuous assessment
EP1DKU05	---	MODELING AND SIMULATION			8,75	36	0	0	64,75		6,5
New			Cours porté par TPS (Ingénieurs 3A TIS DTMi)	Modeling of living systems	D. Baumgartner	24,20	0		20	2	Continuous assessment
New			Cours porté par TPS (Ingénieurs 2A TIS)	Biomécanique et simulation numérique	D. Baumgartner		16		16	1,5	Continuous assessment
EP083M13			Cours porté par TPS (Ingénieurs 3A TIS DTMi)	Real-time simulation	H. Courtecuisse	8,75	20		28,75	3	Continuous assessment
				TOTAL :					315,50		30

APOGEE CODE	Mutualisation	TEACHING UNITS & COURSES	MAIN LECTURER	NUMBER OF HOURS					COEF	ECTS	EVALUATION METHOD (MECC)
				LECTURES (CM)	INTEGRATED COURSES (CI)	TUTORIALS (TD)	PRACTICAL WORK (TP)	TOTAL			
<b>SEMESTER 4</b>											
EP1DLS02	---	END-OF-STUDIES INTERNSHIP								27	
EP19LU01	---	Cours porté par HealthTech	Master thesis oral defense						5		
EP19LM01			Master thesis written report						5		
EP19LM02			Internship work						17		
EP19LU01	---	INITIATION TO RESEARCH								3	
EP1DLM01	Cours porté par HealthTech	Initiation to research	B. Bayle	5,25				5,25	3		Written report
				TOTAL :	5,25			5,25		30	

# **Syllabus complet en français pour**

## **Master IRIV - parcours Healthtech**

Inclut les cours aux niveaux M1 et M2

Inclut les cours pour tous les publics étudiants:

- Boursiers de l'ITI Healthtech,
- Etudiants de Télécom Physique Strasbourg en formation TIS (M1) et en option TIS-DTMI (M2),
- Etudiants de Polytechnique Montréal en double diplôme

### **Table des matières**

Cours de tronc commun M1 et M2 et projet de recherche .....	p. 2
UE disciplinaires M1 et M2 .....	p. 6
1er semestre M1 pour TIS .....	p. 40
2ème semestre M1 pour boursiers ITI .....	p. 54
2ème semestre M1 pour TIS .....	p.63
Cours spécifiques M2 pour TIS-DTMI pendant le 1er semestre (S3) .....	p. 78
Deuxième semestre de M2 (S4) .....	p. 84

# **Cours de tronc commun M1 et M2 et projet de recherche**

## PHYSIOLOGIE QUANTITATIVE

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone  Autre(s) enseignant(s)	Jonathan Vappou, Chargé de Recherche au CNRS <a href="mailto:jvappou@unistra.fr">jvappou@unistra.fr</a> , 03 88 11 91 32  N/A	
<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre Coefficient = ECTS Volume horaire	EP1BKM05 Master - 2A - HealthTech - S3 3 30h CM	
<b>EXAMENS</b> Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>Session 1</b> <b>examen écrit 1h45</b> <b>Oui</b> <b>Formulaire A4 R/V</b> <b>Oui</b>	<b>Session 2</b> <b>à compléter</b> <b>Oui / Non</b>  <b>Oui / Non</b>
<b>Prérequis</b> Physique classique niveau licence ; Equations différentielles linéaires ; bases anatomiques collège/lycée		
<b>Objectifs du cours</b> Donner les bases de l'anatomie et de la physiologie humaines de manière descriptive, fonctionnelle et quantitative		
<b>Programme détaillé</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Bases de l'anatomie</li> <li>● Appareil respiratoire et circulatoire, appareil digestif, appareil urinaire, système nerveux central, anatomie musculosquelettique</li> <li>● Bases de la physiologie cellulaire et mécanotransduction</li> <li>● Approche quantitative biomécanique du système cardiovasculaire et pathologies cardiovasculaires</li> </ul>		
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Travaux dirigés sur la modélisation mécanique du système cardiovasculaire		
<b>Compétences acquises</b> Connaissances générales des grandes fonctions du corps humain et de son organisation anatomique ; Connaissance approfondie du système cardiovasculaire et des pathologies et de sa modélisation physique.		

## COMPUTER ASSISTED MEDICAL INTERVENTIONS

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Bernard BAYLE, Professeur des Universités <a href="mailto:bernard.bayle@unistra.fr">bernard.bayle@unistra.fr</a> , C135 03 68 85 48 62
Autre(s) enseignant(s)	Florent NAGEOTTE, Olivier PICCIN, Benoit ROSA

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP083M07 Ingénieur - 3A - TIS DTMI - S9
Coefficient = ECTS Volume horaire	Master HealthTech - S1/S3 3/2 (HealthTech) 28h CM

<b>EXAMENS</b>	<b>Session 1</b>	<b>Session 2</b>
Durée  Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	CC incluant une synthèse bibliographique avec présentation	Synthèse bibliographique et présentation orale

<b>Prérequis</b> Bases de l'anatomie, notions de technologie.
--

<b>Objectifs du cours</b> Compréhension des enjeux de la conception de solutions (notamment robotisées) pour l'assistance aux gestes médicaux et chirurgicaux.
---

<b>Programme détaillé</b> Introduction - Concepts, historique, marché, état de l'Art, enjeux. Les différentes facettes des dispositifs médicaux : sujets scientifiques et technologiques, sujets industriels, normes, certifications, propriété intellectuelle. Robotique médicale : <ul style="list-style-type: none"><li>• Chirurgie digestive robotisée - Systèmes, problèmes posés, solutions existantes.</li><li>• Chirurgie cardiaque robotisée - Systèmes, problèmes posés, solutions existantes.</li><li>• Radiologie interventionnelle robotisée - Systèmes, problèmes posés, solutions existantes.</li></ul>
---

<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Mini-projets, exposés écrits ou oraux : <ul style="list-style-type: none"><li>• Analyse d'un problème médical sous l'angle de son assistance</li><li>• Compréhension des enjeux réglementaires</li><li>• Compréhension de l'état de l'Art et des problèmes ouverts</li></ul>
---

<b>Compétences acquises</b> Compréhension et analyse des problématiques pratiques des dispositifs médicaux, notamment robotisés.
---

## INTRODUCTION A LA CREATIVITE ET L'INNOVATION

Responsable Adresse mail Numéro de téléphone	Marion Neukam, Maître de conférences <a href="mailto:mneukam@unistra.fr">mneukam@unistra.fr</a>
Autre(s) enseignant(s)	Emilie Ruiz

Code APOGEE Formation - Année - Option - Semestre Coefficient = ECTS Volume horaire	Master - 2A - HealthTech - S3 2 30h CM
--	--

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	Contrôle continu	à compléter <i>Oui / Non</i>  <i>Oui / Non</i>

<b>Prérequis</b> Motivation pour l'innovation, ouverture d'esprit, curiosité, volonté de réaliser.
<b>Objectifs du cours</b> Ce cours a pour objectif d'introduire les notions de base d'une gestion de projet. Les étudiants auront une sensibilisation à la gestion de projet «classique» basée sur l'approche Prince2 principalement. A la fin du cours, il est possible qu'un bref élargissement vers la gestion de projet agile soit intégré en fonction des intérêts des étudiants.
<b>Programme détaillé</b> •Chapitre 1. Introduction-Définition, Description de l'équipe de projet, Variables du projet •Chapitre 2. P(lan) et D(o)-Définir la qualité du projet, le timing ainsi que les coûts(SWOT, Benefits ReviewPlan, Risk Analysis, Gantt planning,WBS, Stakeholder management,...) •Chapitre 3. C(heck) et A(ct)-Comment suivre son planning et comment mesurer les écarts •Chapitre 4. Clôture du projet-Quelques remarques
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Ateliers créatifs pour accompagner les projets étudiants
<b>Compétences acquises</b> A la fin du cours, les étudiants seront capables de suivre l'approche PDCA (Plan Do Check Act) et donc de planifier un projet de A à Z ainsi que de suivre l'avancement de ce projet.

## PROJET DE RECHERCHE

**Responsable**  
Jonathan VAPPOU, Chargé de recherche CNRS  
[jvappou@unistra.fr](mailto:jvappou@unistra.fr), IHU  
03 90 41 35 45

Autre(s) enseignant(s) Benoît Naegel, Professeur

**Code APOGEE** EP1BKM03  
Formation - Année - Option - Semestre Master - 2A HealthTech - S3  
Coefficient = ECTS 8 pour les nouveaux entrants, 6 pour les étudiants ayant suivi le M1 HT  
Volume horaire 120h TP (correspondant aux heures en présentiel des étudiants au sein du laboratoire)

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	CC - -	N/A

### Prérequis

Pas de prérequis particulier. Les étudiants se verront proposer un projet en relation avec leur parcours et leurs souhaits en recherche.

### Objectifs du cours

Les objectifs pédagogiques consistent à initier les étudiants à la pratique de la recherche :

- Organisation du travail, le cas échéant relations au sein d'une équipe de recherche
- Mises en place de méthodes de travail afin d'atteindre les objectifs fixés : organisation du temps, respect de contraintes et des risques
- Autonomie

### Programme détaillé

Les projets seront proposés par les chercheurs de l'Institut Thématique Interdisciplinaire (ITI) HealthTech. Ils porteront sur des projets interdisciplinaires dont l'application finale est de faire progresser les connaissances, méthodes et technologies de l'information pour la santé.

Le programme suivra les phases habituelles d'un projet de recherche :

- Analyse du problème posé et recherche bibliographique
- Le cas échéant reproduction de résultats de l'état de l'art
- Identification des pistes de recherches originales
- Travail de recherche original

### Applications (TD, TP ou projets)

Tous les domaines de l'ITI HealthTech : biomécanique, imagerie médicale, traitement des images médicales, instrumentation, robotique, informatique, sciences des données, économie et gestion.

### Compétences acquises

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura appris à organiser son travail pour atteindre un objectif précis qui lui sera proposé. Cette démarche de formation par la recherche lui permettra d'acquérir une autonomie grandissante. Par ailleurs, il aura acquis des compétences techniques en lien avec les sujets traités.

## UE disciplinaires M1 et M2

- **Intelligence Artificielle .....** p.7
- **Robotique médicale .....** p.12
- **Modelisation et Simulation .....** p.17
- **Traitement d'Images Médicales.....**p.21
- **Biomécanique .....** p.26
- **Imagerie Physique .....** p.33

## TUTORAT INFORMATIQUE

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone  Autre(s) enseignant(s)	Caroline Essert, Professeur des Universités <a href="mailto:essert@unistra.fr">essert@unistra.fr</a> , C227a 03 68 85 43 63  "N/A"
---	--

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre Coefficient = ECTS Volume horaire	EP1BKM07 Master - 2A - HealthTech - S3  - 20h CM
---	--

<b>EXAMENS</b> Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>Session 1</b> <b>Ce cours est un tutorat qui ne fait pas l'objet d'une évaluation</b>	<b>Session 2</b> <b>Ce cours est un tutorat qui ne fait pas l'objet d'une évaluation</b>
---	---	---

<b>Prérequis</b> Aucun	
<b>Objectifs du cours</b> Mettre à niveau les non-informaticiens en algorithmique et langage impératif Python	
<b>Programme détaillé</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Notions de base pour la programmation informatique</li><li>Types de données élémentaires, constantes, variables, expressions, instructions, structures de contrôle (conditionnelles et boucles)</li><li>Fonctions et types de données composées (n-uplets et listes)</li><li>Notion générale d'algorithme, algorithmes itératifs et récursifs permettant de créer, interroger, trier, traiter différents types de données</li><li>Bases de la méthodologie de résolution de problèmes : analyse et représentation d'un problème, décomposition fonctionnelle, notions de pré-condition et post-condition et élaboration de jeux de tests</li></ul>	
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Programmation d'algorithmes simples en Python	
<b>Compétences acquises</b> A l'issue de ce cours, l'étudiant saura proposer un algorithme pour résoudre un problème, le mettre en œuvre sous forme d'un programme en langage Python, le tester pour vérifier son fonctionnement.	

## INTRODUCTION A L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Nicolas PADOY, Prof. <a href="mailto:npadoy@unistra.fr">npadoy@unistra.fr</a> +33 (0)3 88 11 90 46
Autre(s) enseignant(s)	N/A

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre Coefficient = ECTS Volume horaire	EP1BKM08 Master - 2A - HealthTech - S3 1 12h CM
---	--

<b>EXAMENS</b> Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>Session 1</b>	<b>Session 2</b>
	1h <b>Non</b>	à compléter <i>Oui / Non</i> <i>Oui / Non</i>

<b>Prérequis</b> Programmation, structures de données, python
<b>Objectifs du cours</b> L'objectif de ce cours est de donner une introduction générale à l'Intelligence Artificielle et à ses applications.
<b>Programme détaillé</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Problèmes et défis en intelligence artificielle</li> <li>- Applications de l'IA</li> <li>- Python pour l'IA</li> <li>- Algorithmes de recherche</li> <li>- Algorithmes pour les jeux à deux joueurs</li> <li>- Ethique</li> </ul>
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Exemples en vision par ordinateur, jeux et autres applications réelles.
<b>Compétences acquises</b> Compréhension du potentiel et des limitations de l'intelligence artificielle ; capacité à résoudre des premiers problèmes d'IA.

## APPRENTISSAGE PAR ORDINATEUR

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Georgios Exarchakis, Dr. <a href="mailto:georgios.exarchakis@ihu-strasbourg.eu">georgios.exarchakis@ihu-strasbourg.eu</a>
Autre(s) enseignant(s)	N/A

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre Coefficient = ECTS Volume horaire	EP1BKM09 Master - 2A - HealthTech - S3 2,5 20h CM
---	--

<b>EXAMENS</b>	<b>Session 1</b>	<b>Session 2</b>
Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	1h Oui <b>uniquement polycopié de cours (annotations autorisées)</b> Oui	<i>à compléter</i> Oui / Non Oui / Non

<b>Prérequis</b> Algèbre linéaire, optimisation, probabilités, statistiques, python.
<b>Objectifs du cours</b> Présentation des méthodes classiques d'apprentissage par ordinateur et de leurs applications.
<b>Programme détaillé</b> Fondamentaux de l'apprentissage Prétraitement des données Réduction de dimensionnalité Méthodes d'apprentissage supervisées Méthodes d'apprentissage non-supervisées Régularisation Arbres de décision, forêts aléatoires Machines à vecteur de support Modèles de Markov cachés Evaluation des modèles d'apprentissage Modèles graphiques
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Mise en pratique des techniques présentées pour analyser et classifier des données provenant de modalités et de tâches différentes.
<b>Compétences acquises</b> Compréhension des algorithmes d'apprentissage par ordinateur et de leur mise en œuvre pour la régression et la classification.

## APPRENTISSAGE PROFOND

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Alexandros Karargyris, Chercheur IHU. alexandros.karargyris@ihu-strasbourg.eu
Autre(s) enseignant(s)	N/A

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre Coefficient = ECTS Volume horaire	EP1BKM10 Master - 2A - HealthTech - S3 2,5 20h CM
---	--

<b>EXAMENS</b> Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>Session 1</b>  <b>1h</b> <b>Oui</b> <b>uniquement polycopié de cours (annotations autorisées)</b> <b>Oui</b>	<b>Session 2</b>  <b>à compléter</b> <b>Oui / Non</b>  <b>Oui / Non</b>
---	--	--

<b>Prérequis</b> Algèbre linéaire, optimisation, apprentissage par ordinateur, python.
<b>Objectifs du cours</b> Apprentissage des méthodes de Deep Learning (réseaux de neurones, apprentissage profond) et de leur utilisation dans le contexte de la vision par ordinateur.
<b>Programme détaillé</b> Fondamentaux Fonctions de coût Rétro-propagation du gradient Réseaux convolutionnels Fonctions d'activation Entraînement des réseaux en pratique Transfert d'apprentissage, auto-supervision Visualisation des réseaux Réseaux neuronaux récurrents Exemples d'architectures pour certaines applications Librairies et utilisation du GPGPU
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Mise en pratique des techniques présentées pour construire des réseaux convolutionnels dédiés à certaines applications de vision par ordinateur.
<b>Compétences acquises</b> Compréhension et mise en oeuvre des réseaux de neurones pour des tâches de vision par ordinateur. Définition, entraînement et utilisation des réseaux convolutionnels sur différents cas pratiques, telle que la classification d'images et la détection d'objets.

## SUJETS CHOISIS EN INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Nicolas PADOY, Prof. <a href="mailto:npadoy@unistra.fr">npadoy@unistra.fr</a> +33 (0)3 88 11 90 46
Autre(s) enseignant(s)	Thomas Lampert

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre Coefficient = ECTS Volume horaire	EP1BKM11 Master - 2A - HealthTech - S3 1,5 16h CM
---	--

<b>EXAMENS</b> Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>Session 1</b> <b>1h</b> <b>Non</b>	<b>Session 2</b> <i>à compléter</i> <i>Oui / Non</i> <i>Oui / Non</i>
---	---	--

<b>Prérequis</b> Apprentissage par ordinateur, apprentissage profond
<b>Objectifs du cours</b> L'objectif de ce cours est d'explorer certains sujets en Intelligence Artificielle et en Apprentissage Profond ainsi que leurs applications dans les domaines des jeux et de la vision par ordinateur.
<b>Programme détaillé</b> - Agents & environnements - Apprentissage par renforcement - Apprentissage par renforcement profond - Modèles génératifs - Réseaux antagonistes génératifs - Wasserstein GANs
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Exemples à partir de jeux et d'applications en vision par ordinateur.
<b>Compétences acquises</b> Compréhension de certaines méthodes d'IA récentes et leur mise en oeuvre pratique.

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Bernard Bayle, Professor <a href="mailto:bernard.bayle@unistra.fr">bernard.bayle@unistra.fr</a> , C135 03 68 85 48 62
Autre(s) enseignant(s)	Florent Nageotte, Maître de conférences

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre Coefficient = ECTS Volume horaire	EP1BKM06 Master - 2A HealthTech - S3 - 12h CM
---	--

<b>EXAMENS</b> Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>Session 1</b> <b>Non</b>	<b>Session 2</b> <i>Non</i>
---	--------------------------------	--------------------------------

<b>Prérequis</b> Aucun	
<b>Objectifs du cours</b> Fournir les bases mathématiques (algèbre et analyse) nécessaires à la compréhension des développements mathématiques élémentaires en robotique, vision par ordinateur et automatique.	
<b>Programme détaillé</b> - analyse : fonction d'une et plusieurs variable(s) - algèbre et calcul matriciel - résolution de systèmes linéaires et non-linéaires - géométrie dans l'espace et géométrie projective - nombres complexes - transformée de Laplace, de Fourier et transformée en Z	
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Exemples d'utilisation en robotique et vision par ordinateur	
<b>Compétences acquises</b> Après ce cours, les étudiants auront acquis ou revu les bases mathématiques utilisées en robotique médicale et vision par ordinateur géométrique.	

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone Autre(s) enseignant(s)	Bernard Bayle, Professeur des Universités <a href="mailto:bernard.bayle@unistra.fr">bernard.bayle@unistra.fr</a> , C135, 03 68 85 48 62
---	---

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP0E3M01 Ingénieur - 3A - TIS DTMI - S9 Master HealthTech - S1/S3
Coefficient = ECTS Volume horaire	3 14h CM, 12h CI

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée		1h
Documents autorisés	Oui	Oui
<i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	Documents de cours Oui	Documents de cours Oui

#### Prérequis

Calcul matriciel, algèbre et géométrie élémentaires, mécanique élémentaire.

#### Objectifs du cours

Donne une bonne vue d'ensemble de la manipulation robotique, en reliant les problèmes de conception, de modélisation et de génération de mouvements.

#### Programme détaillé

- Bases de la technologie et de la conception des robots.
- Transformations et mouvements rigides - Notations et définitions.
- Description des bras manipulateurs - Chaîne cinématique d'un bras manipulateur, paramètres de Denavit-Hartenberg, relations géométriques, relations cinématiques.
- Modélisation des bras manipulateurs - Configuration et situation d'un bras manipulateur, modèle géométrique direct, modèle géométrique inverse, modèle cinématique. Notions de dynamique.
- Génération et contrôle des mouvements. Les différents problèmes : commande point à point, commande à mouvement opérationnel imposé, commande d'interaction.

#### Applications (TD, TP ou projets)

Tutoriel : TMS-robot, de la modélisation au contrôle du mouvement.

#### Compétences acquises

Après ce cours, l'étudiant sera capable de comprendre les problèmes de manipulation robotique, de développer des modèles et d'implémenter des stratégies élémentaires de contrôle du mouvement.

## ESTIMATION DE POSE

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Florent Nageotte <a href="mailto:Nageotte@unistra.fr">Nageotte@unistra.fr</a> , 03 88 11 90 68, bureau IHU
Autre(s) enseignant(s)	“N/A”

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP083M03 Ingénieur - 3A TIS DTMI - S9
Coefficient = ECTS Volume horaire	Master - 2A HealthTech - S3 1 14h CM

<b>EXAMENS</b> Durée	<b>Session 1</b>	<b>Session 2</b>
Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	CC: lecture articles ou TP et CT 1h45 Oui Polycopié + note personnelles Oui	1h Oui Polycopié + note personnelles Oui

<b>Prérequis</b> modalités d'imagerie médicale, bases de traitement d'images, bases d'optimisation numérique
<b>Objectifs du cours</b> Ce cours a pour objectif de présenter les problèmes inverses et les méthodes de résolution pour retrouver la pose d'un objet connu ou inconnu par rapport à un système d'imagerie ou par rapport à d'autres objets. Ces problèmes se posent de façon importante dans le domaine de l'assistance aux gestes médico-chirurgicaux et en particulier en robotique médicale. Le cours décrira les différents problèmes mathématiques à résoudre selon le type d'imagerie utilisée (imagerie 3D, imagerie à projection perspective ou à coupe), les solutions couramment utilisées et leurs défauts ainsi que les difficultés et singularités rencontrées.
<b>Programme détaillé</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Introduction aux problèmes de mesure dans l'assistance aux gestes médicaux</li> <li>● Modèles géométriques des systèmes d'imagerie</li> <li>● Mesures et étalonnage en imagerie 3D</li> <li>● Reconstruction de pose en imagerie perspective : méthodes analytiques et numériques</li> <li>● Reconstruction de pose en imagerie à coupe</li> <li>● Stéréoscopie, vision active et structure from motion</li> <li>● Effets des bruits de mesure</li> <li>● Détermination de poses relatives d'objets</li> </ul>
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Analyse de documents scientifiques sur la mesure en projection perspective, comparatif sous Matlab de solutions d'estimation de pose en projection perspective
<b>Compétences acquises</b> A l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura conscience des problématiques de la mesure en imagerie médicale et connaîtra les méthodes de vision par ordinateur permettant de faire de la mesure 3D à partir d'imageurs médicaux

## RECALAGE MÉDICAL 3D

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Florent Nageotte, Maître de Conférences <a href="mailto:Nageotte@unistra.fr">Nageotte@unistra.fr</a> , 03 90 49 35 38, bureau IHU	
Autre(s) enseignant(s)	“N/A”	
<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP083M04 Ingénieur - 3A - TIS DTMI - S9	
Coefficient = ECTS Volume horaire	Master - 2A -HealthTech - S3 2 / 1.5 (HealthTech) 10.5h CM, 12h CI	
<b>EXAMENS</b> Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>Session 1</b> CC: CT 1h30 + TP noté Oui Polycopié + note personnelles Oui	<b>Session 2</b> 1h30 Oui Polycopié + note personnelles Oui
<b>Prérequis</b> Vision par ordinateur / estimation de pose, robotique de base, automatique de base, programmation matlab		
<b>Objectifs du cours</b> Ce cours a pour objectif de présenter les solutions de positionnement dans les salles d'opérations, en particulier pour des applications robotiques. Il balaye les méthodes conventionnelles de recalage 3D statique utilisées dans les domaines de la chirurgie orthopédique, de la neurochirurgie ou de la radiologie interventionnelle. Les méthodes plus avancées de recalage dynamique sont également présentées ainsi que leur extension au domaine des asservissements visuels sous imageur médical.		
<b>Programme détaillé</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Problèmes de recalage (nécessité, objectifs, utilisations, premiers exemples)</li><li>• Méthodes de mise en correspondance (utilisation d'éléments discriminants, ICP, RANSAC)</li><li>• Méthodes d'étalonnage main / oeil (“eye-to-hand”)</li><li>• Propagation d'incertitudes</li><li>• Présentation de solutions existantes (avantages, limitations)</li><li>• Recalage dynamique : prise en compte des mouvements du patient</li><li>• Asservissement visuel : commande en temps-réel des robots médicaux : possibilités, limitations</li></ul>		
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Travail pratique / projet : résolution sous matlab d'un problème de recalage médical, évaluation de l'effet du bruit sur la qualité du recalage		
<b>Compétences acquises</b> A l'issue de cet enseignement, l'étudiant connaîtra un large panel de solutions utilisées pour le recalage 3D. Il saura appréhender un problème de recalage et proposer des solutions en fonction de contraintes liées à l'environnement médical.		

## La commande des robots manipulateurs

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Hassan OMRAN, Maître de Conférences <a href="mailto:homran@unistra.fr">homran@unistra.fr</a> , bureau C129 +33 (0)3 68 85 44 71
Autre(s) enseignant(s)	Maciej Bednarczyk

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre Coefficient = ECTS Volume horaire	EPXXXXXX Master HealthTech - S1/S3 1.5 8.75h CM, 8h CI
---	---

<b>EXAMENS</b>	<b>Session 1</b>	<b>Session 2</b>
Durée	1h30	1h
Documents autorisés	Oui	Oui
<i>Si oui, lesquels :</i>	5 pages (A4) de notes manuscrites	5 pages (A4) de notes manuscrites
Calculatrice école autorisée	Oui	Oui

<b>LIENS DE TÉLÉCHARGEMENT</b>	Support de cours	Annales
--------------------------------	------------------	---------

### Prérequis

Cours de robotique et initiation au ROS. Des notions de base en Automatique ne sont pas obligatoires mais recommandées.

### Objectifs du cours

Ce cours permet aux élèves d'obtenir des outils pour la modélisation et la commande avancée des robots

### Programme détaillé

#### Modélisation (dynamique) :

Formalisme Lagrangien  
Newton-Euler

#### Schémas de contrôle en mouvement

Computed torque  
PD avec compensation de gravité  
Commande basée passivité  
Apprentissage itératif  
Régulation dans l'espace cartésien

#### Schémas de contrôle en force

Contrôle en force  
Commande hybride force/mouvement  
Contrôle en impédance  
Contrôle en compliance

### Applications (TD, TP ou projets)

Laboratoire : contrôle d'un robot Niryo à l'aide de ROS

### Compétences acquises

A l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de modéliser la dynamique d'un système robotique, de synthétiser et d'implémenter des stratégies de commande pour contrôler le mouvement, la force ou l'interaction.

## SIMULATION TEMPS RÉEL

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Dr Hadrien COURTECUISSE <a href="mailto:hcourtecuisse@unistra.fr">hcourtecuisse@unistra.fr</a>
Autre(s) enseignant(s)	N/A

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP083M13 Ingénieur - 3A - TIS DTMI - S9 Master - 2A - HealthTech - S3
Coefficient = ECTS Volume horaire	2.5 (HealthTech) 8.75h CM, 24h CI

<b>EXAMENS</b> Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>Session 1</b>	<b>Session 2</b>
	CC : TP + CT 2h <i>Oui</i>  <b>Non</b>	<i>à compléter</i> <i>Oui / Non</i>  <i>Oui / Non</i>

<b>Prérequis</b> Ce cours fait suite au cours «Modèle des systèmes vivants». Une bonne connaissance du système linux ainsi qu'un bon niveau de programmation C++ est attendu.
<b>Objectifs du cours</b> L'objectif de ce cours sera d'acquérir les notions théoriques et pratiques pour réaliser des simulations par éléments fini en temps réel. Une implémentation d'un modèle éléments fini linéaire sera également réalisée au travers d'un TP.
<b>Programme détaillé</b> Les aspects théoriques de ce cours aborderont les principaux concepts permettant de réduire les temps de calculs des modèles éléments finis pour produire des simulations interactives. Nous étudierons les principaux composants d'une simulation interactive (calcul de la déformation, détection des collisions réponse aux contacts). Les aspects numériques seront étudiés en détail notamment les méthodes d'intégration temporelle (implicites/explicites), les solveurs d'équation linéaire et non linéaire et les formats de stockage de matrices creuse.
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Les aspects théoriques de ce cours seront mis en œuvre au travers d'un TP qui consistera à proposer une implémentation temps réel d'un modèle élément fini linéaire. Un squelette de code sera fourni pour gérer les aspects visualisation et interaction avec le modèle déformable. Le travail consistera à implémenter les fonctions d'algèbre linéaire, de calcul mécanique et d'intégration temporelle. Le programme utilisera les maillages générés pendant le TP « modèle des systèmes vivants »
<b>Compétences acquises</b> - Programmation C++ - Implémentation d'un modèle Elément fini temps réel - Méthodes d'intégration temporelle

# MODELISATION DES SYSTEMES VIVANTS

Responsable	Daniel BAUMGARTNER, Maître de Conférences
Adresse mail	<a href="mailto:daniel.baumgartner@unistra.fr">daniel.baumgartner@unistra.fr</a> , bureau C415
Numéro de téléphone	+33 (0)3 68 85 44 37

Autre(s) enseignant(s)	Baptiste Gomes
Code APOGEE	EP083M12
Formation - Année - Option - Semestre	XXX
Coefficient = ECTS	2 / 2
Volume horaire	20h CM, 0h CI, 0h TD, 0h TP, 0h Project

EXAMENS	Session 1 <i>Fourniture de modèles numériques et de résultats de simulations</i> Yes / No N/A Yes / No N/A	Session 2 <i>Fourniture de modèles numériques et de résultats de simulations</i> Yes / No N/A Yes / No N/A
---------	---	---

LIENS DE TELECHARGEMENT	N/A	N/A
-------------------------	-----	-----

Prérequis
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bases de mécanique des milieux continus</li> <li>• Bases d'analyse numérique</li> <li>• Bases d'algèbre linéaire</li> </ul>

Objectifs du cours
L'objectif principal de ce cours est d'être capable de modéliser, au moyen de la méthode des éléments finis, un système vivant basique et son interaction potentielle avec un environnement extérieur donné.

Programme détaillé
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Etape 1 = 4h CM</b> – Eléments techniques d'utilisation d'un code de calcul commercial (Altair Hyperworks) + Bases de la modélisation et de la simulation numériques</li> <li>• <b>Etape 2 = 4h CM</b> – Modélisation du segment tête-cou dans un contexte traumatique consécutif à un impact sur la tête (accidents dans les transports ou lors d'activités physiques, chutes domestiques)</li> <li>• <b>Etape 3 = 4h CM</b> – Modélisation du système de l'équilibre humain dans un contexte de vertige ou d'instabilité légère (physiologie normal et approche du dysfonctionnement pathologique)</li> <li>• <b>Etape 4 = 4h CM</b> – Modélisation des fractures fémorales/tibiales péri- et inter-prothétiques dans un contexte d'orthopédie et de traumatologie (approche chirurgicale)</li> <li>• <b>Etape 5 = 4h CM</b> – Sujet libre de modélisation d'un segment anatomique donné dans un cadre à définir</li> </ul>

Applications
Les exemples abordés sont issus de problématiques classiques en biomécanique, allant de l'exploration fonctionnelle et de la compréhension du système de l'équilibre, à l'orthopédie (avec une représentation de la fracture osseuse et sa prédition), en passant par de la traumatologie générale de tissus biologiques mous ou durs. L'outil principal utilisé est la suite de logiciels Altair Hyperworks. D'autres outils tels Comsol Multiphysics peuvent aussi être abordés.

Compétences acquises
----------------------

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant est capable de modéliser de manière numérique un système vivant et son interaction potentielle avec un environnement extérieur proprement défini, au moyen d'un code de calcul commercial (Analyse par éléments finis).

Responsable Adresse mail Numéro de téléphone	Caroline ESSERT, Maître de conférences <a href="mailto:essert@unistra.fr">essert@unistra.fr</a> , bureau C227a, +33 (0)3 68 85 43 63
Autre(s) enseignant(s)	Sylvain THERY

Code APOGEE Formation - Année - Option - Semestre Coefficient = ECTS Volume horaire	EPXXXXXX Master - 1A/2A HealthTech - S1/S3 3 14h CM, 16h CI
--	--

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<i>Projet à rendre</i> <i>Oui / Non</i>  <i>Oui / Non</i>	<i>N/A</i> <i>Oui / Non</i>  <i>Oui / Non</i>

LIENS DE TÉLÉCHARGEMENT	Support de cours	Annales
-------------------------	------------------	---------

<b>Prérequis</b> Algorithmique et programmation en python.
<b>Objectifs du cours</b> Ce cours à la fois théorique et pratique présentera les bases de la modélisation géométrique et de la visualisation, ainsi que des algorithmes de parcours et manipulation de maillages 3D. Une partie pratique sera réalisée avec la prise en main de 3D Slicer et des bibliothèques vtk et itk.

<b>Programme détaillé</b> 1) Bases de la modélisation 3D : types d'objets 3D, maillages surfaciques (à base de triangles) et volumiques (à base de tétraèdres), algorithme des marching cubes pour la reconstruction 3D, notions de topologie, algorithmes de parcours de triangles, génération / modification de maillages, détection de doublons, homogénéisation / filtrage / amélioration de maillages. 2) Bases de la visualisation : modèles d'éclairage, textures, lancer de rayons 3) Bases de l'utilisation des bibliothèques vtk et itk : structures de données usuelles, utilisation des algorithmes sous forme de filtres, quelques algorithmes basiques, mise en pratique 4) Application des notions avec prise en main du logiciel 3D Slicer : initiation à l'interface utilisateur, architecture base/composants, data manager, visualisation 2D-3D. Puis initiation à la programmation sous Slicer : code direct dans la console python, programmation de modules / extensions python. Rappels sur les GUI et le mécanisme des fonctions callback, programmation de widgets Qt. Récupération des objets vtk dans Slicer, interaction avec les objets de type volumes (images 3D), modèles (maillages), points interactifs, ou objets générés (sources), modification des objets via un programme, application de filtres. 5) La place de la modélisation géométrique dans la chirurgie guidée par l'image : utilisation des maillages en planning pré-opératoire et guidage intra-opératoire, optimisation géométrique, notions de réalité virtuelle et augmentée. Théorie, exemples, et cas d'usage.
--

<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Les applications des notions vues en cours se feront dans le logiciel 3D Slicer, avec utilisation des bibliothèques vtk et itk, et de façon annexe Qt.
---

<b>Compétences acquises</b> A l'issue de cet enseignement, l'étudiant saura visualiser et manipuler des maillages 3D, réaliser des opérations sur ces maillages de façon interactive ou programmatique à l'aide de vtk/itk et 3D Slicer.
---

## TRAITEMENT D'IMAGES MÉDICALES

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Vincent Noblet, Ingénieur de recherche <a href="mailto:vincent.noblet@unistra.fr">vincent.noblet@unistra.fr</a> , bureau C211, 03 68 85 44 89
Autre(s) enseignant(s)	-

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP013M71 Ingénieur - 3A - ISSD - S9
Coefficient = ECTS Volume horaire	Master - 2A ID G / HCI / HealthTech 1 / 1,25 / 1,5 / 3 10.50h CM

<b>EXAMENS</b> Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>Session 1</b>	<b>Session 2</b>
	1h Non	Non

### Prérequis

Traitements des signaux bidimensionnels.  
Outils fondamentaux en vision par ordinateur.

### Objectifs du cours

Ce cours a pour objectif de donner une vue d'ensemble des problématiques et spécificités liées à l'analyse et au traitement des images médicales et de mettre en pratique des méthodes de traitement appliquées à des images médicales via un langage de programmation scientifique et l'utilisation de logiciels dédiés.

### Programme détaillé

- Rappel des modalités d'imagerie médicale
- Place de l'image dans le domaine médical
- Particularités de l'image médicale : multimodalité, dimensionnalité,...
- Visualisation : multiplanaire, MIP, 3D, ...
- Format de fichier : dicom, nifti
- Recalage : mesures de similarité, modèles de transformation, déformation d'images, méthodes par apprentissage, applications
- Segmentation : notion *d'a priori*, segmentation multi-atlas, sur les relations spatiales, la topologie et la forme, applications

### Applications (TD, TP ou projets)

- Prise en main d'un logiciel de visualisation et de traitement d'images médicales (itksnap)
- illustrations de différents concepts relatifs au recalage d'images médicales (matlab ou python)
- implémentation d'une méthode de segmentation (matlab ou python)

### Compétences acquises

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura une vue d'ensemble de quelques outils de traitement d'images médicales récents et des problèmes rencontrés dans l'analyse de ces images. A l'aide des outils acquis, il sera en mesure de maîtriser une chaîne de traitement d'images médicales et de développer de nouveaux algorithmes.

# TRAITEMENT D'IMAGES MÉDICALES AVANCÉ : méthodes

**Responsable**  
Adresse mail  
Numéro de téléphone

Vincent Noblet, Ingénieur de recherche  
[vincent.noblet@unistra.fr](mailto:vincent.noblet@unistra.fr), bureau C211,  
03 68 85 44 89

**Autre(s) enseignant(s)**

Sylvain Faisan, Denis Fortun, Mary Mondino, Benoît Naegel, Farid Ouhmich, Marion Sourty

**Code APOGEE**  
Formation - Année - Option - Semestre

EPXXX  
Master - 2A - HealthTech - S3

**Coefficient = ECTS**  
Volume horaire

4  
31h CM

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée	1h	1h
Documents autorisés	Non	Non
<i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	Non	Non

<b>Prérequis</b> Outils fondamentaux de traitement d'image et du signal Traitements des images médicales Dispositifs d'imagerie médicale Problèmes inverses Analyse statistique / régression	
<b>Objectifs du cours</b> Ce cours a pour but de présenter des méthodes avancées de traitement d'images appliquées au contexte spécifique de l'imagerie biomédicales.	
<b>Programme détaillé</b>  <b>Reconstruction et problèmes inverses (D. Fortun, 4h)</b> : Présentation des concepts fondamentaux pour la résolution de problèmes inverses en reconstruction d'images, pour diverses modalités d'imagerie.  <b>Radiomiques (F. Ouhmich, 4h)</b> : Introduction au concept des caractéristiques radiomiques extraits à partir d'images scanner X et leur utilisation comme biomarqueur clinique.  <b>Détection de changements (V. Noblet, 4h)</b> : contexte et pré-requis, les types de changements à mesurer, atrophie cérébrale, évolution des lésions en imagerie morphologique  <b>Etude de populations en neuro-imagerie (M. Mondino, 4h)</b> : Présentation de la méthode Voxel-Based Morphometry (VBM) et mise en pratique en utilisant le langage Python et ses bibliothèques.  <b>Réduction de dimension et apprentissage de variétés (S. Faisan, 4h)</b> : Présentation de méthodes linéaires (ACP) et non-linéaires (ISOMAP, LLE, VAE) et de leurs intérêts et applications en imagerie médicale.  <b>Théorie des graphes et analyse de la connectivité (M. Sourty, 4h)</b> : Découverte des outils de la théorie des graphes pour l'analyse topologique des réseaux cérébraux.  <b>Morphologie mathématique (B. Naegel, 6h)</b> : Concepts fondamentaux en morphologie mathématique. Opérateurs binaires, opérateurs en niveaux de gris. Reconstruction géodésique,	

	<p>opérateurs connexes. Segmentation par ligne de partage des eaux. Mise en pratique avec le langage Python et la librairie scikit-image.</p>
	<p><b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Certains concepts présentés seront illustrés via l'utilisation de logiciel de traitement d'image médicale ou de langage de programmation scientifique (python ou matlab).</p>
	<p><b>Compétences acquises</b> A l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura appris à analyser et à mettre en œuvre des méthodes avancées permettant la résolution de certains problèmes de traitement d'images médicales.</p>

Responsable	Vincent Noblet, Ingénieur de recherche
Adresse mail	<a href="mailto:vincent.noblet@unistra.fr">vincent.noblet@unistra.fr</a> , bureau C211,
Numéro de téléphone	03 68 85 44 89

Autre(s) enseignant(s)	Céline Meillier, Philippe Meyer, Mickaël Ohana, Chrystelle Po, Jonathan Vappou
------------------------	--

Code APOGEE	EP083M15
Formation - Année - Option - Semestre	Ingénieur - 3A TIS DTMI - S9
Coefficient = ECTS	Master - 2A - IRMC HCI / Médecins + HealthTech - S3
Volume horaire	2 / 2,5 / 3 21h CM

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée	1h	1h
Documents autorisés	Non	Non
<i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	Non	Non

<b>Prérequis</b> Outils fondamentaux de traitement d'image et du signal Traitements des images médicales Dispositifs d'imagerie médicale Problèmes inverses Analyse statistique / régression
<b>Objectifs du cours</b> Ce cours a pour but de présenter des problématiques avancées de traitement d'images médicales spécifiques à certaines modalités d'imagerie (IRM de diffusion, IRM fonctionnelle, élastographie) et certaines applications (imagerie préclinique, imagerie diagnostique, radiothérapie).
<b>Programme détaillé</b> <b>IRM de diffusion (V. Noblet, 4h):</b> rappel sur la physique de l'acquisition, correction de distorsion et d'artéfacts, estimation du tenseur de diffusion, caractérisation et visualisation des propriétés de diffusion, extraction des faisceaux de fibres de la substance blanche, problèmes classiques de traitement en IRM de diffusion (interpolation, recalage, détection de changement, construction d'atlas), applications médicales.  <b>Imagerie fonctionnelle (C. Meillier, 4h) :</b> acquisition (effet BOLD, notion de paradigme) et traitement (modèle linéaire général pour la théorie et SPM pour la pratique)  <b>Elastographie (J. Vappou, 4h) :</b> traitement des données et images IRM dans le cadre de l'Elastographie par Résonance Magnétique (ERM). Utilisation de problèmes inverses pour l'estimation de propriétés biomécaniques.  <b>Imagerie préclinique (C. Po, 4h) :</b> Rappel des techniques d'imagerie préclinique, modèles animaux et spécificités des rongeurs par rapport à l'Homme, fusion d'images multimodales, segmentation.  <b>Le point de vue du radiologue (M. Ohana, 2h) :</b> besoins réels du point de vue de l'utilisateur, défis actuels en imagerie médicale et exemples concrets d'applications.  <b>Le point de vue du physicien médical (Ph. Meyer, 2h) :</b> Exemples d'applications et développement de l'apprentissage profond dans le workflow de radiothérapie.

	<p><b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Certains concepts présentés seront illustrés via l'utilisation de logiciel de traitement d'image médicale ou de langage de programmation scientifique (python ou matlab).</p>	
	<p><b>Compétences acquises</b> A l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura appris à analyser et à mettre en œuvre des méthodes permettant la résolution de certains problèmes avancés de traitement d'images médicales.</p>	

## Introduction à la Mécanique des Milieux Continus (MMC)

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Safaa Lhadi Kahlouche, Enseignante-chercheuse <a href="mailto:slhadi@unistra.fr">slhadi@unistra.fr</a> , bureau XXX, +33 (0)6 21 25 02 35
Autre(s) enseignant(s)	N/A

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre Coefficient = ECTS Volume horaire	EPXXXXXX 2022 X / Y 08h CM, 08h CI, XXh TD, XXh TP, XXh Projet
---	---

<b>EXAMENS</b> Durée 2h Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	Session 1	Session 2
	<b>à compléter</b> <i>Oui / Non</i>	<b>à compléter</b> <i>Oui / Non</i>
	<i>Oui / Non</i>	<i>Oui / Non</i>

LIENS DE TÉLÉCHARGEMENT	Support de cours	Annales
-------------------------	------------------	---------

### Prérequis

Algèbre linéaire (calcul matriciel, changement de base, valeurs propres), Calcul différentiel (fonctions à plusieurs variables), Mécanique du point matériel, Mécanique des solides rigides.

### Objectifs du cours

Ce cours a pour but d'introduire les concepts de base de la mécanique des solides déformables (mécanique des milieux continus) pour des matériaux homogènes isotropes ou anisotropes à comportement élastique linéaire.

### Programme détaillé

#### 1) Introduction de la MMC et rappel des outils mathématiques utilisés en MMC :

- Définition d'un milieu continu, rappel de la mécanique des particules et de la mécanique des corps rigides puis introduction de la MMC dans le cas où le solide se déforme et quelques exemples des domaines d'application de la MMC.
- Hypothèses de continuité en MMC et ses limites.
- Rappel des outils mathématiques utiles en MMC (calcul des valeurs propres et vecteurs propres associés d'une matrice, dérivation d'une fonction à plusieurs variables, produit matriciel, produit scalaire, vecteur gradient, divergence et théorème de la divergence...).

#### 2) Contraintes dans un milieu continu :

- Rappel des actions mécaniques externes.
- Définition du tenseur des contraintes  $\sigma$  d'ordre 2 et du vecteur de contraintes en un point.
- Équations d'équilibre local.
- Contraintes principales, directions principales et invariants du tenseur des contraintes.
- Présentation graphique plane de l'état des contraintes par le Cercle de Mohr.
- État de contraintes particulières (état de traction ou de compression uniaxiale, état de contraintes planes et pseudo-planes, état de contraintes de révolution, contraintes de cisaillement pur...).
- Critères de limites d'élasticité (critère de Von Mises, critère de Tresca).

#### 3) Déformations d'un milieu continu :

- Transformation d'un milieu continu : définition du vecteur déplacement  $U$ , tenseur gradient de déformation  $F$  et tenseur de déformation Green-Lagrange  $E$ .
- Détermination du tenseur des déformations linéaires  $\epsilon$  en utilisant l'hypothèse des petites perturbations.

- Etude du tenseur des déformations : interprétation des termes diagonaux et des termes non diagonaux.
- Déformations principales, directions principales et invariants du tenseur des déformations.
- Conditions de compatibilité des déformations.
- Etat de déformations particulières (dilatation isotrope, extension simple, glissement simple, déformation plane...).

#### 4) Loi de comportement reliant contrainte et déformation en élasticité linéaire :

- Présentation de la loi de Hooke généralisée et définition du tenseur d'élasticité  $C$  d'ordre 4 et son inverse  $S$ , tenseur de souplesse.
- Expressions du tenseur d'élasticité pour les différents types d'anisotropie de matériaux (triclinique, monoclinique, orthotrope, transverse isotrope et isotrope).
- Exemple 1 : états de contraintes particuliers et les tenseurs de déformations associés par la loi de Hooke.
- Exemple 2 : états de déformations particuliers et les tenseurs de contraintes associés par la loi de Hooke.
- Présentation du problème d'élastostatique et méthodes de résolution : méthode des déplacements et méthode des forces.

#### Applications (TD, TP ou projets)

Les applications se font en TD : une série d'exercices à traiter pour chaque chapitre.

#### Compétences acquises

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura appris à

- Comprendre et quantifier les déformations et contraintes dans un milieu continu solide.
- Trouver les corrélations entre le champ de déplacement des points constituant le milieu et les efforts intérieurs et extérieurs pour les matériaux homogènes à comportement élastique linéaire.

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Nadia Bahlouli, Professeur <a href="mailto:nadia.bahloulil@unistra.fr">nadia.bahloulil@unistra.fr</a> , bureau 114, +33 (0)3 68 85 29 54
Autre(s) enseignant(s)	Wiyao AZOTI

<b>Code APOGEE</b>	EPXXXXXX
Formation - Année - Option - Semestre	
Coefficient = ECTS	X / Y
Volume horaire	8h CM, 4hT CI

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée	<i>Code de calcul à rendre</i>	<i>Code de calcul à rendre</i>
Documents autorisés	Oui / Non	Oui / Non
<i>Si oui, lesquels :</i>		
Calculatrice école autorisée	Oui / Non	Oui / Non

LIENS DE TÉLÉCHARGEMENT	Support de cours	Annales

#### Prérequis

Les prérequis pour ce cours sont MMC, calculs tensoriels

#### Objectifs du cours

Ce cours a pour but de donner les outils pour calculer et dimensionner les structures anatomiques et les matériaux anisotropes en introduisant les notions d'échelles d'observations et de transition d'échelle en mécanique pour obtenir des Comportements équivalents.

La mécanique des milieux continus est limitée à des outils permettant de modéliser le comportement des matériaux solides à une échelle macroscopique. L'échelle et la notion de microstructure du matériau constitutif est absente et simplement représentée par des propriétés équivalentes. Mais il est clairement observé que à l'échelle de la microstructure, les matériaux peuvent être hétérogènes et anisotropes. Le comportement mécanique observé à l'échelle macroscopique résulte de mécanismes physiques élémentaires actifs à l'échelle de la microstructure.

Ce cours présente les notions d'échelles et de séparation d'échelles, et son influence sur le comportement observé. La définition d'un Volume Élémentaire Représentatif sera étudiée. Les principales méthodes de changement d'échelles seront présentées et permettront de déduire le comportement effectif d'un matériau hétérogène à partir de la connaissance de sa microstructure, mais aussi d'estimer les contraintes locales à l'intérieur d'une microstructure. L'illustration de ces changements d'échelles sera abordée à travers l'étude de différents tissus biologiques mous et rigides et de composites très utilisés dans les systèmes médicaux. Un code de calcul sera à développer dans le cadre d'un projet afin de valider cet enseignement.

#### Programme détaillé

##### Plan du cours

- Notions d'échelles et vocabulaire
- Homogénéisation des milieux aléatoires
- Composite à renforts particulaires : modèles micromécaniques
- Composites à fibres longues : homogénéisation stratifiée
- Généralités sur les composites hautes performances
- Comportement d'un pli unidirectionnel dans et en dehors de ses axes d'orthotropie
- Résistance à l'échelle des plis
- Théorie des Poutres à sections composites
- Théorie Plaques stratifiées

○

### Applications (TD, TP ou projets)

Exemples traités, démonstrations de logiciel, de maquettes, visites, TPs, Projets, ...

- Application à des tissus biologiques mous (peaux, muscles, vaisseaux, ..)
- Application à des tissus biologiques rigides (séminaire de Wiyao Azoti sur l'os)
- Applications à un système médical (prothèses, orthèses, ..)
- Projet : Développement d'un code de calcul permettant de calculer les propriétés effectives

### Compétences acquises

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura appris à modéliser et caractériser le comportement mécanique des matériaux complexes, plus particulièrement les tissus mous et rigides et les organes biologiques, dont l'architecture complexe leur confère un comportement très spécifique. Ils seront capables d'utiliser les résultats de ces calculs dans un code numérique. Les techniques expérimentales classiques sont peu satisfaisantes pour ce type de matériaux. La caractérisation mécanique des tissus mous sera traitée dans le cours de S ; Chatelin et la caractérisation des os dans le cours de ...

## BIOMÉCANIQUE / COMPORTEMENT MÉCANIQUE DES TISSUS BIOLOGIQUES

**Responsable** Simon CHATELIN  
Adresse mail [schatelin@unistra.fr](mailto:schatelin@unistra.fr)  
Numéro de téléphone +33 (0)3 90 41 35 45

Autre(s) enseignant(s) Nadia BAHLOULI, Philippe CLAVERT

**Code APOGEE** EPXXXXXX  
Formation - Année - Option - Semestre XXX  
Coefficient = ECTS X / Y  
Volume horaire 10h CM, 18h CI, 0h TD, 0h TP, 0h Projet

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée	<i>Contrôle continu</i>	<i>Oral</i>
Documents autorisés	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>
<i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<i>Non</i>	<i>Non</i>

LIENS DE TÉLÉCHARGEMENT	Support de cours	Annales

### Prérequis

Students will be expected to demonstrate a basic understanding of:

- Mécanique des milieux continus et calcul tensoriel (ces prérequis seront fournis par le sujet "BASES EN MECANIQUE DES MILIEUX CONTINUS" de Safaa LHADI enseigné comme préliminaire à ce cours)
- Algèbre linéaire

### Objectifs du cours

L'objectif principal de cette conférence est de donner les bases en termes de : (1) caractérisation expérimentale, que ce soit *ex vivo* par des méthodes rhéologiques ou des tests mécaniques conventionnels ou *in vivo* via l'imagerie des propriétés mécaniques (élastographie, en lien avec une conférence sur l'imagerie médicale pour la biomécanique par Jonathan VAPPOU) ; et (2) lois de comportement mécanique et rhéologique appliquées aux tissus biologiques. Deux approches distinctes seront successivement développées : les caractérisations expérimentales et les lois constitutives mécaniques les plus adaptées aux tissus mous biologiques (avec des caractéristiques propres à chaque tissu : cerveau, foie, muscle, cœur,...), puis celles inhérentes aux tissus durs (tissu osseux).

L'extension des modèles constitutifs rhéologiques proposés dans ce cours à l'analyse mécanique multi-échelle (de la cellule à l'organe) se fera ultérieurement dans le thème "MODELISATION MULTIECHELLE DES TISSUS BIOLOGIQUES COMPLEXES" par Nadia BAHLOULI et Wyao AZOTI. Autrement, ce cours fournit les bases de la caractérisation des tissus biologiques mous et durs à des fins essentiellement médicales, mais aussi des notions complémentaires et nécessaires à la simulation numérique des organes par la méthode des éléments finis telle que proposée dans le thème "MODELISATION ET SIMULATION NUMERIQUES" par Daniel BAUMGARTNER.

### Programme détaillé

L'enseignement sera découpé de la façon suivante :

- **Track 1** = 6h CM - Principales méthodes de caractérisation mécanique des tissus mous, Chargé de cours : Simon CHATELIN
- **Track 2** = 4h CM - Lois comportementales des tissus mous, Chargé de cours : Simon CHATELIN
- **Track 3** = 6h CI – Biomécanique, caractérisation mécanique des os/tissus rigides, Chargé de cours : Philippe CLAVERT

- **Track 4** = 4h TP – Préparation d'échantillons biologiques et tests mécaniques, Chargé de cours : Nadia BAHLOULI, Simon CHATELIN
- **Track 5** = 4h TD - Identification de lois de comportement à partir de données expérimentales pour la modélisation des tissus mous biologiques, Chargé de cours : Simon CHATELIN
- **Track 6** = 4h CI – Comportement constitutif et identification des paramètres pour le tissu osseux, Chargé de cours : Nadia BAHLOULI

#### Applications (TD, TP ou projets)

Les principales applications de cet enseignement concernent la modélisation numérique des organes (os et tissus mous) que ce soit dans l'étude des blessures traumatiques, la biomécanique sportive, la simulation numérique pour les procédures médicales et chirurgicales assistées par ordinateur ou le développement de prothèses. Une application majeure de la caractérisation mécanique expérimentale enseignée ici, notamment *in vivo*, se trouve dans la pratique médicale, autour du diagnostic des pathologies des organes mous, de la radiologie interventionnelle et du contrôle haptique pour la robotique médicale.

#### Compétences acquises

A la fin de ce cours, l'étudiant aura acquis les compétences nécessaires pour connaître les principales caractéristiques mécaniques des tissus biologiques (mous et osseux), les principales méthodes pour les caractériser et leurs principaux modèles rhéologiques ainsi que leurs principales applications actuelles. L'étudiant sera également capable d'identifier ces modèles rhéologiques constitutifs afin de les implémenter dans des modèles éléments finis, comme proposé ensuite dans le thème "MODELISATION ET SIMULATION NUMERIQUES" par Daniel BAUMGARTNER.

Responsable	Daniel BAUMGARTNER, Maître de Conférences <a href="mailto:daniel.baumgartner@unistra.fr">daniel.baumgartner@unistra.fr</a> , bureau C415
Adresse mail	
Numéro de téléphone	+33 (0)3 68 85 44 37
Autre(s) enseignants(s)	Baptiste Gomes

Code APOGEE	EPXXXXXX
Formation - Année - Option - Semestre	XXX
Coefficient = ECTS	2 / 2
Volume horaire	12h CM, 8h CI, 0h TD, 0h TP, 0h Project

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée		
Documents autorisés	<i>Fourniture de modèles numériques et de résultats de simulations</i>	<i>Fourniture de modèles numériques et de résultats de simulations</i>
<i>Si oui, lesquels :</i>	Yes / No N/A	Yes / No N/A
Calculatrice école autorisée	Yes / No N/A	Yes / No N/A

LIENS DE TELECHARGEMENT	N/A	N/A
-------------------------	-----	-----

#### Prérequis

- Bases de mécanique des milieux continus
- Bases d'analyse numérique
- Bases d'algèbre linéaire

#### Objectifs du cours

L'objectif principal de ce cours est d'être capable de modéliser un phénomène biomécanique basique, pour ensuite le simuler numériquement.

#### Programme détaillé

- **Etape 1 = 4h CM** – Eléments techniques d'utilisation d'un code de calcul commercial (Altair Hyperworks) + Bases de la modélisation et de la simulation numériques
- **Etape 2 = 4h CI** – Maillage d'un milieu continu (matériau, biomatériau, tissu biologique)
- **Etape 3 = 4h CI** – Implémentation de comportement physique, d'algorithme de résolution numérique, de conditions aux limites et de conditions initiales, de chargement extérieur, d'interface de contact et de contrôle du modèle (condition de simulation)
- **Etape 4 = 8h CM** – Simulation (lancement, durée, contrôle du pas de temps) et exploitation des résultats (pertinence, robustesse numérique, validation vis à vis de données ou de mesures expérimentales)

#### Applications

Les exemples abordés sont issus de la biomécanique du segment tête-cou, de l'exploration du système de l'équilibre, de l'orthopédie (incluant la représentation de la fracture osseuse et sa prédiction), de la traumatologie générale des tissus biologiques mous ou durs.

L'outil principal utilisé est la suite de logiciels Altair Hyperworks. D'autres outils tels Comsol Multiphysics peuvent aussi être abordés.

#### Compétences acquises

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant est capable de modéliser un phénomène biomécanique de manière numérique, au moyen d'un code de calcul commercial (Analyse par Eléments Finis).



## Introduction à l'imagerie médicale

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Elodie Breton, IR ebreton@unistra.fr +33 (0)3 90 41 35 43
Autre(s) enseignant(s)	Jean-Philippe Dillenseger

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EPXXXXXX
Coefficient = ECTS	1.5 / 8
Volume horaire	12H CM, 4H CI

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée	<i>1h45, examen écrit</i>	<i>1H</i>
Documents autorisés	<i>Oui</i>	<i>Non</i>
<i>Si oui, lesquels :</i>	<i>Formulaire A4 R/V</i>	
Calculatrice école autorisée	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>

LIENS DE TÉLÉCHARGEMENT	Support de cours	Annales
-------------------------	------------------	---------

<b>Prérequis</b> Physique classique (Niveau M1), Mathématiques (Niveau L3)
<b>Objectifs du cours</b> Ce cours a pour objectif d'introduire les principes et notions généraux autour de l'imagerie médicale, et d'introduire brièvement les principes physiques des différentes techniques d'imagerie et leurs utilisations cliniques (imagerie rayons X, SPECT/PET, IRM, ultrasons)

<b>Programme détaillé</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Introduction aux technologies de l'imagerie médicale et aux images</li><li>Bases physiques de l'imagerie X, de l'instrumentation et de l'imagerie CT</li><li>Bases physiques et instrumentation de l'imagerie nucléaire</li><li>Bases physiques et instrumentation de l'IRM</li><li>Bases physiques et instrumentation de l'imagerie ultrasonore</li><li>Complémentarité et aspects médico-économiques de l'imagerie médicale</li></ul>
---

<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> TP : Atelier « Hands-on » sur dispositifs d'imagerie
---

<b>Compétences acquises</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Compréhension des propriétés physiques derrière une image numérique</li><li>Compréhension des différences entre différentes modalités d'imagerie</li><li>Compréhension du domaine d'utilisation clinique de chaque modalité</li><li>Possibilité de discuter d'applications spécifiques avec des spécialistes de l'imagerie médicale</li><li>Bases pour le cours de « Bases physiques de l'IRM »</li></ul>
---

Responsable	Jonathan Vappou, CR CNRS
Adresse mail	jvappou@unistra.fr
Numéro de téléphone	+33 (0)3 90 41 35 45

Autre(s) enseignant(s) Vincent Schuh

Code APOGEE	EPXXXXXX
Formation - Année - Option - Semestre	
Coefficient = ECTS	1.75 / 8
Volume horaire	12H CM, 4H CI

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée	<b>1h45, examen écrit</b>	<b>1H</b>
Documents autorisés	<i>Oui</i>	<i>Non</i>
<i>Si oui, lesquels :</i>	<i>Formulaire A4 R/V</i>	
Calculatrice école autorisée	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>

LIENS DE TÉLÉCHARGEMENT	Support de cours	Annales
-------------------------	------------------	---------

<b>Prérequis</b> Physique classique (Niveau M1), Mathématiques (Niveau L3), Programmation Python et/ou Matlab
<b>Objectifs du cours</b> Ce cours a pour objectif d'enseigner les bases de l'acoustique biomédicale. Ceci inclut l'utilisation des ultrasons pour le diagnostic (échographie), mais également une description avancée des interactions physiques entre ultrasons et tissus biologiques, notamment à des fins thérapeutiques.

<b>Programme détaillé</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bases physiques de la propagation d'ondes ultrasonores</li> <li>Interactions tissus/ultrasons : diffusion, réflexions, atténuation, absorption</li> <li>Bases de l'imagerie échographique et instrumentation : Modes d'imagerie, beamforming, matériel ultrasonore</li> <li>Ultrasons thérapeutiques : effets thermiques et mécaniques, applications cliniques et thérapies guidées par l'image</li> </ul>
---

<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> 4H TP sur simulations acoustiques (Matlab)
---

<b>Compétences acquises</b> Ce cours permettra aux étudiants d'être familiers avec le domaine de l'acoustique biomédicale, de la physique sous-jacente, de l'instrumentation et des applications cliniques. Ils seront à même de travailler sur des projets de recherche/industriels liés à l'utilisation diagnostique ou thérapeutique des ultrasons.
---

## Bases de l'imagerie optique

Responsable	Amir NAHAS, MCF
Adresse mail	Amir.nahas@unistra.fr
Numéro de téléphone	+33 (0)3 68 85 43 58
Autre(s) enseignant(s)	Vincent Maioli

Code APOGEE	EPXXXXXX
Formation - Année - Option - Semestre	
Coefficient = ECTS	1.25 / 8
Volume horaire	8H CM, 4H CI

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée	<b>1h45, examen écrit</b>	<b>1H</b>
Documents autorisés	NON	Non
<i>Si oui, lesquels :</i>		
Calculatrice école autorisée	Oui	Oui

LIENS DE TÉLÉCHARGEMENT	Support de cours	Annales
-------------------------	------------------	---------

<b>Prérequis</b> Physique classique, électromagnétisme, traitement du signal (Niveau M1)
---

<b>Objectifs du cours</b> Ce cours a pour objectif d'enseigner les bases de l'imagerie optique, de la théorie et des techniques liées aux applications biomédicales.
---

<b>Programme détaillé</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Optique géométrique et optique ondulatoire pour formation des images</li><li>Propagation de la lumière en milieux complexes</li><li>Introduction à la microscopie</li><li>Techniques d'imagerie classiques des tissus biologiques : OCT, NRIS/DOT, imagerie photoacoustique</li><li>TP</li></ul>
--

<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Visite et utilisation instrumentation (TP)
---

<b>Compétences acquises</b> Ce cours permettra aux étudiants d'acquérir les bases, théoriques et instrumentales, de l'imagerie optique biomédicale ; Ils seront à même de comprendre les domaines d'applications de ces techniques et de les utiliser.
---

Responsable	Julien Lamy, IR
Adresse mail	lamy@unistra.fr
Numéro de téléphone	+33 (0)3 68 85 40 24
Autre(s) enseignant(s)	Elodie Breton, Jean-Philippe Dillenseger

Code APOGEE	EPXXXXXX
Formation - Année - Option - Semestre	
Coefficient = ECTS	2 / 8
Volume horaire	12H CM, 4H CI

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée	<b>1h45, examen écrit</b>	<b>1H</b>
Documents autorisés	<i>Oui</i>	<i>Non</i>
<i>Si oui, lesquels :</i>	<i>Formulaire A4 R/V</i>	
Calculatrice école autorisée	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>

LIENS DE TÉLÉCHARGEMENT	Support de cours	Annales
-------------------------	------------------	---------

<p><b>Prérequis</b>  <b>Physique classique (Niveau M1), Mathématiques (Niveau L3), Programmation Python et/ou Matlab, Cours d'introduction à l'imagerie médicale</b></p>
<p><b>Objectifs du cours</b>  <b>Ce cours a pour objectif d'enseigner les bases physiques derrière l'imagerie par résonance Magnétique, et comment ces phénomènes physiques peuvent être exploités pour différentes applications et contrastes.</b></p>

<p><b>Programme détaillé</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Du spin au signal RMN : d'où vient le signal?</li> <li>• Du signal RMN à l'Imagerie : Comment moduler ce signal afin de former une image ?</li> <li>• Séquences IRM: comment peut-on moduler le signal RMN afin d'obtenir des contrastes spécifiques ?</li> <li>• IRM quantitative: comment utilise-t-on l'IRM afin d'obtenir des cartographies de paramètres biophysiques ?</li> <li>• Matériel IRM et sécurité</li> </ul>
---

<p><b>Applications (TD, TP ou projets)</b>  <b>TP : Simulation de la magnétisation dans des séquences IRM de base</b></p>
---

<p><b>Compétences acquises</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compréhension de la physique derrière l'IRM</li> <li>- Apprentissage des concepts les plus importants de l'IRM</li> <li>- Connaissances de bases nécessaires au cours d'IRM avancée et applications cliniques.</li> </ul>
---

Responsable	Jonathan Vappou, CR CNRS
Adresse mail	jvappou@unistra.fr
Numéro de téléphone	+33 (0)3 90 41 35 45
Autre(s) enseignant(s)	Laura Harsan, Julien Lamy, Jonathan Vappou, Jean-Philippe Dillenseger, Elodie Breton

Code APOGEE	EPXXXXXX
Formation - Année - Option - Semestre	
Coefficient = ECTS	1.5 / 8
Volume horaire	14H CM, 2H CI

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée	<i>Présentation/rapport d'un article scientifique</i>	<i>Présentation/rapport d'un article scientifique</i>
Documents autorisés	NA	NA
<i>Si oui, lesquels :</i>		Oui / Non
Calculatrice école autorisée	NA	Oui / Non

LIENS DE TÉLÉCHARGEMENT	Support de cours	Annales
-------------------------	------------------	---------

<b>Prérequis</b> Physique classique (Niveau M1), Mathématiques (Niveau L3), Cours de Physique de l'IRM
<b>Objectifs du cours</b> Ce cours a pour but de décrire certaines des techniques avancées de l'IRM, ainsi que leurs applications cliniques et précliniques.
<b>Programme détaillé</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>IRM de diffusion</li> <li>IRM fonctionnelle</li> <li>Elastographie par Résonance Magnétique</li> <li>Imagerie paramétrique</li> <li>Imagerie quantitative de phase</li> <li>Artefacts et contrastes</li> </ul>
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> TP : Artefacts et contrastes
<b>Compétences acquises</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Compréhension avancée de la physique derrière ces méthodes avancées de l'IRM</li> <li>Lien entre ces techniques et les applications précliniques et cliniques</li> <li>Connaissance et expérience dans les domaines de recherche les plus pointus de l'IRM</li> <li>Compréhension des mécanismes derrière le contraste en IRM</li> <li>Connaissance des artefacts principaux de l'IRM et leur origine</li> </ul>

# 1er semestre M1 pour TIS

## BIOSTATISTIQUES

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone Autre(s) enseignant(s)	Éric-André SAULEAU, PU-PH <a href="mailto:ea.sauleau@unistra.fr">ea.sauleau@unistra.fr</a> 03 88 11 62 10 N. MEYER
---	---

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP12GM15 Master - 1A HT TIS - S1 Master - 2A ID G + HCI - S3
Coefficient = ECTS Volume horaire	2 / 3.25 21h CM

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	1h45 Oui Tous, accès internet, codes du cours Oui	1h45 Oui Tous, accès internet, codes du cours Oui

### Prérequis

- Tests d'hypothèses, procédure Neyman-Pearson
- Axiomatique des probabilités
- Lois de distribution principales
- Chaînes de Markov, technique de Monte Carlo, algorithme de Metropolis(-Hastings)
- Régression linéaire simple et multiple

### Objectifs du cours

Cet enseignement vise à apporter des connaissances théoriques et pratiques à l'étudiant en situation d'analyse de données et de recherche.

1. Approfondir les connaissances sur les bases de la statistique et des statistiques
2. Connaître les particularités des biostatistiques par rapport aux statistiques
3. Comprendre les enjeux de l'inférence et du raisonnement statistiques
4. Maîtriser le cadre général des tests d'hypothèses
5. Avoir des connaissances théoriques et pratiques de modélisation (modèles régressifs)

NB : si l'inférence fréquentiste est abordée, l'essentiel des enseignements traitera de la vision et de la pratique bayésiennes.

### Programme détaillé

- CM1 - Inférence fréquentiste et tests d'hypothèses, inférence bayésienne
  - CM1-1 Des lois à l'inférence bayésienne
  - CM1-2 Introduction à la statistique : histoire statistique, probabilité, inférence
- CM2/TD - Outils descriptifs et inférence de base
  - CM2-1 Une proportion, k proportions, une moyenne, une Poisson (situation conjuguée)
  - CM2-2 Comparaison de deux proportions, deux moyennes (McMC)
- TP1 - Introduction à R
  - TP1-1 Inférence de base
  - TP1-2 Introduction à R2jags

- CM3 - Schémas d'étude (plans expérimentaux, épidémiologie)
- CM4 - Modélisation
  - CM4-1 Régression linéaire et GLM (régressions logistique, de Poisson)
  - CM4-2 Données manquantes
  - CM4-3 Données longitudinales et modèles mixtes
- TP2 Modélisation

### Applications (TD, TP ou projets)

L'enseignement vise à permettre aux étudiant d'acquérir une relative maîtrise du logiciel de traitement statistique R ainsi que de ses liens avec le logiciel Jags. Les données manipulées peuvent être issues de plans expérimentaux ou de l'épidémiologie.

### Compétences acquises

- différencier les biostatistiques des statistiques ;
- savoir distinguer les bases de l'inférence fréquentiste et de l'inférence bayésienne ;
- comprendre le principe d'un test d'hypothèse et l'approche bayésienne des tests ;
- savoir manipuler le logiciel R et ses liens avec Jags
- savoir caractériser les données issues d'expérimentation, de recherche clinique, d'épidémiologie observationnelle, ... et en tirer les conséquences en termes de modélisation ;
- pouvoir définir le principe de la modélisation en statistique ;
- maîtriser les bases des analyses bayésiennes quant à leur technique d'estimation, vérification de la convergence des algorithmes, vérification de l'adéquation des modèles ;
- maîtriser l'écrire d'un modèle de régression pour des données habituellement rencontrés et pouvoir estimer ses paramètres;
- savoir gérer différents types de données, ainsi que les données manquantes.

## STATISTIQUES

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Fabrice Heitz, Professeur <a href="mailto:fabrice.heitz@unistra.fr">fabrice.heitz@unistra.fr</a> , bureau C212, 03 68 85 44 87
Autre(s) enseignant(s)	P. Charbonnier, C. Meillier, V. Noblet.

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Semestre - Option Coefficient = ECTS Volume horaire	EP012M01 Ingénieur - 2A G / 2A TIS - S7 Master - 1A ASI G + HCI / 1A HT TIS / PhyNano G + HCI - S1 1.5 / 2 7h CM, 10.50h TD
---	--

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée	CT 1h45	CT 1h
Documents autorisés	Oui	Oui
<i>Si oui, lesquels :</i>	feuille A4 recto-verso manuscrite + tables statistiques	feuille A4 recto-verso manuscrite + tables statistiques
Calculatrice école autorisée	Oui	Oui

<b>Prérequis</b> probabilités, mathématiques (programme des classes préparatoires)
<b>Objectifs du cours</b> Aborder les notions de base en test d'hypothèses, régression, classification, partitionnement, réduction de dimension.
<b>Programme détaillé</b> Tests d'hypothèses Régression. Réduction de dimension. Classification et partitionnement.
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Les méthodes abordées dans le cadre du cours magistral seront mises en oeuvre sur des problèmes concrets (travaux dirigés et travaux pratiques sous matlab).
<b>Compétences acquises</b> Maîtrise de notions de base en traitement et analyse de données. Maîtrise des notions de base concernant les tests d'hypothèse, les méthodes de régression et de réduction de dimension.

## TRAITEMENT NUMÉRIQUE DU SIGNAL

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Yoshitate Takakura, Maître de conférences <a href="mailto:y.takakura@unistra.fr">y.takakura@unistra.fr</a> , bureau B260, 03 68 85 46 12
Autre(s) enseignant(s)	Ch. Heinrich, P. Pfeiffer

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Semestre - Option	EP012M86 Ingénieur - 2A G / 2A TIS - S7
Coefficient = ECTS	Master - 1A ASI G + HCI / 1A HT TIS / PhyNano G + HCI - S1
Volume horaire	3 / 2.75 (2A TIS) 10.50h CM, 8.75h TD, 7h TP

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée	1h45	1h
Documents autorisés	Oui	Mêmes conditions qu'en session 1.
Si oui, lesquels :	Formulaire Annexe Cours TS 1A + feuille A4 manuscrite recto-verso	
Calculatrice école autorisée	Oui	

### Prérequis

M1201 : introduction au traitement du signal - M1102 : probabilité et processus stochastiques - M1103 : outils numériques (MATLAB)

### Objectifs du cours

Ce cours a pour but de donner à l'étudiant les notions élémentaires de représentation et de traitements des signaux numériques (quantifiés et à temps discret).

### Programme détaillé

Echantillonnage, quantification - Transformée de Fourier d'un signal échantillonné. Transformée de Fourier discrète : résolution fréquentielle, dualité, inversion, insertions de zéros, convolution circulaire, convolution linéaire, applications - Filtres numériques : filtres idéaux, stabilité, causalité, notion de gabarit numérique. Filtres à réponse impulsionnelle finie : filtre à phase linéaire, méthode des fenêtres, synthèse par optimisation. Filtres à réponse impulsionnelle infinie : filtres rationnels, échantillonnage de la réponse impulsionnelle, transformation bilinéaire. Représentation des filtres numériques.

### Applications (TD, TP ou projets)

(TD) 1. Ondelettes de Haar. 2. Loi A. 3. Transformée de Fourier rapide. 4. Les fenêtres. 5. Synthèse d'un filtre RII. 6. Génération et décodage de signaux DTMF.

(TP) 1. Transformée de Fourier discrète. 2. Ondelettes. 3. Quantification. 4. Filtres numériques.

### Compétences acquises

Maîtrise des techniques de traitement numérique du signal.

# TRAITEMENT DES SIGNAUX ALÉATOIRES

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Fabrice Heitz, Professeur <a href="mailto:fabrice.heitz@unistra.fr">fabrice.heitz@unistra.fr</a> , bureau C215 03 68 85 44 87
Autre(s) enseignant(s)	Céline Meillier, Maître de Conférences

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Semestre - Option	EP012M87 Ingénieur - 2A G / 2A TIS - S7
Coefficient = ECTS Volume horaire	Master - 1A ASI G + HCI / 1A HT TIS / PhyNano G + HCI - S1 3 / 2.75 (2A TIS) 10.50h CM, 8.75h TD, 7h TP

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée	1h45	1h
Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i>	<i>Oui</i> Formulaire en annexe du cours TS1A + formulaire manuscrit A4 (recto-verso).	<i>mêmes conditions qu'en session 1</i>
Calculatrice école autorisée	<i>Oui</i>	

## Prérequis

Introduction au traitement du signal (analogique)

Traitement numérique du signal

Probabilités et processus stochastiques

Statistiques

Initiation à Matlab

## Objectifs du cours

Ce cours a pour but de donner à l'étudiant les notions élémentaires de représentation, d'analyse et de filtrage des signaux aléatoires, qui constituent l'essentiel des signaux rencontrés dans les applications. Ce cours intègre également une introduction aux techniques classiques d'estimation spectrale pour les signaux aléatoires.

## Programme détaillé

Processus aléatoires. Représentations statistiques, temporelles et fréquentielles. Fonction d'autocorrélation. Stationnarité, ergodicité. Densité spectrale de puissance. Bruit blanc, processus de Poisson et processus gaussien. Echantillonnage des signaux aléatoires. Filtrage des signaux aléatoires. Filtre adapté, filtre de Wiener. Estimation statistique et estimation spectrale. Périodogramme, corrélogramme, périodogramme moyen, périodogramme lissé.

## Applications (TD & TP)

(TD) Effet Doppler. Mesure de similarité entre signaux. Filtrage du bruit. Estimation de la vitesse d'un mobile.

(TP) 1. Etude de signaux aléatoires simples : sinusoïdes aléatoires, bruit blanc, etc. 2. Détection et extraction de signaux noyés dans le bruit. 3 Filtrage adapté. 4. Identification d'un filtre numérique. Estimation spectrale.

## Compétences acquises

Maîtrise des techniques de traitement analogique et numérique, de détection et d'extraction de signaux noyés dans le bruit. Estimation des spectres de signaux bruités.

## BASES DE DONNÉES

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Frédéric FABIAN, Titre <a href="mailto:frederic.fabian@unistra.fr">frederic.fabian@unistra.fr</a> , bureau 03 68 85 43 34
Autre(s) enseignant(s)	“N/A” si seul, “Prénom Nom” du ou des collègue(s) sinon.

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP082M04 Ingénieur - 2A TIS - S7 Master - 1A HT TIS - S1
Coefficient = ECTS Volume horaire	1.5 8.75h CM, 12h TP

<b>EXAMENS</b>	<b>Session 1</b>	<b>Session 2</b>
Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i>	TP 4H : projet modélisation 2h examen sur machine (avec documents cours et TP)	<i>à compléter</i> <i>Oui / Non</i>
Calculatrice école autorisée	Non	<i>Oui / Non</i>

<b>Prérequis</b> Les prérequis pour ce cours
<b>Objectifs du cours</b> Analyse, conception, définition et manipulation des bases de données relationnelles
<b>Programme détaillé</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Analyse et conception des BDD relationnelles : Modèles conceptuel et logique de données (MCD, MLD), dictionnaire des données, dépendances fonctionnelles, Entités / Associations, normalisation des entités.</li><li>• Langage SQL : langage de définition (création, modification, suppression, génération de clés, contraintes, index, séquences) et de manipulation (insertion, modification, suppression, construction de requêtes, vues)</li></ul>
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Analyse et conception de bases de données</li><li>• Définition et manipulation de bases de données en Mysql</li></ul>
<b>Compétences acquises</b> Analyser et concevoir des bases de données relationnelles. Définir et manipuler des bases de données (SQL).

## RHÉOLOGIE DES MILIEUX CONTINUS

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Simon Chatelin, Chargé de recherches CNRS schatelin@unistra.fr +33 (0)3 90 41 35 45
Autre(s) enseignant(s)	“N/A”

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP082M06 Ingénieur - 2A TIS - S7 Master - 1A - HT TIS - S1
Coefficient = ECTS Volume horaire	2 / 3 10.50h CM, 10.50h TD

<b>EXAMENS</b>	Session 1	<b>Session 2</b>
		Oral
Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	CT 1h45 Oui Feuille A4 R/V Oui	Non <i>Oui / Non</i>

<b>Prérequis</b> Introduction à la biomécanique (1A)
<b>Objectifs du cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaissance des formulations classiques de lois de comportement en biomécanique</li> <li>- Connaissance des modélisations rhéologiques appliquées aux tissus mous</li> <li>- Connaissance des outils expérimentaux pour la mesure des propriétés biomécaniques</li> </ul>
<b>Programme détaillé</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définitions tensorielles des déformations, des contraintes</li> <li>- Approches énergétiques des lois de comportement</li> <li>- Approches basées sur la physique statistique pour les énergies de déformation</li> <li>- Dispositifs de mesure des propriétés mécaniques <i>in vitro</i></li> <li>- Dispositifs de mesure des propriétés mécaniques <i>in vivo</i></li> </ul>
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exercices d'écriture de tenseurs de déformation</li> <li>- Exercices d'écriture de lois de comportement dans une déformation donnée</li> <li>- TD/TP Matlab avec test de différentes lois de comportement sur données expérimentales</li> </ul>
<b>Compétences acquises</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lois de comportement en élasticité non linéaire et viscoélasticité</li> <li>- Ajustement de données expérimentales, identification de modèles</li> <li>- Systèmes expérimentaux en biomécanique</li> </ul>

## PHYSIQUE DE L'IMAGERIE MÉDICALE

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Élodie BRETON <a href="mailto:ebreton@unistra.fr">ebreton@unistra.fr</a> 03 88 11 91 29
Autre(s) enseignant(s)	Rémy Claveau, Cyrille BLONDET

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP082M10 Ingénieur - 2A TIS - S7 Master - 1A - HT TIS - S1
Coefficient = ECTS Volume horaire	2 / 3 10.50h CM, 10.50h TD

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>Imagerie optique : CC + note TD + examen final</b> 1h45 Oui <b>fiche manuscrite A4 recto/verso</b> Oui	<b>Oral 1h45</b> Non Non

<b>Prérequis</b> Biophysique, formation des images (reconstruction tomographique), traitement des images (filtre d'image, transformée de Fourier), principes de base de la propagation des ondes, régime sinusoïdal, spectre en fréquence, convertisseur analogique numérique
<b>Objectifs du cours</b> Connaître les principes physiques régissant l'acquisition de l'image médicale en IRM, médecine nucléaire et imagerie optique Connaître le mode de reconstruction de l'image médicale dans ces modalités
<b>Programme détaillé</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Image médicale numérique (1 CM - 1 TD) : historique, image numérique, notion de fenêtrage, visualisation des images médicales, notions sur PACS et DICOM, fantôme de test / calibration</li> <li>- IRM (Imagerie par Résonance Magnétique, 2 CM - 2 TD) : signal RMN, contraste des images, séquences de base, encodage spatial, plan de Fourier, description de l'instrumentation</li> <li>- Imagerie optique (2 CM - 2 TD) : Bases physiques : absorption, diffusion, fluorescence. Propriétés optiques des tissus. Modèles de propagation de la lumière. Méthodes d'imagerie optique : imagerie optique diffuse endogène et de fluorescence.</li> <li>- Médecine nucléaire (1 CM - 1 TD): transformations radioactives, radiotraceurs, SPECT et TEP, algorithmes itératifs en médecine nucléaire.</li> </ul>
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TD IRM : effet de l'impulsion RF ; pondération du signal IRM graphiquement et avec les équations de Bloch ; séquence d'inversion récupération et mesure de T1</li> <li>- Imagerie optique : simulation de la propagation de la lumière dans un milieu absorbant et diffusant avec l'équation de diffusion.</li> <li>- Médecine Nucléaire : visite d'un service de Médecine Nucléaire.</li> </ul>
<b>Compétences acquises</b> Connaître les spécificités de chacune de ces modalités d'imagerie <ul style="list-style-type: none"> <li>- En terme d'instrumentation</li> <li>- En terme d'origine du signal représenté et de contraste</li> <li>- Afin de choisir la plus appropriée à une problématique donnée</li> </ul>

## PHYSIQUE ET PHOTONIQUE

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Wilfried UHRING, Titre <a href="mailto:wilfried.uhring@unistra.fr">wilfried.uhring@unistra.fr</a> , bureau XXX, 03 88 10 68 27
Autre(s) enseignant(s)	Rémy CLAVEAU

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP082M11 Ingénieur - 2A TIS - S7 Master - 1A HT TIS - S2
Coefficient = ECTS Volume horaire	2 / 3 5.25h CM, 16h TP

<b>EXAMENS</b>		<b>Session 1</b>	<b>Session 2</b>
Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>CC</b> <b>Non</b> <b>Non</b>		<i>à compléter</i> <i>Oui / Non</i> <i>Oui / Non</i>

<b>Prérequis</b> Cours de P. Poulet sur les bases physiques de l'imagerie optique in vivo.
<b>Objectifs du cours</b> Connaître les principales méthodes d'imagerie optique des tissus vivants. Connaître l'instrumentation, sources de lumière, détecteurs et chaîne d'acquisition associée
<b>Programme détaillé</b> <b>Cours</b> <b>Méthode d'imagerie optique</b> Principales méthodes de mesure et d'imagerie microscopique et macroscopique des tissus <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systèmes microscopiques (champ sombre, contraste de phase, confocale, fluorescence, ...)</li> <li>• Tomographie optique cohérente (temporelle, fréquentielle, plein champ)</li> <li>• Tomographie optique diffuse</li> <li>• Imagerie photoacoustique</li> </ul> <b>Instrumentation</b> La partie instrumentation est orientée vers les manipulations de travaux pratiques proposées dans cet enseignement <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluorescence planaire, imagerie 2D en éclairage statique : diodes laser et caméra CCD.</li> <li>• Spectroscopie proche infrarouge résolue en temps, diodes laser picoseconde, photodiode à avalanche et comptage de photons résolu en temps.</li> <li>• Imagerie proche infrarouge résolue en temps de vol des photons, imagerie 3D (2D + temps), tube intensificateur d'images.</li> </ul> <b>Travaux pratiques</b> 3 séances de TP illustrent les différentes techniques enseignées : Imagerie de fluorescence planaire Mesure de l'absorption de la diffusion par détection de photons résolus en temps Imagerie proche infrarouge 3D avec une caméra à porte temporelle subnanoseconde.
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microscopie</li> <li>• Tomographie moléculaire de fluorescence</li> </ul>
<b>Compétences acquises</b> Techniques d'imagerie médicale optique, avec un fort accent sur les techniques émergentes d'imagerie temporelle ultrarapide.

## MICROFLUIDIQUE ET SALLE BLANCHE

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Norbert DUMAS, Maître de Conférences <a href="mailto:n.dumas@unistra.fr">n.dumas@unistra.fr</a> , bureau B218, +33 (0)3 68 85 44 31
Autre(s) enseignant(s)	D. FUNFSCHILLING, C. VALENCIA

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP082M12 Ingénieur - 2A TIS - S7 Master - 1A HT TIS - S2
Coefficient = ECTS Volume horaire	2 8.75h CM, 12h TP

<b>EXAMENS</b>		<b>Session 1</b>	<b>Session 2</b>
Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	CC Non		<i>à compléter</i> Oui / Non Oui / Non

<b>Prérequis</b> Mécanique du solide	
<b>Objectifs du cours</b> Ce cours est une introduction aux dispositifs micro-fluidiques donnant des bases pour comprendre comment fonctionne un circuit micro-fluidique, comment ils sont fabriqués, comment ils sont utilisés en pratique et quelles sont les applications dans le domaine de la santé.	
<b>Programme détaillé</b> <u>Les cours sont constitués de trois parties :</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Physique des écoulements de fluide dans des canaux (viscosité, tension de surface, écoulement monophasique et diphasique).</li> <li>- Technologies de la salle blanche. Technologie PDMS avec un moule en silicium. Une étape photolithographique.</li> <li>- Applications biologiques des circuits microfluidiques et plus particulièrement le criblage.</li> </ul> <u>Les TP sont composés de deux parties :</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une journée en salle blanche pour la fabrication complète d'un circuit microfluidique</li> <li>- Une ½ journée pour expérimenter les éléments d'un criblage biologique avec un circuit microfluidique : production de microgouttes et mesure de fluorescence. Une visite du service de criblage de l'université est prévue pour comprendre l'application.</li> </ul>	
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Laboratoire sur puce</li> <li>- Diagnostic sur place</li> <li>- Délivrance de médicament</li> <li>- Nouvel outil pour la biologie, biochimie</li> </ul>	
<b>Compétences acquises</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Savoir évaluer le champ d'application de cette technologie</li> <li>- Comprendre les problématiques de la salle blanche pour pouvoir s'adresser à des technologues concernant la fabrication de circuits</li> <li>- Quelques bases pour la conception de circuits</li> <li>- Savoir utiliser un circuit microfluidique</li> </ul>	

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Christophe LALLEMENT, Professeur des Universités <a href="mailto:c.lallement@unistra.fr">c.lallement@unistra.fr</a> , bureau B220, 03 68 85 44 23
Autre(s) enseignant(s)	Norbert DUMAS

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP082M16 Ingénieur - 2A - TIS - S7
Coefficient = ECTS Volume horaire	Master - 1A - HT TIS - S1 1 8.75h CM, 4h TP

<b>EXAMENS</b> Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>CC + Oral</b> <b>Non</b>	<b>Session 1</b>	<b>Session 2</b>
		<i>à compléter</i> <i>Oui / Non</i>	<i>Oui / Non</i>

<b>Prérequis</b> Électronique (1A), Micro-fluidique et Salle blanche (2A), Biologie (1A, 2A), Eléments finis (2A)
<b>Objectifs du cours</b> Le but de cet enseignement est de sensibiliser les étudiants à l'importance grandissante des MEMS (Micro Electro Mechanical Systems), des MOEMS (Micro Opto Electro Mechanical Systems), des WISN et des bio-micro-systèmes dans le monde industriel, dans le quotidien et dans le monde biomédical.
<b>Programme détaillé</b> <b>Le cours est constitué de trois parties:</b> <u>Partie I:</u> Introduction aux systèmes et micro-systèmes - Historique - Technologie de fabrications - Principales applications <u>Partie II:</u> Introduction aux biosystèmes - Bio-capteurs, bio-chip - Lab-on-Chip (LoC) - Biopuces - Puces à ADN, ... <u>Partie III:</u> Introduction aux Réseaux de capteurs communicants sans fil - Wireless Sensor Network (WSN) et Wireless Integrated Sensor Network (WISN) - Biomedical Wireless Integrated Sensor Network (BWSN)
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> <b>Travaux pratiques:</b> Les travaux pratiques consistent en la conception d'un capteur MEMS sous le logiciel Coventor. Le capteur est un micro-élément mécanique (micropoutre) vibrant dans un échantillon sanguin. L'amortissement dû au liquide est mesuré par une jauge de déformation et permet de déterminer la viscosité de sang. Ce type de capteur intégrable constitue un système à faible coût pour un diagnostic sur place. Les étudiants utilisent les possibilités du logiciel tel que la modélisation par éléments finis et un modèle prédéfini issu d'une bibliothèque d'éléments paramétrables. Cela permet de vérifier le bon fonctionnement du capteur, de prévoir sa sensibilité et de l'optimiser.
<b>Compétences acquises</b> - Savoir évaluer le champ d'application de ces technologies en comprenant les enjeux. - Connaissance des évolutions récentes des MEMS / MOEMS, Bio-puce, Bio-capteurs, technologies associées, et leurs applications dans le domaine des soins de santé, WINS - 1er degré de compétence sur l'outil de CAO de microsystèmes 'Coventor'

Responsable	Rama PIOTTO, Titre
Adresse mail	<a href="mailto:rama.piotto@unistra.fr">rama.piotto@unistra.fr</a> , bureau XXX,
Numéro de téléphone	03 68 85 43 89
Autre(s) enseignant(s)	Frank McKenna, Catherine Dirrig

Code APOGEE	LD22CM01
Formation - Année - Semestre - Option	Ingénieur - 2A G / 2A TIS / 2A IR - S7
Coefficient = ECTS	Master 1A S1
Volume horaire	1 / 3 22h TD

EXAMENS	Durée	Session 1	Session 2
		CC Oui / Non	à compléter Oui / Non
Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i>		Oui / Non	Oui / Non
Calculatrice école autorisée			

#### Prérequis

Niveau intermédiaire à avancé (5 groupes)

#### Objectifs du cours

Passage avec succès du TOEIC avec un minimum de 785 points.

Les étudiant.e.s en 2A développent et perfectionnent leur capacité à s'exprimer en anglais (à l'oral et à l'écrit) et à comprendre des documents écrits et sonores en anglais.

L'apprentissage d'une langue étant un processus qui se prolonge tout au long de la vie, un volet important des cours de langues à l'Université de Strasbourg concerne les techniques d'apprentissage pour amener les étudiants à :

Prendre conscience, en tant qu'apprenant, de leurs propres compétences communicatives langagières : identifier leurs forces, leurs faiblesses, leurs motivations et leurs besoins.

Organiser et développer des stratégies en conséquence : - se fixer des objectifs valables et réalistes,

- choisir des ressources appropriées et adaptées,

- réaliser des tâches,

- s'entraîner à l'autoévaluation.

Le niveau B2 du CECRL (Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues) correspond à un niveau intermédiaire tel que démontré par un utilisateur indépendant de la langue en question.

L'utilisateur de niveau B2 peut :

Comprendre le contenu essentiel de sujets concrets ou abstraits dans un (con)texte complexe, y compris une discussion technique dans sa spécialité.

Communiquer avec un degré de spontanéité et d'aisance tel qu'une conversation avec un locuteur natif ne comportant de tension ni pour l'un ni pour l'autre.

S'exprimer de façon claire et détaillée sur une grande gamme de sujets, émettre un avis sur un sujet d'actualité et exposer les avantages et les inconvénients de différentes possibilités.

Pour S3 :

L'UE de 2e année s'inscrit dans le prolongement de celles de la première année et dans la perspective de la certification TOEIC

- Utilisation du dispositif des centres de ressources de langues (CRL) : ressources, outils et modalités de travail individualisé.

- Développement d'une démarche de travail active et autonome dans l'apprentissage des langues.
  - Développement de la capacité à s'autoévaluer en référence au CECRL.
  - La recherche dans le domaine de spécialité
- Pendant ce semestre, l'accent sera mis sur le développement de la capacité à collaborer entre pairs et à interagir oralement.

#### Programme détaillé

Apprentissage et pratique de la langue anglaise générale et de spécialité.

- préparation du TOEIC
- révisions grammaticales

#### Applications (TD, TP ou projets)

Travail au Centre de ressources de langues (CRL), à Télécom Physique Strasbourg et collaborations, Préparation au monde du travail, Usage quotidien de l'anglais

#### Compétences acquises

Passage du TOEIC

## 2ème semestre M1 pour boursiers ITI

Responsable	Florent NAGEOTTE, Ass. Pr
Adresse mail	<a href="mailto:nageotte@unistra.fr">nageotte@unistra.fr</a> , bureau C133,
Numéro de téléphone	03 90 41 35 38
Autre(s) enseignant(s)	N/A

Code APOGEE	EP082M20
Formation - Année - Option - Semestre	Ingénieur - 2A - STS / TIS DTMI - S8 International program
Coefficient = ECTS	1 / 2
Volume horaire	16h CM

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	CC Non  Non	<i>à compléter</i> Oui / Non  Oui / Non

<b>Prérequis</b> Algorithmique, Matlab, Traitement d'images, Algèbre linéaire	
<b>Objectifs du cours</b> Apprentissage d'un modèle de formation de l'image et de techniques avancées d'analyse d'image. Illustration de leur intérêt sur des applications concrètes, notamment la construction automatique d'une mosaïque à partir d'un ensemble de photos.	
<b>Programme détaillé</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modèle de caméra sténopé</li> <li>- Principes géométriques de la mosaïque</li> <li>- Transformations 2D, homographie</li> <li>- Warping d'images et interpolation</li> <li>- Détection et appariement de points d'intérêt</li> <li>- Estimation de l'homographie (DLT, SVD)</li> <li>- Estimation de pose</li> <li>- RANSAC</li> </ul>	
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Mise en pratique des techniques présentées avec le logiciel Matlab, par exemple pour construire sa propre mosaïque d'images de façon automatique.	
<b>Compétences acquises</b> Utilisation de techniques fondamentales de vision par ordinateur et d'optimisation pour réaliser des applications concrètes dans le domaine médical et non médical.	

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Bernard Bayle, Professeur des Universités <a href="mailto:bernard.bayle@unistra.fr">bernard.bayle@unistra.fr</a> , C135, 03 68 85 48 62
Autre(s) enseignant(s)	Maciej Bednarczyk

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	XXXX Ingénieur - 2A - TIS DTMI - S7
Coefficient = ECTS Volume horaire	Master - 1A - HealthTech - S2 3 / 5 (HealthTech) 17,5h CM, 30h TD (projet)

<b>EXAMENS</b>	<b>Session 1</b> Contrôle continu, projet.	<b>Session 2</b> Oral, 20 min.
Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée		

<b>Prérequis</b> Bases de mécanique et génie électrique, bases de la programmation.
--

<b>Objectifs du cours</b> Initiation à la technologie des systèmes robotiques, à travers la sensibilisation à la perception des efforts et de leur restitution.
--

<b>Programme détaillé</b> Introduction à la mécatronique et à la robotique. Fondamentaux de la perception (principe et caractéristiques de la perception haptique) et du rendu (modalités haptiques, technologie des dispositifs haptiques) des efforts. Commande par retour d'effort (commande en interaction, commande en force). Implémentation de la commande robotique à l'aide de ROS.
--

<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Projet portant sur le développement, la modélisation et la commande d'une interface haptique, ainsi que sur la mise en œuvre d'une interaction virtuelle.
--

<b>Compétences acquises</b> Compréhension des problèmes pratiques en robotique, avec un accent mis sur les technologies de retour d'effort et d'interaction physique. Capacité à résoudre un problème robotique complexe et à mettre en œuvre sa solution logicielle en utilisant un logiciel robotique courant.
---

## FORMATION ET TRAITEMENT DES IMAGES MÉDICALES

Responsable	Christophe COLLET, Pr
Adresse mail	<a href="mailto:c.collet@unistra.fr">c.collet@unistra.fr</a> , bureau C401,
Numéro de téléphone	+33 (0)3 68 85 44 90
Autre(s) enseignant(s)	Céline MEILLIER

Code APOGEE	EPXXX
Formation - Année - Option - Semestre	Master - 1A - HT ITI - S2 International program 2.5 (HT-ITI)
Coefficient = ECTS	10h CM, 14h TP
Volume horaire	

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	Contrôle continu	Oral Feuille A4 manuscrite RV Calculatrice autorisée

LIENS DE TÉLÉCHARGEMENT	Support de cours	Annales
-------------------------	------------------	---------

Prérequis  
Traitement du signal 1D

Objectifs du cours  
Comprendre la formation d'une image, définir mathématiquement son échantillonnage et ses représentations spatiales/spectrales associées, comprendre les mécanismes de passage spatial/spectral en 2D, visualiser la dualité entre espaces de représentation, manipuler des signaux multi-dimensionnels.  
Acquérir une vue d'ensemble des principales méthodes de traitement des images et savoir réaliser leurs implémentations sous Matlab.

Programme détaillé  
Supports de cours (disponible durant le cours uniquement)  
Introduction générale au traitement des images dans le contexte médical (grandes modalités : Scanner X (tomodensitométrie par rayon X), IRM, TEP (tomographie par émission de positons) - imagerie nucléaire, échographie)

- vision humaine : caractéristiques, formation des images sur la rétine, perception de la couleur, sensibilité, fausses couleurs, artéfact, illusion cognitive, représentations colorées : espaces de représentation, projection et impression,
- modèles mathématiques de formation des images, processus 2D d'échantillonnage et de quantification, fonction d'appareil, interpolation 2D,
- représentations spectrales 2D, convolution 2D illustrée en détection de contours, séparabilité, représentations pyramidales.
- Traitement et outils de base : opérations arithmétiques et logiques, histogramme.
- Principales transformées : Fourier, Hough, Radon, Hadamard, DCT, ACP, KL.
- Restauration : débruitage, déconvolution, mesure de la qualité de la restauration, tomographie
- Détection de caractéristiques (contours, lignes, points, ...), analyse de textures, détection de contours

- Méthodes de seuillage automatique (Otsu, entropique, clustering, paramétrique)
- Traitement d'images binaires, opérateurs de morphologie mathématique
- Segmentation, Recalage d'images, Reconnaissance de forme

### Applications (TD, TP ou projets)

#### 6 Travaux pratiques sous Matlab

TP1 : Traitements et outils de base (visualisation, histogramme, TF, aliasing)

TP2 : Restauration d'images (débruitage, déconvolution)

TP3 : Détection de caractéristiques (gradient, laplacien, détection de contours, Hough)

TP4 : Détection d'objets (morphologie mathématique)

TP5 : Segmentation d'images (seuillage, ligne de partage des eaux, contour actif)

TP6 : Reconnaissance des formes (intercorrélation, transformée tout-ou-rien)

### Compétences acquises

Compréhension des principaux mécanismes d'imagerie médicale actuellement utilisés, capacité à expliquer mathématiquement les principaux concepts aboutissant à la formation d'une image.

À l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura appris à ...

- identifier un problème de traitement d'image parmi ceux étudiés ;
- énumérer les différents problèmes de traitement d'image étudiés et les approches usuelles pour les résoudre ;
- reconnaître les types de traitements à enchaîner et nécessaire pour analyser une image ;
- décrire le fonctionnement, les avantages, inconvénients et hypothèses des méthodes vues en cours;
- savoir implémenter les principales méthodes étudiées à l'aide d'un langage de programmation scientifique (Matlab en l'occurrence).

Responsable Adresse mail Numéro de téléphone	Géraldine Gazzo, Dr <a href="mailto:ggazzo@unistra.fr">ggazzo@unistra.fr</a> , bureau C428, Pôle API +33 (0)3 68 85 43 46
Autre(s) enseignant(s)	N/A

Code APOGEE Formation - Année - Option - Semestre Coefficient = ECTS Volume horaire	EPXXXXXX Master - 1A HealthTech - S2 4 12h CM, 20h CI
--	--

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée	<b>CC</b>	<b>N/A</b>
Documents autorisés	-	-
<i>Si oui, lesquels :</i>	-	-
Calculatrice école autorisée	-	-

LIENS DE TÉLÉCHARGEMENT	Support de cours	Annales
-------------------------	------------------	---------

<b>Prérequis</b> Aucun prérequis particulier n'est nécessaire afin de poursuivre cet enseignement. Il est tout de même nécessaire d'avoir une bonne maîtrise de l'anglais (niveau B2 a minima).
--

<b>Objectifs du cours</b> L'objectif de ce cours est d'introduire les étudiant·e·s à la démarche scientifique dans son ensemble, en plaçant l'intégrité dans la recherche et l'analyse critique au centre de la démarche aboutissant à la publication d'un article. Maîtriser les compétences transverses associées à chaque étape de la démarche scientifique sont des éléments incontournables pour un·e chercheur·se aujourd'hui.
---

<b>Programme détaillé</b> Plusieurs ateliers permettront de transmettre aux étudiant·e·s les éléments de base associés à la recherche d'informations et à leur transmission, et aborderont en particulier :
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lire un article scientifique : structure &amp; sections, où chercher l'information, comment analyser les éléments avec un regard critique</li> <li>• Bibliographie : recherche bibliographique &amp; formatage des références</li> <li>• Ecrire un article scientifique : maîtriser les règles de rédaction pour chaque section</li> <li>• Processus de publication : de la recherche de financements aux aspects éthiques et à l'intégrité en recherche</li> <li>• Adapter sa stratégie de communication : résumés, posters, interventions auprès du grand public</li> </ul>

En parallèle, les étudiant·e·s suivront des séminaires thématiques organisés par l'ITI HealthTech au cours de l'année académique. En s'appuyant sur les compétences acquises au cours des ateliers, les étudiant·e·s devront :
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyser les informations transmises au cours des séminaires</li> <li>• Identifier dans la littérature des résultats en lien avec le sujet des séminaires</li> <li>• Démontrer la pertinence des informations extraites au cours d'une présentation orale</li> <li>• Synthétiser le contenu des séminaires sous la forme d'un résumé</li> <li>• Rassembler les informations de différentes sources sous la forme d'un poster</li> </ul>

<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Cet enseignement comporte de nombreuses sessions pratiques afin de permettre à l'étudiant·e d'apprendre en faisant, et en s'appuyant sur des exemples. L'étudiant·e appliquera les méthodes
--

découvertes en cours afin d'extraire les informations lues dans un article ou entendues en conférence, les synthétiser et les présenter à l'écrit, à l'oral ou sous la forme d'un poster.

#### Compétences acquises

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant·e sera capable de déchiffrer la structure d'un article scientifique, de lire et analyser une publication avec un regard critique, et de comprendre les étapes de soumission d'un article scientifique. L'étudiant·e maîtrisera également la méthodologie et les règles de rédaction d'un article de recherche.

## PROJET DE RECHERCHE

**Responsable**  
Adresse mail  
Numéro de téléphone

Florent NAGEOTTE, Maître de Conférences  
[nageotte@unistra.fr](mailto:nageotte@unistra.fr), C133  
03 90 41 35 38

Autre(s) enseignant(s)

**Code APOGEE**  
Formation - Année - Option - Semestre  
Coefficient = ECTS  
Volume horaire

EP1BKM03  
Master - 1A IRMC-HealthTech - S2  
4  
120h TP (correspondant aux heures en présentiel des étudiants au sein du laboratoire)

EXAMENS		Session 1	Session 2
Durée	CC		
Documents autorisés	-		
<i>Si oui, lesquels :</i>	-		
Calculatrice école autorisée			

### Prérequis

Pas de prérequis particulier. The students will be proposed projects for which they will develop skills during its realization. Les étudiants se verront proposer un projet pour lequel ils développeront de nouvelles compétences durant sa réalisation.

### Objectifs du cours

Les objectifs pédagogiques consistent à initier les étudiants à la pratique de la recherche et au travail en groupe :

- Organisation du travail dans une équipe, et relations avec des chercheurs
- Mises en place de méthodes de travail afin d'atteindre les objectifs fixés : organisation du temps, respect de contraintes et des risques
- Autonomie

### Programme détaillé

Les projets seront proposés par les chercheurs de l'Institut Thématique Interdisciplinaire (ITI) HealthTech. Ils inclueront une multidisciplinarité et seront focalisés sur les technologies de l'information pour la santé.

Le programme suivra les phases habituelles d'un projet:

- Analyse du problème posé et recherche bibliographique
- Choix de méthodes et outils pour la réalisation du projet
- Le cas échéant reproduction de résultats de l'état de l'art
- Réalisations propres
- Présentation du travail, des résultats et de l'organisation

### Applications (TD, TP ou projets)

Tous les domaines de l'ITI HealthTech sont potentiellement concernés : biomécanique, imagerie médicale, traitement des images médicales, instrumentation, robotique, informatique, sciences des données, économie et gestion.

### Compétences acquises

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura appris à organiser le travail à l'intérieur d'un groupe pour atteindre un objectif précis. Il développera son autonomie et des compétences de présentation

orale et écrite de son travail. Par ailleurs, il aura acquis des compétences techniques en lien avec les sujets traités.

## STAGE d'ETE

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Florent NAGEOTTE, Ass. Pr. <a href="mailto:nageotte@unistra.fr">nageotte@unistra.fr</a> , office C133, +33 (0)3 90 41 35 38
Autre(s) enseignant(s)	“N/A”

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EPXXXXXX
Coefficient = ECTS	M1- S2
Volume horaire	3
	6 semaines à 2 mois

<b>EXAMENS</b>	<b>Session 1</b>	<b>Session 2</b>
Durée	<b>à compléter</b>	<b>à compléter</b>
Documents autorisés	<i>Oui / Non</i>	<i>Oui / Non</i>
<i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<i>Oui / Non</i>	<i>Oui / Non</i>

<b>LIENS DE TÉLÉCHARGEMENT</b>	Support de cours	Annales

### Prérequis

### Objectifs du cours

Ce stage a pour but d'initier les étudiants à un travail professionnel d'ingénieur, de chercheur ou d'analyste. Cela passe par la réalisation d'un projet ou d'une étude bien définie pour une durée entre 6 semaines et 2 mois (dans la période fin mai à fin août).

### Programme détaillé

Le stage pourra être réalisé dans un laboratoire, une entreprise ou un service hospitalier, en France ou à l'étranger. Le travail à réaliser et le domaine d'application devront correspondre aux thèmes enseignés dans le master Healthtech.

### Applications (TD, TP ou projets)

### Compétences acquises

Capacité à analyser un problème à partir d'un cahier des charges et à atteindre des objectifs:

- En réalisant un état des lieux de l'existant logiciel et matériel, et / ou un état de l'art;
- En identifiant des solutions possibles et en définissant des critères de choix ;
- Analysant les résultats obtenus.

Autonomie and intégration dans un environnement de travail professionnel.

Capacité à écrire un rapport concis, clair et réutilisable

# 2ème semestre M1 pour TIS

## TRANSLATION CLINIQUE

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Sylvain GIOUX, Professeur <a href="mailto:sgioux@unistra.fr">sgioux@unistra.fr</a> , bureau B133, 03 68 85 46 27
Autre(s) enseignant(s)	“N/A” si seul, “Prénom Nom” du ou des collègue(s) sinon.

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP0E2M01 Ingénieur - 2A TIS - S8 Master - 1A - ASI G / HCI / HT TIS - S2 International program 0,5 (STS) / 1 8.75h CM
Coefficient = ECTS Volume horaire	

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée		<i>à compléter</i>
Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>CC : QCM en début de chaque cours</b> <b>Non</b> <b>Non</b>	<i>Oui / Non</i> <i>Oui / Non</i>

<b>Prérequis</b> Les prérequis pour ce cours	
<b>Objectifs du cours</b> Ce cours a pour objectif de décrire les processus fondamentaux de la translation clinique. Plus particulièrement, nous aborderons le processus en lui-même, ainsi que les réglementations associées et les méthodes recommandées. Nous illustrerons ce processus de translation cliniques à travers plusieurs exemples concrets.	
<b>Programme détaillé</b> Le cours se décompose de la manière suivante: 1- Introduction : la translation clinique 2- Réglementation et processus de translation 3- Réglementation et processus de translation 4- Exemple: guidage du geste chirurgical par imagerie de fluorescence 5- Exemple: dépistage du cancer par la cohérence par tomographie optique	
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Exemples traités, démonstrations de logiciel, de maquettes, visites, TPs, Projets, ...	
<b>Compétences acquises</b> A l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura acquis les principes fondamentaux de la translation clinique d'un point de vue du process, de la réglementation et des méthodes. Il pourra mettre en oeuvre ses compétences d'ingénieur dans le contexte de projets translationnels.	

## GESTION FINANCIÈRE

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Emmanuelle VIERLING-KOVAR, Titre <a href="mailto:vierlingkovar@unistra.fr">vierlingkovar@unistra.fr</a> , bureau XXX, 03 68 XX XX XX
Autre(s) enseignant(s)	-
<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP012M20 Ingénieur - 2A G / TIS / IR - S8
Coefficient = ECTS Volume horaire	Master - 1A - S2 1 / 1.5 10.5h CM
<b>EXAMENS</b> Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>Session 1</b> <b>CC + CT 2h</b> <b>Oui</b>
	<b>Session 2</b> <i>à compléter</i> <i>Oui / Non</i>
<b>Oui</b>	<b>Oui / Non</b>
<b>Prérequis</b> Aucun	
<b>Objectifs du cours</b> Acquérir les bases de la gestion. Comprendre les principes comptables et analyser les comptes d'une entreprise. Etre capable de déterminer les coûts et les marges d'un produit, de calculer un seuil de rentabilité et de réfléchir à la fixation d'un prix. Comprendre les notions de budget.	
<b>Programme détaillé</b> Introduction : les concepts de la comptabilité et de la gestion. Chapitre 1 Le Bilan Chapitre 2 Le compte de résultat Chapitre 3 La TVA Chapitre 4 Les immobilisations Chapitre 5 Les charges calculées (amortissements, dépréciations) Chapitre 6 Les salaires Chapitre 7 L'analyse financière Chapitre 8 La comptabilité de gestion Chapitre 9 Les factures Chapitre 10 Les prix	
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> La qualité et l'analyse de la valeur Les brevets Par le biais de leur projet appliqué en physique au profit d'une organisation (entreprise, laboratoire privé...), étude individualisée de l'élaboration du budget nécessaire à ce projet.	
<b>Compétences acquises</b> Les concepts de base de la gestion sont ainsi acquis et permettent aux étudiants de les intégrer dans le cadre d'une réflexion globale.	

## ÉPISTÉMOLOGIE ET CONSTRUCTION DES SAVOIRS 2

Responsable Adresse mail Numéro de téléphone	Christophe COLLET, professeur <a href="mailto:c.collet@unistra.fr">c.collet@unistra.fr</a> , bureau C401, +33 (0)3 88 68 85 43 30
Autre(s) enseignant(s)	“N/A” si seul, “Prénom Nom” du ou des collègue(s) sinon.

Code APOGEE	EP012M93
Formation - Année - Semestre - Option	Ingénieur - 2A G / 2A TIS / 2A IR - S8
Coefficient = ECTS	1
Volume horaire	10h CM

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée	Contrôle continu	Oral
Documents autorisés	Oui	Oui
Si oui, lesquels :	Feuille A4 manuscrite RV	Feuille A4 manuscrite RV
Calculatrice école autorisée	Non	Non

LIENS DE TÉLÉCHARGEMENT	Support de cours	Annales
-------------------------	------------------	---------

<b>Prérequis</b> Bac scientifique	
<b>Objectifs du cours</b> Ce cours a pour but de comprendre la construction des savoirs, l'histoire des sciences (principalement illustrées en physique et mathématique)	
<b>Programme détaillé</b> Histoire des sciences et des techniques, approche épistémologique <u>Supports de cours</u> (disponible durant le cours uniquement) Epistémologie : Étude critique des sciences, destinée à déterminer leur origine logique, leur valeur et leur portée (théorie de la connaissance). <ul style="list-style-type: none"><li>● Introduction aux grands courants de l'histoire des sciences : comment s'est opérée la construction du savoir et la constitution d'un corpus scientifique</li><li>● Méthodologie scientifique, rationalité, principe de raison suffisante (rasoir d'Occam)<ul style="list-style-type: none"><li>○ Dissonances cognitives, superstitions et distorsion du réel : science versus croyance, une approche sociologique</li><li>○ Influences, manipulations mentales, dérives sectaires, soumission à l'autorité</li><li>○ Critère de réfutabilité de Popper</li><li>○ Illustrations : pseudo-sciences, marché cognitif, croyance par délégation</li></ul></li><li>● Outils épistémologiques : comment soupeser des hypothèses ?</li><li>● Comment construire un protocole expérimental ?</li><li>● Histoire des sciences<ul style="list-style-type: none"><li>○ Grandes périodes</li><li>○ La révolution de pensée au siècle des Lumières</li><li>○ Perspectives historiques : Aristote, Copernic, Kepler, Galilée, Newton, Einstein...</li><li>○ Eléments d'histoire des mathématiques, de la physique, de la théorie de l'information</li><li>○ Quelques textes qui ont changé la science (Galilée, Pascal, Newton, Maxwell, Planck, Boltzmann, Einstein, Feynman, Hawking)</li></ul></li><li>● Imposture, sornettes, absurdité et autres erreurs scientifiques<ul style="list-style-type: none"><li>○ Quelques impostures scientifiques célèbres</li><li>○ Illusions et complotisme</li></ul></li><li>● La science dit elle toujours la vérité ?</li><li>○ Quelle différence entre science et recherche : illustration sur la pandémie Covid19</li></ul>	

Applications (TD, TP ou projets)  
Liens bibliographiques à explorer

Compétences acquises

- Capacité à distinguer une opinion d'un énoncé scientifique
- Capacité à distinguer ce qui relève d'une connaissance stabilisée ou d'une controverse
- Etre capable d'analyser la véracité d'un énoncé scientifique
- Capacité à analyser en ordre de grandeur les informations quantifiables
- Capacité à déconstruire et reconstruire en adoptant une méthodologie scientifique
- Capacité à prendre une décision en incertitude, en tant qu'ingénieur et citoyen
- Capacité à distinguer principe de précaution (on ne connaît pas bien le risque) et principe de prévention (on connaît le risque)
- Capacité à comprendre la vision systémique (globale) au sein d'un projet précis et local
- Capacité à identifier un discours fantaisiste ou une réthorique complotiste
- Évaluer les risques et incertitudes dans une approche prospective

## OPTIMISATION

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Hassan OMRAN, <a href="mailto:homran@unistra.fr">homran@unistra.fr</a> , bureau C129, +33 (0)3 68 85 44 71
Autre(s) enseignant(s)	“N/A”

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP082M01 Ingénieur - 2A TIS DTMI / TIS TI - S8 Ingénieur - 1A IR SDIA - S6 Master - 1A ASI G + HCI / HT TIS - S2
Coefficient = ECTS Volume horaire	1 / 1.5 / 3 14h CM, 1.75 TD, 8h TP

<b>EXAMENS</b>	<b>Session 1</b>	<b>Session 2</b>
Durée	2h	1.5h
Documents autorisés	Oui	Oui
<i>Si oui, lesquels :</i>	supports de cours distribués et notes de cours manuscrites	supports de cours distribués et notes de cours manuscrites
Calculatrice école autorisée	Oui	Oui

<b>Prérequis</b> Mathématiques pour l'ingénieur, notamment : Fonctions de plusieurs variables, algèbre linéaire élémentaire (calcul matriciel, calcul des valeurs propres d'une matrice, résolution de systèmes linéaires), géométrie analytique.
<b>Objectifs du cours</b> L'optimisation et la programmation mathématique prend une part de plus en plus importante dans les techniques de l'ingénieur. Le progrès des moyens de calcul permet de résoudre aujourd'hui des problèmes d'optimisation de grande dimension de manière numérique. L'objectif de cet enseignement est de développer les compétences de base dans le domaine de l'optimisation. Il s'agit d'apprendre les méthodes usuelles et leur utilisation pratique.
<b>Programme détaillé</b> Chap. I.- Rappels mathématiques Chap. II.- Optimisation sans contraintes Chap. III.- Les méthodes des moindres carrés Chap. IV.- Programmation linéaire Chap. V.- Programmation non-linéaire
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Des exemples seront traités sous forme de devoirs en partie accompagnés afin de mettre en œuvre les techniques enseignées.
<b>Compétences acquises</b> A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera familier avec les concepts de l'optimisation. Il sera capable de choisir et de mettre en œuvre une méthode d'optimisation pour un problème donné, qu'il soit linéaire ou non linéaire, avec ou sans contraintes, de petite ou de grande dimension.

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Daniel BAUMGARTNER, McF <a href="mailto:daniel.baumgartner@unistra.fr">daniel.baumgartner@unistra.fr</a> , bureau C415, 03 68 85 44 37
Autre(s) enseignant(s)	/

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre Coefficient = ECTS Volume horaire	EP082M07 Ingénieur - 2A TIS - S7 Master - 1A HT TIS - S2 1.5 10.50h CM, 8h CI
---	---

<b>EXAMENS</b>		<b>Session 1</b>	<b>Session 2</b>
Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>CT 1h</b> Non Non		<b>Ecrit 1h</b> Non Non

<b>Prérequis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Notions de mécanique des milieux continus</li> <li>Notions d'analyse numérique</li> </ul>
<b>Objectifs du cours</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Connaître la méthode des éléments finis</li> <li>Savoir utiliser un code de calcul commercial en éléments finis</li> <li>Savoir modéliser par éléments finis un système vivant ou inerte ainsi que leur interaction</li> </ul>
<b>Programme détaillé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rappels d'analyse numérique</li> <li>Généralités sur la méthode des éléments finis</li> <li>Généralités sur la modélisation par éléments finis de systèmes mécaniques divers</li> <li>Acquisition d'un outil de calcul par éléments finis</li> <li>Exemples d'applications en biomécanique</li> </ul>
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réalisation de modèles par éléments finis simples</li> <li>Initiation à la construction de modèles par éléments finis complexes</li> </ul>
<b>Compétences acquises</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compréhension de l'intérêt et les limites d'utilisation, ainsi que les techniques de mise en œuvre de la méthode des éléments finis</li> <li>Modélisation d'un système mécanique simple par éléments finis au moyen d'un code de calcul commercial</li> </ul>

## PROJETS INGÉNIEURS 2

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Hassan OMRAN, <a href="mailto:homran@unistra.fr">homran@unistra.fr</a> , bureau C129, tel +33 3 68 85 44 71
Autre(s) enseignant(s)	Amir NAHAS

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP082M13 Ingénieur - 2A TIS - S8 Master - 1A - HT TIS - S2
Coefficient = ECTS Volume horaire	4 / 6 70h TD

<b>EXAMENS</b>	<b>Session 1</b>	<b>Session 2</b>
Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>CC - rapport écrit et une présentation orale</b> - -	à compléter <i>Oui / Non</i> <i>Oui / Non</i>

<b>Prérequis</b>	
<b>Objectifs du cours</b>	Une pédagogie active qui permet aux élèves une mise en situation dans une démarche proche de celle qu'ils auront à occuper dans l'exercice de leur futur métier d'ingénieur : travail en équipe, méthodologie de gestion de projet, relations avec le client, relations avec des partenaires extérieurs, respect des contraintes imposées.
<b>Programme détaillé</b>	<p>Le projet ingénieur constitue un complément de formation pratique et obligatoire pour nos élèves ingénieurs. Il consiste en la concrétisation d'un projet professionnel innovant proposée par des entreprises. Le travail consiste à analyser le besoin du client, définir un cahier de charges et réaliser le produit fini en suivant une démarche structurée de gestion de projet. Chaque équipe projet est suivie par le client du projet (en fonction de ses disponibilités) et d'un encadrant de Télécom Physique Strasbourg (pour le suivi et le support technique et scientifique de l'activité).</p> <p>Le dispositif mis en place est le suivant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une proposition de projet (contexte, description de l'étude, résultats escomptés) émanant de l'entreprise (client du projet)</li> <li>- Une équipe-projet composée de 4 ou 5 élèves ingénieurs (de l'ordre de 400 heures)</li> <li>- Une étude réalisée au sein de l'école sur 6 mois d'octobre à avril, en deux parties : pré-étude : définition précise d'un cahier des charges (jusqu'à décembre) réalisation de l'étude et des livrables définis</li> <li>- Un suivi de l'activité projet avec des évaluations intermédiaires et une présentation finale publique ainsi que la remise d'un rapport technique (nécessaires à une poursuite du sujet).</li> <li>- Une convention permet, si nécessaire, de définir les responsabilités et la propriété de l'étude.</li> </ul>
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b>	Les domaines d'applications, au croisement des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) et du secteur de la santé, dépendent du sujet choisi par chaque équipe ainsi que des orientations professionnelles de ses membres. D'une manière générale, le projet consiste en:

- Etude de faisabilité, un prototype, une maquette fonctionnelle, une application logicielle, une étude exploratoire validée par les résultats des expérimentations et des simulations...
- Un dossier industriel comprenant tous les éléments techniques nécessaires à la compréhension détaillée du travail réalisé et permettant la reprise de l'étude pour une industrialisation ultérieure.

#### Compétences acquises

Les acquis durant ce parcours qui se déroule sur deux semestres:

- Rédaction de rapports bimensuels d'activité, entraînement à des présentations orales dont une en anglais, rapport de synthèse et dossier technique
- Gestion de projet en groupe, gestion du planning, communication avec un client
- Approfondissement d'un sujet avec recherches bibliographiques

## PROCÉDURES MÉDICALES ET CHIRURGICALES

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	J. GARNON, Titre <a href="mailto:jgarnon@unistra.fr">jgarnon@unistra.fr</a> , bureau XXX, 03 68 XX XX XX
Autre(s) enseignant(s)	Matthieu EHLINGER ( <a href="mailto:ehlinger@unistra.fr">ehlinger@unistra.fr</a> ), S. PERRETTA
<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP082M23 Ingénieur - 2A - STS / TIS - S8 Master - 1A - ASI G + HCI / TIS - S2 International program
Coefficient = ECTS Volume horaire	2 (STS + M1 ASI G/HCI + IP) / 1 (TIS) / 1,5 (ASI TIS) 17.50h CM

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée	<b>CC</b>	<i>à compléter</i>
Documents autorisés	<b>Non</b>	<i>Oui / Non</i>
<i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>Non</b>	<i>Oui / Non</i>

<b>Prérequis</b> Les prérequis pour ce cours	
<b>Objectifs du cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- définition de termes spécifiques à cette spécialité chirurgicale. Information généraliste sur ce qu'est cette discipline. Notions de base en orthopédie-traumatologie. Comprendre que cette spécialité est fortement dépendante des compétences des ingénieurs et de cette collaboration transversale, premier rapport avec cette.</li> <li>- faire connaître la radiologie interventionnelle aux étudiants, et notamment ses applications en pratique clinique</li> </ul>	
<b>Programme détaillé</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5- 6h de cours sous forme de cours magistral inter-actif (équivalent TD)</li> <li>- généralités sur la traumatologie</li> <li>- et l'orthopédie</li> <li>- définitions : ostéosynthèse, ancillaire, arthroscopie...</li> <li>- présentation des différentes options thérapeutiques possible : ostéosynthèse, prothèse</li> <li>présentation de différentes technique dont l'arthroscopie, l'ostéosynthèse à foyer ouvert ou à foyer fermé...</li> <li>- Cours 1 : guidage en radiologie interventionnelle</li> <li>- Cours 2 : les gestes de radiologie interventionnelle</li> </ul>	
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Il s'agit essentiellement d'un information généraliste sur cette spécialité chirurgicale La radiologie interventionnelle étant avant tout basée sur l'imagerie, il existe de multiples champs d'application pour les étudiants, en particulier dans le développement de modalités d'aide au guidage pour le radiologue	
<b>Compétences acquises</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- savoir répondre aux objectifs, comprendre les spécificités de cette spécialité, connaître les définitions, différencier l'orthopédie de la traumatologie, comprendre la nécessité de l'interaction avec les ingénieurs (transversalité), connaître les grandes groupes d'option thérapeutique</li> <li>- savoir que les modalités d'imagerie diagnostique sont aussi utilisées en interventionnel et connaître les limites de chaque technique</li> <li>- connaître les gestes de base en radiologie interventionnelle</li> </ul>	

## BIOLOGIE ET IMAGERIE BIOLOGIQUE

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Anne-Laure DUCHEMIN, Maître de conférences <a href="mailto:alduchemin@unistra.fr">alduchemin@unistra.fr</a> , bureau D408 +33 (0)3 68 85 47 02
Autre(s) enseignant(s)	N/A

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP082M25 Ingénieur - 2A - TIS - S8
Coefficient = ECTS Volume horaire	Master - 1A - HT TIS - S2 1 / 2 19.25h CM

<b>EXAMENS</b> Durée Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>CC</b> <b>Non</b>	Session 1	Session 2
		<i>à compléter</i> <i>Oui / Non</i>	<i>Oui / Non</i>

<b>Prérequis</b> Biochimie et Biologie 1A et Travaux Pratiques Biologie Moléculaire, Bases en statistique.
<b>Objectifs du cours</b> L'analyse de données de microscopie est maintenant incontournable. Il existe de multiples logiciels, mais nous utiliserons Fiji qui est gratuit et utilisé dans tous les labos de nos jours. Les objectifs de ce cours sont savoir quoi mesurer, quantifier et évaluer sur une image en utilisant Fiji ainsi que connaître quelques techniques d'imagerie.
<b>Programme détaillé</b> Le programme est divisé en deux parties : - Introduction à Fiji : qu'est-ce qu'une image, exemples d'analyses de base, mise en pratique sur ordinateur - La microscopie optique: confocal, light-sheet, spinning disk Les analyses d'images seront en lien avec les cours de 1A. Les étudiants sont évalués au cours du semestre avec un travail d'analyse sur Fiji et à l'oral sur une analyse d'articles en lien avec la microscopie et l'analyse d'image. Les supports de cours sont en anglais.
<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> En CM, des exemples concrets d'analyses d'images seront expliqués. Les TD permettront l'application directe des connaissances acquises en cours. Ils seront progressifs quant aux fonctions d'analyse demandées.
<b>Compétences acquises</b> A l'issue de ce programme, l'étudiant est censé maîtriser les bases de Fiji et les principes de différentes méthodes d'imagerie. L'étudiant aura aussi appris à extraire les données les plus pertinentes à partir d'images issues de microscopie. L'étudiant sera donc capable de faire le lien entre question biologique, type de microscopie utilisée et paramètres à mesurer et analyser.

## FORMATION ET TRAITEMENT DES IMAGES MÉDICALES

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Christophe COLLET, Pr <a href="mailto:c.collet@unistra.fr">c.collet@unistra.fr</a> , bureau C401, +33 (0)3 68 85 44 90
Autre(s) enseignant(s)	Céline MEILLIER

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP082M31 Ingénieur - 2A STS / TIS DTMI - S8 Master - 1A - HT TIS - S2 International program 3 (TIS)/ 4 (G) 21h CM, 14h TP
Coefficient = ECTS Volume horaire	

<b>EXAMENS</b>	<b>Session 1</b> <b>Contrôle continu :</b> 22/2/2022 : Examen intermédiaire : (1h45) > 1h : Problème de traitement d'images sous Matlab (Documents autorisés : polycopié de cours, notes de cours et programmes Matlab écrits durant les TD) + 40 mn : évaluation portant sur le cours (Uniquement autorisé : documents manuscrits personnels de prises de notes de cours)  4/4/2022 : Examen terminal 1h15 avec Matlab & notes manuscrites personnelles du cours	<b>Session 2</b> <b>Oral</b> <b>Feuille A4 manuscrite RV</b> <b>Calculatrice autorisée</b>

LIENS DE TÉLÉCHARGEMENT	Support de cours	Annales

<b>Prérequis</b> Traitement du signal 1D

<b>Objectifs du cours</b> Comprendre la formation d'une image, définir mathématiquement son échantillonnage et ses représentations spatiales/spectrales associées, comprendre les mécanismes de passage spatial/spectral en 2D, visualiser la dualité entre espaces de représentation, manipuler des signaux multi-dimensionnels. Acquérir une vue d'ensemble des principales méthodes de traitement des images et savoir réaliser leurs implémentations sous Matlab.

<b>Programme détaillé</b> <u><a href="#">Supports de cours</a></u> (disponible durant le cours uniquement) Introduction générale au traitement des images dans le contexte médical (grandes modalités : Scanner X (tomodensitométrie par rayon X), IRM, TEP (tomographie par émission de positons) - imagerie nucléaire, échographie) <ul style="list-style-type: none"><li>vision humaine : caractéristiques, formation des images sur la rétine, perception de la couleur, sensibilité, fausses couleurs, artéfact, illusion cognitive, représentations colorées : espaces de représentation, projection et impression,</li></ul>

- modèles mathématiques de formation des images, processus 2D d'échantillonnage et de quantification, fonction d'appareil, interpolation 2D,
- représentations spectrales 2D, convolution 2D illustrée en détection de contours, séparabilité, représentations pyramidales.
- Traitement et outils de base : opérations arithmétiques et logiques, histogramme.
- Principales transformées : Fourier, Hough, Radon, Hadamard, DCT, ACP, KL.
- Restauration : débruitage, déconvolution, mesure de la qualité de la restauration, tomographie
- Détection de caractéristiques (contours, lignes, points, ...), analyse de textures, détection de contours
- Méthodes de seuillage automatique (Otsu, entropique, clustering, paramétrique)
- Traitement d'images binaires, opérateurs de morphologie mathématique
- Segmentation, Recalage d'images, Reconnaissance de forme

#### Applications (TD, TP ou projets)

##### 6 Travaux pratiques sous Matlab

TP1 : Traitements et outils de base (visualisation, histogramme, TF, aliasing)

TP2 : Restauration d'images (débruitage, déconvolution)

TP3 : Détection de caractéristiques (gradient, laplacien, détection de contours, Hough)

TP4 : Détection d'objets (morphologie mathématique)

TP5 : Segmentation d'images (seuillage, ligne de partage des eaux, contour actif)

TP6 : Reconnaissance des formes (intercorrélation, transformée tout-ou-rien)

#### Compétences acquises

Compréhension des principaux mécanismes d'imagerie médicale actuellement utilisés, capacité à expliquer mathématiquement les principaux concepts aboutissant à la formation d'une image.

À l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura appris à ...

- identifier un problème de traitement d'image parmi ceux étudiés ;
- énumérer les différents problèmes de traitement d'image étudiés et les approches usuelles pour les résoudre ;
- reconnaître les types de traitements à enchaîner et nécessaire pour analyser une image ;
- décrire le fonctionnement, les avantages, inconvénients et hypothèses des méthodes vues en cours;
- savoir implémenter les principales méthodes étudiées à l'aide d'un langage de programmation scientifique (Matlab en l'occurrence).

Responsable Adresse mail Numéro de téléphone	Rama PIOTTO, Titre <a href="mailto:rama.piotto@unistra.fr">rama.piotto@unistra.fr</a> , bureau XXX, 03 68 85 43 89
Autre(s) enseignant(s)	Frank McKenna, Catherine Dirrig

Code APOGEE	LD22DM01
Formation - Année - Semestre - Option	Ingénieur - 2A G / 2A TIS / 2A IR - S8
Coefficient = ECTS	Master - 1A - S2
Volume horaire	1.5 / 3 22h TD

EXAMENS	Session 1	Session 2
		à compléter
Durée	Oui / Non	Oui / Non
Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	Oui / Non	Oui / Non

**Prérequis**  
Niveau intermédiaire à avancé (5 groupes)

**Objectifs du cours**  
Passage avec succès du TOEIC avec un minimum de 785 points

Les étudiant.e.s en 2A développent et perfectionnent leur capacité à s'exprimer en anglais (à l'oral et à l'écrit) et à comprendre des documents écrits et sonores en anglais.

L'apprentissage d'une langue étant un processus qui se prolonge tout au long de la vie, un volet important des cours de langues à l'Université de Strasbourg concerne les techniques d'apprentissage pour amener les étudiants à :

Prendre conscience, en tant qu'apprenant, de leurs propres compétences communicatives langagières : identifier leurs forces, leurs faiblesses, leurs motivations et leurs besoins.  
Organiser et développer des stratégies en conséquence : - se fixer des objectifs valables et réalistes,  
- choisir des ressources appropriées et adaptées,  
- réaliser des tâches,  
- s'entraîner à l'autoévaluation.

Le niveau B2 du CECRL (Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues) correspond à un niveau intermédiaire tel que démontré par un utilisateur indépendant de la langue en question.

L'utilisateur de niveau B2 peut :

Comprendre le contenu essentiel de sujets concrets ou abstraits dans un (con)texte complexe, y compris une discussion technique dans sa spécialité.

Communiquer avec un degré de spontanéité et d'aisance tel qu'une conversation avec un locuteur natif ne comportant de tension ni pour l'un ni pour l'autre.

S'exprimer de façon claire et détaillée sur une grande gamme de sujets, émettre un avis sur un sujet d'actualité et exposer les avantages et les inconvénients de différentes possibilités.

Pour S4 :

L'UE de 2e année s'inscrit dans le prolongement de celles des S1 et S2 :

- Utilisation du dispositif des centres de ressources de langues (CRL) : ressources, outils et modalités de travail individualisé.
- Développement d'une démarche de travail active et autonome dans l'apprentissage des langues.
- Développement de la capa cité à s'autoévaluer en référence au CECRL.
- La recherche dans le domaine de spécialité

Pendant ce semestre, l'accent est mis sur le développement des compétences liées à l'argumentation.

Les étudiants se présentent tous aux épreuves de certification TOEIC organisées en fin de semestre.

#### Programme détaillé

Apprentissage et pratique de la langue anglaise générale et de spécialité.

- préparation du TOEIC
- révisions grammaticales

#### Applications (TD, TP ou projets)

Laboratoire de langue (CRL), TPS, préparation à la vie professionnelle, dans la vie quotidienne.

#### Compétences acquises

Passage du TOEIC

# **Cours spécifiques M2 pour TIS-DTMI pendant le 1er semestre (S3)**

## ENTREPRENEURIAT

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Pascal GADEN, Titre <a href="mailto:gaden@unistra.fr">gaden@unistra.fr</a> , bureau XXX, 03 68 XX XX XX
Autre(s) enseignant(s)	“N/A” si seul, “Prénom Nom” du ou des collègue(s) sinon.

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP013M03 Ingénieur - 3A G + TIS + IR - S9
Coefficient = ECTS Volume horaire	Master - 2A - élèves ingénieur - S3 2.5 / 2 (TIS) / 0 (Master) 28h CM

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée		
Documents autorisés	<b>CC + O</b> Oui / Non	<i>à compléter</i> Oui / Non
<i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	Oui / Non	Oui / Non

<b>Prérequis</b> Les prérequis pour ce cours
<b>Objectifs du cours</b> Permettre aux étudiants de 3ème année de développer leur dynamique entrepreneuriale en s'impliquant dans toutes les étapes d'un projet, de l'idée jusqu'à la création d'entreprise. Le but pédagogique est de soutenir les étudiants dans la construction d'un projet ambitieux, une situation d'entreprise gagnante afin de forger leur confiance dans leur capacité à savoir réaliser, dans le futur des projets d'entreprise en interne ou à créer.

<b>Programme détaillé</b> Module 1 : Comprendre l'entreprise Analyse de cas - Les chefs d'entreprise invités - Les revues de presses et biographies d'entrepreneurs - les sites spécialisés - L'entrepreneur : personnalité - L'entreprise : organisation, évolution - Le marché, les produits, l'innovation - Les acteurs externes: clients, fournisseurs - actionnaires, états, régions, CCI..... Module 2 : Vivre la création de l'entreprise Trouver l'idée - Choix du nom - Construire son Business plan - Concevoir son offre produit et réaliser une étude de marché - Les Prévisions (ventes, finances, RH...) - La mise en œuvre du plan d'action - Protections juridiques (statuts, brevets) , installation et lancement du projet - Les démarches de création.....
---

<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Chaque cours théorique est suivi du travail dirigé correspondant, faisant évoluer par étapes successives les étudiants dans leur projet de construction. Les groupes de travail pratique forment les équipes et répartissent les compétences autour du projet de création d'entreprise. La restitution du travail et sa présentation orale font l'objet d'exercices répétés en simulation de situation professionnelle.
<b>Compétences acquises</b> A l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura appris à ...

## PROBLÈMES INVERSES

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	Christian Heinrich, Professeur <a href="mailto:christian.heinrich@unistra.fr">christian.heinrich@unistra.fr</a> , bureau C 209, 03 68 85 44 88
Autre(s) enseignant(s)	“N/A”

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP013M63 Ingénieur - 3A G ISSD + TIS DTMI - S9
Coefficient = ECTS Volume horaire	Master - 2A ID G + HCI + IRMC-HealthTech - S3 1 / 1.5 (ID G + HCI) 10.50h CM

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée		
Documents autorisés		
<i>Si oui, lesquels :</i>		
Calculatrice école autorisée	1h - salle informatique Oui 1 page A4 (recto simple) manuscrite Non	1h - salle informatique Oui 1 page A4 (recto simple) manuscrite Non

### Prérequis

bases en traitement du signal et de l'image ; notions de base en algèbre linéaire, analyse, probabilités et optimisation ; matlab.

### Objectifs du cours

Ce cours a pour but de sensibiliser aux problèmes susceptibles d'être rencontrés dans le cadre du traitement de données issues d'un instrument de mesure et de l'inversion d'un modèle physique. Les principaux cadres et méthodes proposés pour la résolution de problèmes inverses seront étudiés.

### Programme détaillé

**Contexte** : présentation de divers cadres applicatifs ; difficultés liées à l'inversion d'un problème mal posé (interprétation en termes de valeurs singulières et interprétation en termes fréquentiels) ; perte d'information, nécessité de régulariser le problème, notion d'information *a priori*.

**Méthodes déterministes de résolution** : décomposition en valeurs singulières tronquée ; estimation par minimisation d'une fonction de coût.

Rappels de probabilités (règle de Bayes, choix d'un estimateur, méthodes de Monte Carlo).

**Méthodes stochastiques de résolution** : estimation au sens du maximum de vraisemblance - estimation au sens du maximum *a posteriori* - modèles markoviens - estimation des hyperparamètres.

**Conclusion** : perspective générale, bibliographie.

### Applications (TD, TP ou projets)

**TP 1** : méthodes déterministes - application à la déconvolution impulsionnelle et à la tomographie (matlab).

**TP 2** : méthodes probabilistes - application à la sismique (matlab).

### Compétences acquises

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura appris à évaluer et à choisir une méthode de résolution de problème inverse.

## TECHNOLOGIES DES IMAGEURS

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone	SCHUH Vincent, Professeur Agrégé (PRAG) <a href="mailto:vschuh@unistra.fr">vschuh@unistra.fr</a> , bureau 256B, 03 68 85 45 51
Autre(s) enseignant(s)	DILLENSEGER Jean Philippe.

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre	EP083M06 Ingénieur - 3A - TIS DTMI - S9 Master - 2A - IRMC-HealthTech - S3
Coefficient = ECTS Volume horaire	2 / 3 (IRMC-HealthTech) 14.75h CM, 12h CI

EXAMENS	<b>Session 1</b>	<b>Session 2</b>
Durée	Contrôle continu : - Evaluation orale de restitution d'articles scientifiques : 15 mins par étudiant - TP : évaluation de 2 TP de 4h	<i>Rattrapage (durée 1h45)</i> <i>Docs de cours + calculatrice personnelle interdits (calculatrice école fournie)</i>
Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i>		<i>Oui / Non</i>
Calculatrice école autorisée		<i>Oui / Non</i>

<b>Prérequis</b> Principe de fonctionnement de l'IRM. Champ magnétique créé par un courant. Structure de l'atome
<b>Objectifs du cours</b> Ce cours a pour but de connaître les technologies d'instrumentation utilisées sur les imageurs type Scanner à rayons X et IRM
<b>Programme détaillé</b> <u>Rayons X :</u> - Technologie de production des RX - Critères qualitatifs radiologiques - Amélioration de la qualité de l'image - Réglages et contrôle de l'exposition - Principe technologique des principaux détecteurs - Technologie des détecteurs secondaires - Fondements et historique technologique de l'imagerie tomographique. Etat de l'art et perspective  <u>Etude de l'ergonomie des salles médicales et des équipements en fonction des besoins cliniques</u>  <u>Fondamentaux technologiques de l'IRM : Etude de base et intérêt de bobines</u> - <u>Une spire</u> : Création d'un champ magnétique / Création d'un champ tournant / Détection d'un champ magnétique / Avantages/inconvénients - <u>Deux spires</u> : Création d'un champ magnétique / Création d'un gradient -Technologie particulière : Bobines de Golay <u>Constitution d'un IRM</u> : Champ magnétique principal Bo / Champ magnétique B1 / Les antennes / Les bobines de gradients  <u>Etude des antennes de surface en réception</u> : -Réglage d'une antenne

-Réception du signal de précession libre de l'amantation M

Etude des antennes en émission d'impulsions RF : -Synthèse d'antennes radio fréquences  
-Sensibilité des antennes en émission RF

**Applications (TD, TP ou projets)**

Etude de clichés d'IRM en fonction des séquences utilisées

Etude et restitution orale d'articles scientifiques sur des technologies d'instrumentation actuelles(TD)

TP : 4h sur l'instrumentation d'un IRM au CHU de Hautepierre  
4h sur l'échographie médicale/effet Doppler au CHU de Hautepierre

**Compétences acquises**

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura appris à connaître les technologies d'instrumentation utilisées dans les imageurs à rayons X et IRM

## BIOMECANIQUE ET SIMULATION NUMERIQUE

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone Autre(s) enseignant(s)	Daniel BAUMGARTNER, Maître de Conférences <a href="mailto:daniel.baumgartner@unistra.fr">daniel.baumgartner@unistra.fr</a> , bureau C415 +33 (0)3 68 85 44 37
	/

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre Coefficient = ECTS Volume horaire	<b>A définir</b> <b>XXX</b> <b>1.5</b> <b>0h CM, 16h CI, 0h TD, 0h TP, 0h Projet</b>
---	---

<b>EXAMENS</b> Duration Authorized documents <i>If yes, which ones :</i> School calculator authorized	<b>Session 1</b> <i>Fourniture de modèles numériques et de résultats de simulations</i> Yes / No N/A Yes / No N/A	<b>Session 2</b> <i>Fourniture de modèles numériques et de résultats de simulations</i> Yes / No N/A Yes / No N/A
---	--	--

<b>LIENS DE TELECHARGEMENT</b>	N/A	N/A
--------------------------------	-----	-----

### Prérequis

- Bases de mécanique des milieux continus
- Bases d'analyse numérique
- Bases d'algèbre linéaire
- Bases de modélisation par éléments finis

### Objectifs du cours

L'objectif principal de ce cours est de maîtriser les tenants et aboutissants d'une simulation numérique en biomécanique.

### Programme détaillé

- **Etape 1 = 4h CI** – Rappels des principaux éléments techniques d'utilisation d'un code de calcul commercial (Altair Hyperworks) + Bases de la modélisation et de la simulation numériques
- **Etape 2 = 4h CI** – Problématique du pas de temps de calcul dans une simulation numérique, ainsi que du temps de calcul
- **Etape 3 = 4h CI** – Problématique de la mise œuvre des algorithmes de résolution numérique optimaux en terme de précision des résultats relativement à une certaine efficacité temporelle
- **Etape 4 = 4h CI** – Problématiques particulières à la biomécanique abordées sous l'angle de la simulation numérique, principalement en terme de modélisation rhéologique des tissus biologiques

### Applications

Les exemples abordés sont issus de problématiques classiques en biomécanique, i.e. reposant sur des tissus biologiques mous ou durs proprement identifiés.

L'outil principal utilisé est la suite de logiciels Altair Hyperworks. D'autres outils tels Comsol Multiphysics peuvent aussi être abordés.

### Compétences acquises

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant est capable d'optimiser une simulation numérique d'un problème standard en biomécanique.



## Deuxième semestre de M2 (S4)

## INITIATION A LA RECHERCHE

<b>Responsable</b> Adresse mail Numéro de téléphone  Autre(s) enseignant(s)	Bernard BAYLE, Professeur des Universités <a href="mailto:bernard.bayle@unistra.fr">bernard.bayle@unistra.fr</a> , C135 03 68 85 48 62  N/A
---	---

<b>Code APOGEE</b> Formation - Année - Option - Semestre Coefficient = ECTS Volume horaire	EP1BLM01 Master - 2A IRMC-HealthTech - S4 3 5,25h CM
---	---

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée		
Documents autorisés <i>Si oui, lesquels :</i> Calculatrice école autorisée	<b>Rapport bibliographique</b> - -	N/A

<b>Prérequis</b> Pas de prérequis particulier. Le cours est destiné à tous les étudiants de l'ITI HealthTech en vue de leur stage de recherche de semestre 4.
--

<b>Objectifs du cours</b> Le cours vise à initier les étudiants à la méthodologie de la recherche, dans le contexte du stage de recherche du semestre 4 : <ul style="list-style-type: none"><li>Effectuer une étude de la littérature afin de prendre connaissance de l'état de l'art du sujet de stage et son contexte ; effectuer une synthèse bibliographique</li><li>Identifier les problématiques inhérentes au sujet de stage et définir la démarche scientifique à mettre en place ; savoir identifier et utiliser les ressources disponibles</li></ul> Le rapport bibliographique est une base indispensable pour adopter une démarche de recherche pertinente. Il est utile pour justifier les travaux menés lors du stage, tout autant que pour la rédaction du mémoire.
---

<b>Programme détaillé</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Comprendre les clés de la publication scientifique</li><li>Lire un article de recherche avec un esprit critique</li><li>Apprendre à synthétiser l'information</li><li>Analyser l'état de l'art et développer un projet de recherche sur cette base</li><li>Outils et méthodologie de rédaction scientifique</li></ul> Le rapport bibliographique présentera les éléments habituels d'un tel document : <ul style="list-style-type: none"><li>Identification de l'état actuel des connaissances liées au sujet de stage dans un environnement scientifique global ; sélection des références clefs du domaine</li><li>Sélection et analyse d'articles de recherche en lien avec le projet de stage</li><li>Identification de l'objectif du stage et des approches à suivre les plus pertinentes et originales ; justification argumentée des méthodes expérimentales retenues pour le stage</li></ul>
--

<b>Applications (TD, TP ou projets)</b> Chaque étudiant mettra en application les compétences acquises pendant cet enseignement de façon spécifique et individuelle, lors de ses recherches bibliographiques et de la réalisation de son rapport, en lien avec l'un des champs thématiques de l'ITI HealthTech.
--

<b>Compétences acquises</b> A l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura appris à entreprendre une recherche bibliographique de façon autonome et adaptée aux besoins inhérents à un projet de recherche précis. L'étudiant aura
---

également été familiarisé aux normes de rédaction scientifique et de citation des références bibliographiques.

## STAGE DE FIN D'ÉTUDES

Responsable Adresse mail Numéro de téléphone	Jacques GANGLOFF, Professeur <a href="mailto:jacques.gangloff@unistra.fr">jacques.gangloff@unistra.fr</a> , bureau C132, +33 (0)3 67 10 61 79
Autre(s) enseignant(s)	“N/A”

Code APOGEE	EP19LU01
Formation - Année - Option - Semestre	Master - 2A - S4
Coefficient = ECTS	27
Volume horaire	20 semaines minimum

EXAMENS	Session 1	Session 2
Durée	N/A	N/A
Documents autorisés		
<i>Si oui, lesquels :</i>		
Calculatrice école autorisée		

<b>Prérequis</b> Les prérequis pour ce cours
<b>Objectifs du cours</b> Le stage donne lieu à un rapport écrit et à une soutenance. La durée minimale du stage est de 19 semaines (la durée minimale du stage est de 20 semaines pour les stages 3a Télécom Physique Strasbourg). Le sujet de stage doit comporter une composante recherche, dans la thématique scientifique correspondant au parcours de M2.
<b>Programme détaillé</b> <b>Volume</b> : une quarantaine de pages dactylographiées (50 pages au maximum), hors annexes. <b>Langue</b> : le mémoire de stage peut être rédigé en français ou en anglais. Pas de résumé en français à fournir (excepté le résumé de 300 mots, voir ci-dessous) dans le cas d'un rapport rédigé en anglais. Différences entre le rapport master et le rapport école  Un rapport école (rapport ingénieur) accentue la présentation de l'entreprise (de la structure d'accueil), le planning et la progression dans l'avancement du travail, l'insertion du stage dans le cadre plus large des projets de la structure d'accueil. Un rapport master accentue l'état de l'art et le contexte du point de vue de la composante « recherche » du travail (par exemple : identifier quelles sont les structures qui travaillent actuellement sur des thématiques identiques ou voisines, placer ses travaux par rapport à ceux de ces équipes).
<b>Organisation du rapport :</b>  <b>Page de garde</b> Voir le menu <i>accueil</i> , rubrique <i>téléchargements</i> pour un exemple de page de garde. <b>Résumés</b> Titre en français et résumé en français (300 mots au maximum). Titre en anglais et résumé en anglais (300 mots au maximum). <b>Sommaire</b> <b>Listes et index divers</b> Symboles, abréviations, acronymes,

liste de tables et figures.

## Introduction

### But du travail

Nature du travail et/ou cahier des charges.

Insertion dans un contexte plus large.

Mettre en évidence la dimension « recherche » du travail.

### Contexte

Préciser le contexte (dans le cadre de la structure où se déroule le stage, dans un cadre scientifique et technique plus général).

### Etat de l'art

Présentation des travaux et/ou des réalisations existants portant sur le même sujet.

Synthèse bibliographique.

Pourquoi le travail a-t-il été entrepris ?

Quelle est son originalité éventuelle ?

### Description des méthodes utilisées

Justification du choix des méthodes proposées.

### Description des réalisations

### Résultats obtenus

Evaluation, analyse et commentaires.

### Conclusion

Bref résumé des travaux réalisés et des résultats obtenus.

Se situer vis à vis du cahier des charges.

Suite possible de ce travail.

### Bibliographie

Voir les commentaires relatifs à la bibliographie dans la section précédente.

Le rapport bibliographique constitue une base pour le mémoire de stage.

Il est nécessaire de rendre compte de la bibliographie dans le mémoire de stage.

Des éléments bibliographiques du rapport final peuvent donc être redondants avec certains éléments du rapport bibliographique. Cette redondance éventuelle n'est pas problématique, mais est normale et attendue. Des éléments de bibliographie supplémentaires peuvent figurer dans le rapport de stage.

### Annexes

Informations nécessaires à la compréhension du mémoire :

- présentation du laboratoire ou de la société où le travail a été effectué ;
- rappel des outils mathématiques ;
- listing des programmes informatiques ;
- schémas détaillés (s'il y a lieu) ;
- modes d'emploi réalisés (éventuellement) ;
- fiches techniques de composants, appareils, etc. (s'il y a lieu).

### Applications (TD, TP ou projets)

Exemples traités, démonstrations de logiciel, de maquettes, visites, TPs, Projets, ...

### Compétences acquises

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura appris à ...