

Référentiel d'activités, de compétences et d'évaluation

Référentiel d'activités

- Conduire des projets dans le domaine des diagnostics et des traitements médicaux innovants, et dans celui des thérapeutiques innovantes
- Modéliser et simuler des systèmes multi-physiques à différentes échelles dans le cadre d'une application en santé
- Explorer, analyser et extraire des informations à partir de données hétérogènes et multi-domaines
- Concevoir des micro-systèmes biomédicaux
- Mettre en œuvre des techniques de caractérisations et de détections optique, opto- et micro-électronique, magnétique et bio-électrique pour les domaines médicaux et biomédicaux, les nanosciences, les biotechnologies et la microfluidique
- Concevoir et mettre en œuvre de systèmes d'assistance pour des applications médicales
- Concevoir et développer des dispositifs de simulation et d'interaction en temps-réel en médecine
- Mettre en œuvre des imageurs médicaux divers et concevoir des algorithmes de traitements d'images, au service du diagnostic et du traitement

Conduire des projets dans le domaine des diagnostics et des traitements médicaux innovants, et dans celui des thérapeutiques innovantes

Projets interdisciplinaires à l'angle de l'ingénierie, des sciences et de la santé centrés sur la santé du patient et faisant appel à divers interlocuteurs, de disciplines différentes et aux niveaux de maîtrise variés

Conception et utilisation d'outils d'appui au professionnel de santé pour une meilleure prise en charge du patient

Observation, interprétation et analyse de résultats dans un contexte médical et en suivant une démarche scientifique

Compétences	Modalités d'évaluation	Critères d'évaluation
<p>Mettre en place une démarche projet : analyse de la situation, compréhension du cahier des charges, définition des objectifs, spécification, conception, réalisation, évaluation</p> <p>Effectuer les recherches bibliographiques, un état de l'art, et réaliser une veille scientifique et technologique</p> <p>Élaborer un planning initial, répartir les tâches, établir un plan de gestion des risques, identifier les indicateurs de suivi, gérer un budget</p> <p>Manager une équipe, travailler en équipe en mode collaboratif</p> <p>Communiquer efficacement à l'oral comme à l'écrit avec des interlocuteurs internes ou externes, décideurs, experts, professionnels non experts du domaine</p> <p>Travailler dans un contexte international ou multiculturel, notamment médical</p> <p>Agir de manière responsable vis-à-vis de la législation, notamment médicale, et des contraintes financières, sociétales et environnementales</p>	<p>Projets en groupe menant à une présentation finale devant un jury d'enseignants, de chercheurs, d'acteurs économiques, de praticiens hospitaliers</p> <p>Comptes rendus de projets en groupe, réalisations de dossiers, reporting</p> <p>Rédaction de rapports de stages et présentation orale du travail effectué en entreprise et en laboratoire dans le cadre de mise en situation professionnelle</p> <p>Projet de fin d'études de 5 à 6 mois, avec rédaction d'un mémoire et présentation orale lors d'une soutenance tenue devant un jury composé des responsables d'options et des enseignants-chercheurs experts des disciplines</p>	<p>La gestion du projet via l'application des méthodes préconisées est démontrée</p> <p>La réponse à un cahier des charges est pertinente ; les diverses méthodes, procédures et technologies sont présentées, comparées et optimisées</p> <p>Les choix et les développements d'outils et de critères sont justifiés et pertinents</p> <p>La qualité des résultats face aux attendus est discutée dans le cadre d'une analyse structurée</p> <p>Les délais de restitution de livrables sont respectés</p> <p>La qualité de rédaction des rapports et documents techniques est en adéquation avec le niveau ingénieur</p> <p>L'expression orale et la communication avec des interlocuteurs divers sont maîtrisés</p> <p>La contribution individuelle dans le cadre d'un travail collectif est effective</p>

Modéliser et simuler des systèmes multi-physiques à différentes échelles dans le cadre d'une application en santé

Mise en œuvre des outils de modélisation analytique, expérimentale, numérique pour appréhender un système vivant dans son ensemble, divers sous-systèmes et leurs interactions ou encore un élément isolé tel un organe, une cellule, une paroi cellulaire et les échanges transmembranaires

Mise en œuvre plus particulièrement les outils de modélisation et de simulation numériques pour appréhender les phénomènes physiques en biologie et en santé

Compétences	Modalités d'évaluation	Critères d'évaluation
Concevoir et mettre en œuvre des modèles théoriques pour le calcul et la simulation numériques	Travaux pratiques sur postes informatiques dédiés avec restitution de modèles et de résultats de simulations numériques	Le modèle fonctionne et permet d'obtenir des résultats pertinents
Mobiliser divers outils techniques de modélisation et de simulation numériques en biologie et en santé	Examens écrits individuels en contrôle continu ou terminal	L'outil mobilisé permet de répondre à la problématique posée
Construire un modèle numérique d'un système vivant en interaction avec un système inerte	Comptes rendus et exposés oraux de projets et de travaux pratiques, individuels ou en groupes	Le modèle numérique est fidèle à la réalité biologique
Simuler un phénomène physique, en biologie et en santé, à l'aide d'un modèle numérique		La simulation digitale opère et conduit à un résultat pertinent
Mettre en œuvre une démarche scientifique dans le cadre d'un dispositif matériel, en imaginant et en créant des expériences capables de vérifier des hypothèses, puis en aboutissant à une conclusion sur la validité des hypothèses		La qualité de rédaction des rapports et documents techniques est en adéquation avec le niveau ingénieur
Savoir collaborer avec les professionnels de santé; les donneurs d'ordre et les industriels		
S'assurer de l'acceptation du système développé par le patient et l'équipe médicale		
Réaliser une veille scientifique et technologique		

Explorer, analyser et extraire des informations à partir de données hétérogènes et multi-domaines

Traitement des informations diverses allant des signaux physiologiques aux images médicales en passant par l'organisation du bloc opératoire ou les données de santé du patient pour les confronter dans le cadre du diagnostic et du traitement médical et chirurgical

Compétences	Modalités d'évaluation	Critères d'évaluation
<p>Mettre en œuvre des chaînes de traitement pour la transformation et la mise en forme des données</p>	<p>Revue de projet comprenant des soutenances (français et anglais) avec supports, comptes rendus et démonstrations devant des enseignants-chercheurs et industriels spécialistes des domaines de compétences ciblées</p>	<p>Les données sont identifiées, collectées, manipulées, transformées et nettoyées</p>
<p>Mettre en œuvre des solutions d'analyse, de classification, de régression et d'agrégation de données</p>	<p>Examens écrits individuels, exposés oraux, en contrôle continu ou terminal</p>	<p>Les anomalies dans les données sont prises en compte</p>
<p>Représenter graphiquement et visualiser des données</p>	<p>Comptes rendus de projets et de travaux pratiques, individuels ou en groupe, réalisations de dossiers, reporting</p>	<p>La structure dans les données est indiquée et des prédictions sont réalisées sur la base de concepts et de méthodes statistiques</p>
<p>Évaluer la qualité des données et des résultats produits</p>	<p>Travaux pratiques en salle informatique dédiée, analyse de cas pratiques, résolution de problèmes concrets</p>	<p>Le cycle analytique en sciences des données est maîtrisé ; l'importance de chaque étape de ce cycle, le bon usage des méthodes et des méthodologies sont démontrés</p>
<p>Mettre en œuvre une démarche scientifique dans le cadre d'un dispositif informatique, en proposant des techniques pour traiter des informations en adéquation avec un objectif, puis en vérifiant sur la base d'observations et des théories de la discipline que l'objectif est atteint</p>	<p>Rédaction de rapports de stages et présentation orale du travail effectué en entreprise et en laboratoire dans le cadre de mise en situation professionnelle</p>	<p>La caractérisation du problème posé est correcte ; les hypothèses formulées sont pertinentes et justifiées</p>
<p>Savoir collaborer avec les professionnels des logiciels et dispositifs d'acquisition ainsi qu'avec les médecins et chirurgiens</p>		<p>La visualisation des données permet l'extraction d'un aperçu et des propriétés ; la présentation des propriétés extraites et leur interprétation sont contextualisées et concises</p>
<p>Réaliser une veille scientifique et technologique</p>		<p>Les obligations légales relatives à l'utilisation des données sont prises en compte</p>
<p>Agir de manière responsable en respectant la confidentialité des informations traitées</p>		<p>La qualité de rédaction des rapports et documents techniques est en adéquation avec le niveau ingénieur</p>

Concevoir des micro-systèmes biomédicaux

Analyse et décomposition de la problématique via un découpage dans une approche top-down et multi-domaines, puis élaboration des différents blocs à concevoir, par adaptation, en premier lieu, du flot de conception de base de la micro-électronique, pour arriver au prototypage virtuel du microsysteme biomédical, puis à la réalisation de celui-ci en prenant en compte les spécificités technologiques et multi-domaines

Compétences	Modalités d'évaluation	Critères d'évaluation
Mettre en œuvre des méthodologies de conception	Revue de projet comprenant des soutenances (français et anglais) avec comptes rendus et démonstrations devant des enseignants-chercheurs et industriels spécialistes des domaines de compétences ciblées	Le problème est parfaitement analysé, puis décomposé en sous-tâches pertinentes
Modéliser à bas et à haut niveaux des blocs complexes	Examens écrits individuels, exposés oraux, en contrôle continu ou terminal	Les outils de simulation et de modélisation utilisés sont maîtrisés
Concevoir et développer des outils de CAO	Comptes rendus de projets et travaux pratiques, individuels ou en groupe, réalisation de dossier, reporting	Les choix de modèles utilisés et/ou le développement de nouveaux modèles sont justifiés
Rechercher puis mettre en œuvre des solutions matérielles s'appuyant sur des choix technologiques adaptés	Travaux pratiques en salle informatique dédiée, et en salles dédiées à la conception de biosystèmes & biocapteurs, analyse de cas pratiques, résolution de problèmes concrets	Le flot de conception mis en œuvre est pertinent
Concevoir des blocs fonctionnels et les intégrer dans un environnement de CAO	Rédaction de rapports de stages et présentation orale du travail effectué en entreprise et en laboratoire dans le cadre de mise en situation professionnelle	Les résultats de simulation sont en parfaite adéquation avec les données expérimentales
Évaluer les performances du système élaboré au regard du cahier des charges et des fonctions de contraintes		La qualité de rédaction des rapports et documents techniques est en adéquation avec le niveau ingénieur
Savoir collaborer avec les professionnels de santé (médecins, chirurgiens, personnels soignants, équipementiers, donneurs d'ordre...)		
S'assurer de l'acceptation du système développé par le patient et l'équipe médicale		

Mettre en œuvre des techniques de caractérisations et de détections optique, opto- et micro-électronique, magnétique et bio-électrique pour les domaines médicaux et biomédicaux, les nanosciences, les biotechnologies et la microfluidique

Etude de la problématique, puis élaboration de la ou des techniques permettant de mesurer l'information pertinente, le tout au sein d'une chaîne instrumentale adaptée (en solution intégrée si besoin), en incluant, près de l'information à extraire, toute la partie de traitement du signal dimensionnée pour la meilleure détection possible

Compétences	Modalités d'évaluation	Critères d'évaluation
<p>Analyser les signaux à collecter et élaborer les solutions technologiques les plus adaptées pour leurs acquisitions</p> <p>Concevoir de nouveaux dispositifs en vue d'acquérir des informations, des signaux, spécifiques</p> <p>Concevoir, dimensionner, optimiser toute la chaîne instrumentale permettant l'acquisition des signaux spécifiques</p> <p>Concevoir des programmes permettant le pilotage et l'automatisation des bancs de mesures</p> <p>Concevoir des programmes d'acquisition et d'interprétation des données de différentes natures et de différents domaines</p> <p>Savoir collaborer avec les professionnels de santé (médecins, chirurgiens, personnels soignants, équipementiers, donneurs d'ordre...)</p> <p>S'assurer de l'acceptation du système développé par le patient et l'équipe médicale</p> <p>Réaliser une veille scientifique et technologique</p>	<p>Revue de projet comprenant des soutenances (français et anglais) avec comptes rendus et démonstrations devant des enseignants-chercheurs et industriels spécialistes des domaines de compétences ciblées</p> <p>Examens écrits individuels, exposés oraux, en contrôle continu ou terminal</p> <p>Comptes rendus de projets et travaux, individuels ou en groupe, réalisation de dossier, reporting</p> <p>Travaux pratiques en salle informatique dédiée, et en salles dédiées à la conception de biosystèmes & biocapteurs, analyse de cas pratiques, résolution de problèmes concrets</p> <p>Rédaction de rapports de stages et présentation orale du travail effectué en entreprise et en laboratoire dans le cadre de mise en situation professionnelle</p>	<p>Les solutions technologiques retenues sont pertinentes</p> <p>La chaîne instrumentale est parfaitement dimensionnée</p> <p>Les signaux traités et mis en forme sont parfaitement exploitables</p> <p>Les biocapteurs choisis et mis en œuvre sont opérationnels</p> <p>L'ensemble de la chaîne instrumentale (hardware + software) est complet</p> <p>Les impacts éthiques, sociétaux et environnementaux des solutions proposées sont pris en compte et explicités</p> <p>La qualité de rédaction des rapports et documents techniques est en adéquation avec le niveau ingénieur</p>

Concevoir et mettre en œuvre de systèmes d'assistance pour des applications médicales

Conception et déploiement de dispositifs biomédicaux pour le diagnostic et le traitement, en lien avec les divers professionnels de santé

Traitement d'images médicales, de signaux physiologiques et d'informations diverses issues du bloc opératoire pour la modélisation 3D du patient et la simulation chirurgicale (jumeau numérique dans son environnement opératoire) en lien avec les divers professionnels de santé

Compétences	Modalités d'évaluation	Critères d'évaluation
<p>Analyser un problème médical et en déduire le cahier des charges d'une des applications médicales solution d'assistance aux gestes médicaux et chirurgicaux</p> <p>Concevoir une solution d'assistance robotisée, la modéliser et la piloter</p> <p>Concevoir des algorithmes de vision par ordinateur pour l'analyse des données peropératoires et les mettre en œuvre</p> <p>Évaluer les enjeux de développement des solutions d'assistance en vue de leur translation clinique et industrielle</p> <p>Réaliser une veille scientifique et technologique</p>	<p>Analyse de problèmes au meilleur niveau de l'état de l'art, avec présentations et démonstrations (français et anglais) devant des enseignants-chercheurs spécialistes des domaines de compétences ciblées</p> <p>Examens écrits individuels en contrôle continu ou terminal</p> <p>Travaux pratiques en salle informatique dédiée pour la simulation robotique et la vision par ordinateur</p> <p>Rédaction de rapports de stages et présentation orale du travail effectué en entreprise et en laboratoire</p>	<p>La compréhension des sciences de la santé permet de transformer l'analyse d'un problème médical en un cahier des charges technologique</p> <p>Le système possède les fonctionnalités attendues, compatibles avec l'environnement médical et l'application visée</p> <p>Les objectifs en termes de précision dans les images médicales sont atteints</p> <p>Les connaissances générales sur le domaine du dispositif médical sont acquises</p> <p>Les impacts éthiques, sociétaux et environnementaux des solutions proposées sont pris en compte et explicités</p> <p>La qualité de rédaction des rapports et documents techniques est en adéquation avec le niveau ingénieur</p>

Concevoir et développer des dispositifs de simulation et d'interaction en temps-réel en médecine

Conception et utilisation de logiciels de simulation numérique pour l'assistance au diagnostic médical et à la planification thérapeutique (chirurgicale et de réadaptation fonctionnelle), ainsi qu'à l'amélioration de la sécurité dans les moyens de transport, l'activité physique et la vie quotidienne

Compétences	Modalités d'évaluation	Critères d'évaluation
Modéliser les principales propriétés des systèmes vivants avec des outils numériques	Projets de développement informatique et robotique avec comptes rendus et présentations	L'outil numérique reproduit de manière biofidèle les propriétés des systèmes vivants
Concevoir des algorithmes permettant de mettre en œuvre des calculs par éléments finis en vue de leur simulation en temps réel	Travaux pratiques en salle informatique dédiée pour la simulation et sur maquette réelle pour l'interaction robotisée	L'algorithme fonctionne et opère en temps réel Les interfaces homme machine développées répondent au cahier des charges imposé
Concevoir des interfaces homme machine virtuelles ou robotisées pour l'interaction avec un environnement médical réel ou virtuel	Examens écrits individuels en contrôle continu ou terminal Rédaction de rapports de stages et présentation orale du travail effectué en entreprise et en laboratoire	Les impacts éthiques, sociétaux et environnementaux des solutions proposées sont pris en compte et explicités
Savoir collaborer avec les professionnels en charge du patient et les concepteurs des dispositifs utilisés		La qualité de rédaction des rapports et documents techniques est en adéquation avec le niveau ingénieur
S'assurer de l'acceptation du système développé par le patient et l'équipe médicale		
Réaliser une veille scientifique et technologique		

Mettre en œuvre des imageurs médicaux divers et concevoir des algorithmes de traitements d'images, au service du diagnostic et du traitement

Conception et urbanisation d'équipements d'imagerie médicale pour le diagnostic et le traitement, en lien avec les divers professionnels de santé et industriels

Traitement d'images médicales issues de diverses modalités pour la modélisation 3D du patient et la simulation chirurgicale (jumeau numérique) en lien avec l'ensemble des professionnels de santé

Compétences	Modalités d'évaluation	Critères d'évaluation
Appréhender la physique de la formation des images médicales	Examens écrits individuels, exposés oraux et rédaction de rapports, en contrôle continu ou terminal	Les principes physiques de la formation des images médicales sont connus
Mobiliser divers langages informatiques en traitement de signaux physiologiques ainsi que d'images et de données médicales	Travaux pratiques en salle informatique dédiée, analyse de cas pratiques, résolution de problèmes concrets	Les langages informatiques sont correctement choisis et déployés de manière pertinente
Traiter et analyser des images et des données issues d'imageurs médicaux et biologiques	Rédaction de rapports de stages et présentation orale du travail effectué en entreprise et en laboratoire dans le cadre de mise en situation professionnelle	Le traitement et l'analyse des images et des données médicales permet de poser un diagnostic correct et de proposer un traitement adéquat
Savoir collaborer avec les professionnels de santé en comprenant leurs besoins et les fournisseurs d'équipements et de logiciels en comprenant leurs outils		Les impacts éthiques, sociétaux et environnementaux des solutions proposées sont pris en compte et explicités
S'assurer de l'acceptation du système développé par le patient et l'équipe médicale		La qualité de rédaction des rapports et documents techniques est en adéquation avec le niveau ingénieur
Réaliser une veille scientifique et technologique		