

Livret des laboratoires d'accueil en bio et santé à CentraleSupélec

Dans le cadre de l'appel à candidatures postes d'accueil 2018 pour Internes, Assistants Hospitalo-Universitaires, Chefs de Clinique Assistants, Praticiens Hospitaliers (PH), Praticiens Hospitaliers Contractuels (PHC) de l'AP-HP



Rappel

Dans le cadre de votre pratique clinique vous avez été confronté(e)s à la limitation du savoir biomédical ou à un besoin technologique. Vous avez identifié une problématique et avez réfléchi, en conséquence, à un projet innovant à visée translationnelle.

Nous vous proposons d'aller jusqu'au bout de votre démarche en l'inscrivant dans le cadre d'un partenariat entre l'AP-HP et l'un de ses prestigieux partenaires, partenariat qui se traduit par le présent appel à candidatures aux postes d'accueil 2018.

Vous aurez non seulement le privilège de réaliser votre apprentissage de la recherche fondamentale et préclinique auprès de chercheurs et ingénieurs d'excellence, mais aussi l'opportunité de tisser des liens, à plus long terme, avec eux. Au-delà du cadre de ce poste d'accueil, vous vous donnerez les moyens à l'avenir, de mettre au service du patient non seulement votre expertise clinique mais aussi vos capacités d'investigation scientifique en identifiant des problèmes et en élaborant des solutions en équipe clinicien-chercheur.

Ces postes d'accueil sont destinés, aux internes, aux assistants hospitalo-universitaires, aux chefs de clinique assistants : docteurs en médecine, docteurs en pharmacie, ou en odontologie, de l'AP-HP, titulaires d'un DES et d'un master2 recherche, inscrits à l'ordre dont ils dépendent à la date de prise de leurs fonctions (Novembre 2018) souhaitant initier ou poursuivre un projet de recherche dans un des laboratoires des établissements suivants :



| | |
|---|---|
|  <p>Laboratoire Génie Industriel CentraleSupélec</p> <p>Site web : www.lgi.ecp.fr/ Rapport d'activités : http://lgi-srv.ecp.fr/pub/photo/brochure/LGI_2015.pdf</p> | <p>Laboratoire Génie Industriel</p> <p>Contacts :</p> <ul style="list-style-type: none">- Prof. Bernard Yannou, Directeur, bernard.yannou@centralesupelec.fr- Prof. Evren Sahin, Resp. axe santé, evren.sahin@centralesupelec.fr |
|---|---|

Le Laboratoire Génie Industriel (LGI) de CentraleSupélec développe des modèles, méthodes et outils pour le diagnostic, la conception, le développement, la fabrication, le lancement, l'exploitation, le recyclage des systèmes sociotechniques. Quelques principes clef de recherche sont : la multidisciplinarité, la pensée cycle de vie, la modélisation et simulation de systèmes complexes sous incertitudes, l'intégration de l'humain dans les simulations (agents, modèles de préférences, décisions), les approches d'ingénierie basées sur des modèles. Le LGI est organisé autour de 4 équipes de recherche : Ingénierie de la Conception, Aide à la Décision pour les systèmes de Biens et Services, Sûreté et Risques, Economie Durable. Dix chaires d'entreprise renforcent ces 4 équipes. Le LGI compte 95 personnes dont 28 enseignants-chercheurs rattachés au Département Sciences de l'Entreprise.

Au sein de ce Laboratoire, existe un **axe transverse Santé** qui s'intéresse au développement de nouvelles approches, méthodes et outils issus du Génie Industriel **au service des systèmes de production de soins**.

Les approches de Génie Industriel développées initialement pour des systèmes de production de biens (appelées également Méthodes de Gestion Industrielle) peuvent être appliquées, moyennant l'intégration judicieuse d'hypothèses spécifiques et l'adaptation des modèles, pour **l'optimisation de l'organisation des systèmes de soins (processus, performances, ressources, coûts, rôles/compétences)**. D'autres types de problématiques impliquent nécessairement le développement de nouvelles méthodologies de recherche permettant une modélisation réaliste des systèmes de santé. Les modèles développés visent ainsi à atteindre la **qualité de service objectif du patient** (en diminuant les temps d'attente, les temps de process, etc.) et de **satisfaire les préférences des personnels soignants** (horaires de consultation, répartition équitable de la charge, etc.) tout en **évitant le gaspillage de ressources** (temps des praticiens, coûts opérationnels, coûts d'investissement, etc...).

De manière plus détaillée, voici des exemples de thèmes abordés dans la recherche au LGI :

- **Modélisation et simulation des opérations liées aux services hospitaliers**
- **Modélisation et simulation des opérations dans les systèmes SAMU**
- **Conception et pilotage de structures d'Hospitalisation à Domicile (HAD) et de réseaux de soins**
- **Aide à la décision pour la conception de technologies m-health**
- **Conception de systèmes de télémédecine**

Le LGI souhaiterait accueillir des praticiens hospitaliers afin de réaliser des projets de recherche collaboratifs sur ces thèmes ou d'autres sujets liés à **l'amélioration de l'organisation des soins**, dans le cadre d'un ou plusieurs Postes d'Accueil.



Site web : <http://www.lgpm.ecp.fr/>

Laboratoire de Génie des Procédés et Matériaux

Contacts :

Prof. Patrick Perré, Directeur,
patrick.perre@centralesupelec.fr

Prof. François Puel, Resp. du département Procédés
Francois.puel@centralesupelec.fr

Description des recherches en bio / santé

Traditionnellement impliqué en génie des procédés et matériaux, le LGPM a fortement réorienté depuis 5 ans ses activités vers les bioprocédés et les biomatériaux afin d'investir le secteur émergent des biotechnologies industrielles. S'appuyant sur le réseau et la réputation de CentraleSupélec et grâce à sa chaire de biotechnologie située au cœur de la bioraffinerie de Pomacle-Bazancourt, le LGPM est en lien étroit avec les groupes, PME et startups du secteur en mettant son expertise en R&D au service de projets innovants.

CentraleSupélec, avec sa formation d'ingénieurs généralistes de haut niveau, dispose d'une forte expertise en modélisation. En complément des approches expérimentales, les trois axes du laboratoire (upstream, biotransformation et downstream) s'appuient donc naturellement sur un socle de compétences en modélisation plus particulièrement orienté vers la **modélisation du vivant** et le **changement d'échelle**.

Les activités du LGPM concernent la valorisation des plantes pour produire énergie, matériaux et molécules. Les chercheurs travaillent aussi bien sur les commodités (bio-carburants, matériaux biosourcés pour le bâtiment) que sur les molécules forte valeur ajoutée (produits cosmétiques et pharmaceutiques).

Pour la partie biotransformation, les compétences expérimentales du LGPM vont de l'observation du développement de colonies, de biofilms, de champignons à l'échelle microscopique (observation sous microscope confocal avec conditions de culture maîtrisées) à la culture en bioréacteurs et photobioréacteurs (dans le cas de microalgues) particulièrement bien instrumentés. De plus, le LGPM a acquis une imprimante 3D de très haute résolution pour concevoir et réaliser des μ -bioréacteurs capables de faire du prototypage rapide et de dupliquer les suivis de culture.

Cette approche expérimentale travaille en étroite synergie avec le socle modélisation du LGPM, afin de répondre aux questions de production industrielle par changement d'échelle. Cette expertise très originale inclut :

- Une approche de **modélisation discrète** (automate cellulaires, modèles multi-agents, arborescence de champignon sur réseau), typiquement adaptée à la modélisation à l'échelle cellule en synergie avec l'observation sous microscope,
- Une approche de modélisation à base de formulation continue, souvent alimentée par la simulation discrète, qui permet de scruter des échelles spatiales et temporelles plus grandes,
- Une approche de type CFD (Computational FLuid Dynamics) avec suivi lagrangien des cellules. Le modèle biologique utilisé peut ainsi prendre en compte des effets variés, **thermodynamiques, mécaniques et/ou biologiques**. C'est le niveau de modélisation pertinent pour passer à l'échelle de production en bioréacteur, mais aussi de voir les effets de couplage dans le développement cellulaire.

Le LGPM dispose également d'une grande expertise en techniques séparatives : membranes, extraction liquide-liquide, cristallisation, séchage, chromatographie préparative.

| | |
|--|--|
|  <p>Site web: http://www.l2s.centralesupelec.fr</p> | <p>Laboratoire des Signaux et Systèmes</p> <p>Contacts :</p> <p>Dr. Silviu Niculescu, Directeur, silviu.niculescu@l2s.centralesupelec.fr</p> <p>Prof. Antoine Chaillet, antoine.chaillet@centralesupelec.fr</p> |
|--|--|

Le L2S regroupe des expertises dans des champs applicatifs des mathématiques visant à maîtriser la modélisation, le traitement du signal et des données, et la commande automatisée de systèmes. Il est constitué de 3 pôles :

- Le **pôle Signaux et Statistiques** s'articule autour de deux thématiques principales : la modélisation statistique et les problèmes inverses. Les activités du groupe « modélisation statistique » concernent plus particulièrement l'estimation de modèles de signaux corrélés gaussiens ou non, à courte ou à longue mémoire, les décompositions parcimonieuses pour la séparation de sources, le traitement du signal multicapteurs (détection de sources, bornes de performances, élimination d'interférences, optimisation de formes d'onde), l'analyse temps-fréquence, les traitements adaptatifs et distribués et l'analyse statistique de données hétérogènes à structure complexe. Le groupe « problèmes inverses », quant à lui, se positionne à l'interface de la physique, des statistiques, des signaux et des images. Ses travaux s'appuient sur des modèles stochastiques markoviens ou séparables, des variables cachées et du calcul bayésien, mais aussi sur l'optimisation convexe et les décompositions parcimonieuses. Les applications concernent le traitement de l'image au sens large : reconstruction d'images en tomographie micro-ondes, imagerie SAR (Synthetic Aperture Radar), reconstruction d'images 3D en tomographie à rayons X, imagerie infrarouge en astronomie, imagerie PET (Positron Emission Tomography), M/EEG, séparation de sources, analyse d'images hyperspectrales, etc...

- Le **pôle Systèmes** s'intéresse au développement d'outils théoriques, méthodologiques, et applicatifs pour toute la chaîne associée à la commande automatique de systèmes dynamiques. Cela comprend la modélisation mathématique de systèmes et l'identification des paramètres du modèle à partir de données expérimentales, le développement d'observateurs ou « capteurs logiciels » permettant d'estimer des grandeurs non accessibles à la mesure, la prédiction du comportement qualitatif du modèle grâce aux outils des systèmes dynamiques, et la commande en boucle fermée visant à garantir des performances données (en termes de rapidité, de précision, de robustesse) en limitant l'intervention de l'utilisateur. Ces travaux utilisent pour cela des modèles continus, discrets ou hybrides. L'utilisation de modèles de dimension infinie (EDP et systèmes avec retards) jouent également un rôle important.

- Le **pôle Télécoms et Réseaux** a pour vocation d'effectuer des recherches méthodologiques dans le domaine des réseaux, télécommunications, et sécurité multimédia. Sa particularité est d'essayer autant que possible de s'éloigner d'une vision traditionnelle « en couches » des réseaux, dont une optimisation séparée laisse peu de champ à des améliorations substantielles. Cette approche « inter-couches » est rendue possible par un regroupement de compétences à la fois au niveau des « couches basses » (communications numériques, allocation de ressources, ...), de la « couche application » (compression robuste, sécurité des contenus, ...), comme des couches réseau (TCP/IP, routage, ...), qui travaillent en synergie pour résoudre des problèmes actuels des télécommunications et multimédia, en particulier dans les réseaux mobiles. Un effort est fait pour approfondir des outils génériques permettant une optimisation la plus globale possible, comme la théorie des jeux, la théorie de l'information, la géométrie stochastique, ou la géométrie de l'information.



Le L2S a une forte tradition dans l'application de ces développements méthodologiques aux domaines de la santé et des sciences du vivant, comme en témoignent de nombreux projets collaboratifs nationaux et internationaux dans le domaine des neurosciences, des maladies du système nerveux central, de la cancérologie, de l'instrumentation pour la visualisation et le diagnostic et du traitement de données hétérogènes de grande dimension.

| | |
|---|--|
|  <p>Site web : http://www.mssmat.ecp.fr/</p> | <p>Laboratoire de Mécanique des Sols, Structures et Matériaux</p> <p>Contacts :</p> <p>Dr. Damien Durville, directeur (damien.durville@centralesupelec.fr),</p> <p>Prof. Denis Aubry (denis.aubry@centralesupelec.fr),</p> <p>Dr. Bertrand David (bertrand.david@centralesupelec.fr)</p> <p>Dr. Elsa Vennat (elsa.vennat@centralesupelec.fr)</p> |
|---|--|

Le Laboratoire MSSMat a pour objectif de caractériser le comportement mécanique des matériaux et des structures en s'appuyant simultanément sur des méthodes d'observation expérimentale, de modélisation et de simulation numérique. Ses compétences l'ont conduit à orienter une partie de son activité vers le domaine de la mécanique des matériaux vivants, en développant des travaux autour de l'ingénierie tissulaire osseuse, de l'odontologie, ou de l'étude des mécanismes de migration cellulaire.

Les activités du laboratoire MSSMat dans le domaine de la santé sont les suivantes :

- **Ingénierie tissulaire osseuse** : l'équipe en charge du développement d'un prototype de bioréacteur à perfusion pour la production de substituts osseux à partir de cellules souches, vise à déterminer les conditions optimales, relatives notamment à la géométrie du matériau support, aux contraintes de cisaillement exercées par la phase liquide, favorisant la prolifération cellulaire, en associant des dispositifs microfluidiques pour caractériser la prolifération à l'échelle microscopie, des modèles de simulation multi-échelle de prolifération cellulaire, et des simulations numériques permettant de déterminer les l'environnement mécanique subi par les cellules au sein du bioréacteur.
- **Odontologie restauratrice** : afin d'optimiser les conditions d'imprégnation et d'accroître la durabilité des restaurations dentaires composites, des caractérisations morphologiques (porosimétrie, microscopie confocale à balayage laser, MEB-FIB) et mécaniques (nano-indentation) sont menés aux échelles microscopiques sur le tissu dentinaire. Des études visent à développer un modèle mécanique de la dent restaurée, tenant compte de la caractérisation des différents matériaux la constituant, afin de déterminer les chargements s'exerçant sur la partie restaurée et d'optimiser ses propriétés mécaniques en conséquence.
- **Mécanismes de migration cellulaire** : des modèles rhéologiques des différents constituants internes de la cellule sont développés en vue de reproduire les mécanismes de déformation active qui contrôlent la migration cellulaire confinée, jouant un rôle important dans le développement des métastases cancéreuses. Des essais de migration cellulaire sont réalisés sous microscope afin de valider les résultats de simulation mettant en œuvre ces modèles.

Pour mener ces activités, le laboratoire MSSMat dispose de moyens expérimentaux de pointe, en termes de salles de préparation, d'essais mécaniques et d'observation microscopique, avec notamment un microscope MEB/FIB et un microscope MET.

| | |
|---|---|
| <p>Laboratoire de : Mathématiques et Informatique pour la Complexité et les Systèmes</p>  <p>Site web : www.mics.centralesupelec.fr/</p> | <p>Laboratoire MICS</p> <p>Contacts :</p> <ul style="list-style-type: none">- Paul-Henry Cournède, Directeur, paul-henry.cournede@centralesupelec.fr |
|---|---|

Le laboratoire MICS a été créé en 2002 pour développer et structurer la recherche en mathématiques appliquées et en informatique de l'École Centrale Paris. Son axe de recherche principal est la modélisation mathématique et l'analyse des systèmes et données complexes, qu'ils soient issus du vivant, de l'industrie, des systèmes d'information ou des marchés financiers. Pour atteindre ce but, les chercheurs du laboratoire MAS effectuent leurs recherches dans plusieurs directions complémentaires, parmi lesquelles on peut citer :

- l'étude de propriétés empiriques des systèmes complexes ;
- la modélisation à partir des données ;
- l'abstraction de la notion de complexité ;
- l'élaboration d'objets mathématiques représentant des systèmes complexes ;
- la simulation numérique et le calcul scientifique ;
- la visualisation et conceptualisation de données massives, non structurées.

Le Laboratoire compte 70 personnes dont 20 chercheurs permanents.

Au sein de ce Laboratoire, les activités de recherche autour de la santé ont toujours été un axe fort de développement, selon quatre directions principales :

1) Bioinformatique

Différentes méthodes à la fois de l'ordre de la logique (techniques de model-checking) ou des statistiques (estimation paramétrique dans les modèles de Markov caché) sont développées pour l'inférence des réseaux biologique de régulation, en particulier métaboliques, génétiques ou de signalisation. Plusieurs projets en lien avec des expérimentations hospitalières sont actuellement développés.

2) Biostatistique

L'étude statistique de données cliniques sur des suivis de patients permet de mettre en évidence les facteurs de risques, en particulier en étudiant l'influence de covariables. Des méthodes parcimonieuses sont développées afin de mettre en évidence en grande dimension les facteurs les plus influents. L'étude de la variabilité inter-individuelle (par des modèles hiérarchiques) permet aussi d'ouvrir la voie à la thérapie personnalisée.

3) Modélisation mathématique en épidémiologie

Il s'agit ici par le développement de modèles dynamiques d'étudier la propagation des épidémies, et les moyens d'action (en particulier vaccination) à mettre en place de façon optimale. Par ailleurs, des méthodes de type détection d'anomalie permettent de détecter de façon très précoce les apparitions d'épidémie.

4) Modélisation en biologie cellulaire.

En particulier, nous nous intéressons à la modélisation du développement des tumeurs (en collaboration avec le laboratoire EM2C). L'approche développée couple l'imagerie fonctionnelle et une



CentraleSupélec

université
PARIS-SACLAY

modélisation fine du transport de l'agent de contraste, ce qui doit permettre le développement de nouveaux modèles plus réalistes biologiquement.

Le laboratoire MICS souhaiterait accueillir des praticiens hospitaliers afin de réaliser des projets de recherche collaboratifs sur ces thèmes : épidémiologie, modélisation en biologie cellulaire, analyse de données cliniques, dans le cadre d'un ou plusieurs Postes d'Accueil.

| | |
|--|---|
|  <p>Site web : www.geeps.centralesupelec.fr</p> | <p>Laboratoire de Génie électrique et électronique de Paris</p> <p>Contacts : Prof. Claude Marchand, Directeur du GeePs claudemarchand@geeps.centralesupelec.fr Prof. Emmanuel Odic emmanuel.odic@geeps.centralesupelec.fr DR CNRS lionel.pichon@geeps.centralesupelec.fr Prof. Aziz Benlarbi aziz.benlarbi_delai@upmc.fr</p> |
|--|---|

Le Laboratoire GeePs (UMR 8507) - Génie électrique et électronique de Paris ou Group of electrical engineering, Paris a été créé au 1er janvier 2015. Il résulte de la fusion du Laboratoire de Génie Electrique de Paris et d'une partie de l'équipe d'accueil E3S de Supélec. Depuis le 1er Janvier 2017, le laboratoire L2E (Laboratoire d'Electronique et Electromagnétisme) de l'UPMC a également rejoint le GeePs. La recherche est à ce jour organisée autour de quatre pôles : "matériaux", "électromagnétisme", "systèmes" et « L2E ».

Le laboratoire GeePs compte un effectif de plus de cent vingt personnes titulaires environ. Ses tutelles sont le CNRS, CentraleSupélec, l'Université Paris-Sud et l'Université Pierre et Marie Curie.

Les activités du pôle "**électromagnétisme**" (PIEM : Physique et Ingénierie de l'ElectroMagnétisme) couvrent une large gamme de fréquence, depuis les champs statiques vers le domaine des microondes et THz. L'objectif global est de développer des méthodologies originales basées sur des modélisations électromagnétiques et des approches expérimentales en vue de :

- étudier les interactions entre les champs électromagnétiques et des objets naturels ou artificiels,
- contrôler la propagation d'ondes électromagnétiques dans des environnements complexes,
- proposer de nouveaux modèles pour la conception de systèmes électromagnétiques et d'études multi-physiques.

Ainsi, parmi les thématiques majeures traitées, s'étendant de l'établissement des lois de comportement de matériaux jusqu'à l'analyse de systèmes complexes, certaines trouvent des applications dans le domaine de la santé et du biomédical :

- l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques,
- la propagation des ondes dans un environnement complexe.

Le pôle « **systèmes** » (ECo2 : Energie, Electronique, Conception, Contrôle) a vocation à concevoir, modéliser (avec une approche multi-physique), contrôler et optimiser des systèmes d'énergie électrique et électroniques afin d'élargir les domaines d'utilisation de ces systèmes en relevant les défis issus des contraintes sur les applications. Parmi ceux-ci, on peut retenir principalement :

- L'amélioration de l'efficacité énergétique et des performances (en particulier par la conception et la commande des systèmes),
- L'intégration (compacité, miniaturisation, ...),
- L'amélioration de la fiabilité (diagnostic, détection, protection, ...).

Certaines équipes du Laboratoire développent des thématiques de recherche liées à la santé dans les domaines :

- de l'actionnement et des capteurs, avec notamment des activités sur les matériaux actifs présentant l'avantage de faiblement interagir lors d'examen IRM, ou des structures d'actionneurs électromagnétiques innovantes pour application médicale,
- de l'électronique de puissance, en particulier pour la recharge sans contact de dispositifs qui pourraient être implantables (en collaboration avec le pôle PIEM),
- des plasmas froids pour la conception de dispositifs visant à un traitement thérapeutique ou à la décontamination de surface (lutte contre les infections nosocomiales).

Le pôle « L2E » (**Electronique et Electromagnétisme**) propose un éventail de méthodes d'analyse et de modèles pour expliquer des phénomènes physiques de propagation d'ondes électromagnétiques en environnement complexes, multi échelles et multi physique, et des solutions électroniques innovantes ou de rupture, pour répondre à des besoins spécifiques exprimés dans les domaines des télécommunications, de la santé, de la défense, du spatial et de l'industrie automobile.

La création de l'action structurante SATS SU IUIS (Institut universitaire d'ingénierie de la santé) sur l'UPMC en 2014 avec l'implication très importante du L2E, a eu pour objectif de structurer et promouvoir la recherche des solutions scientifiques et techniques innovantes permettant d'accroître l'efficacité des praticiens, la sécurité et le confort des patients hospitalisés à domicile, et de contribuer ainsi à promouvoir le Bien Vivre et Vieillir.

L'axe transverse ABILE (Applications Biomédicales de l'Ingenierie Electronique) du L2E s'inscrit parfaitement dans cette logique et il a pour vocation de constituer une interface entre les champs de compétences du pôle avec la médecine et la biologie pour transférer les recherches disciplinaires fondamentales effectuées dans les axes verticaux vers des applications en E-santé, dispositifs biomédicaux et la modélisation du sujet sain et pathologique.

Voici quelques exemples de projets de recherche abordés en collaborations avec différents services (chirurgie vasculaire et cardiaque, diabétologie, immunologie, etc.) de la faculté de médecine de l'UPMC :

- Développement d'implants (stents) communicants pour le suivi postopératoire ou l'assistance au geste chirurgical avec le développement d'une endo prothèse de crosse aortique
- Le patient connecté avec un réseau de capteurs pour le suivi postopératoire à domicile
- Assiette connectée pour l'étude du comportement alimentaire
- Microsystème pour les analyses immunologiques avec des nanoparticules magnétiques
- Un analyseur optique couplé à une structure micro-fluidique pour la détection d'allergènes
- Dispositif micro-ondes pour le diagnostic non invasif de tissus biologiques
- Hyperthermie micro-ondes pour le développement d'un outil de thérapie

Sur ces différentes activités du laboratoire dans le domaine de l'ingénierie pour le biomédical, le laboratoire GEEPS pourra engager des coopérations et accueillir des praticiens hospitaliers dans le cadre d'un ou plusieurs Postes d'Accueil, ceci afin de réaliser des projets de recherche collaboratifs visant soit à renforcer des projets existants soit à mettre en place de nouvelles actions liées aux dispositifs et systèmes pour le diagnostic et la thérapie, l'actionnement, l'alimentation électrique des dispositifs implantables ou encore l'utilisation des plasmas froids dans les domaines de la santé.