

RESUMES PRESENTATIONS

1 - Actuation de structures souples bio inspirées

Joël Marthelot, CNRS IUSTI Aix-Marseille Univ

La mise en mouvement de structures souples qui se déploient, changent de forme ou réagissent à un stimulus externe est un défi pour les méthodes d'ingénierie classiques. Dans les systèmes biologiques, une actuation complexe repose souvent sur des dynamiques collectives ou en réseau d'unités élémentaires qui présentent un mécanisme d'actionnement très simple et robuste. Je présenterai les stratégies biomécaniques et les méthodes expérimentales que nous utilisons pour caractériser le déploiement des ailes chez les insectes et la dissémination des graines chez certaines plantes. Je présenterai ensuite comment nous nous inspirons de ces stratégies pour les transférer aux applications et construire des prototypes en robotique flexible.

2 - Projet Animaglotte

Thierry Legou, CNRS LPL Aix-Marseille Univ

Le projet Animaglotte (défi instrumentation CNRS 2018) a pour but de développer un système pour reproduire l'action des différents muscles (crico-thyroïde, crico-aryténoidé latéral, crico-aryténoidé postérieur) impliqués dans la phonation. Le système développé permet d'obtenir l'étendue des configurations du plan glottique observées in vivo, par l'application de forces (grâce à 7 moteurs) exercées en différents points du Larynx. Seront présentés le banc expérimental ainsi que des éléments permettant d'illustrer la cinématique du plan glottique.

3 - Robotique bio inspirée

Stéphane Viollet CNRS Institut du Mouvement Aix-Marseille Univ

L'approche Biorobotique est un point de rencontre où robotique et neuro-éthologie se côtoient pour tenter de modéliser le comportement des insectes pour mieux les comprendre mais aussi pour créer des robots autonomes. Il s'agit de comprendre quelles sont les stratégies utilisées par ces insectes dont les prouesses quotidiennes de haut vol dépassent largement celles du moindre robot volant ou terrestre. Cet exposé présentera quelques exemples de robots réalisés par l'équipe Biorobotique de l'Institut des Sciences du Mouvement.

4 - Développer un nouveau pansement cutané : idées, réalisations, espoirs, obstacles et leçons

Dr Thibaud Coradin, DR CNRS Chimie de la Matière Condensée de Paris

Comme tout domaine d'application, le domaine de la santé implique certains requis très spécifiques pour le cahier des charges d'un nouveau matériau. Ceci explique que malgré le dynamisme de la recherche académique dans le champ des biomatériaux, très peu d'entre eux seront finalement utilisés chez des patients. Pour comprendre l'origine de ce décalage, je présenterai un projet développé pendant 10 ans au Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris portant sur le développement de nouveaux pansements. En partant du besoin exprimé par des médecins, un nouveau procédé de préparation d'un biomatériau a été imaginé et mis en œuvre. Différentes étapes de caractérisations chimiques, physiques et biologiques ont été réalisées, en parallèle d'une démarche de recherche de fonds et de valorisation. L'absence d'industriels intéressés par ces nouveaux biomatériaux a marqué la fin du projet, qui a néanmoins été extrêmement riche, tant scientifiquement que dans la compréhension des réels enjeux et freins à l'innovation de ce domaine.

5 - (Bio)Mécanique en sciences du mouvement humain

Isabelle A. Siegler, Professeure, Laboratoire CIAMS (EA 4532)

Comment est-ce que l'être humain contrôle ses mouvements ? Cette question sera le fil rouge de cette présentation qui comportera trois grandes parties : (1) quelles sont les grandes caractéristiques de l'être humain et de la mécanique environnementale qui participent à, influencent ou contraignent ce contrôle de la motricité ? (2) quelles sont les principales technologies utilisées pour étudier le mouvement humain ? (3) et plus spécifiquement, pourquoi l'utilisation de technologies mécatroniques, telles que les exosquelettes, est très intéressante dans ce contexte ?

6 - Biomatériaux et biocompatibilité

Pascale Vigneron, IE CNRS – UTC

L'« Homme réparé » par des dispositifs médicaux est devenu une réalité au 21ème, à l'aide d'implants de plus en plus élaborés. De nouvelles générations de matériaux émergent. Néanmoins, il faut se poser la question de leur biocompatibilité, qui peut être examinée à différents niveaux : interactions entre le matériau et les cellules/tissus environnants, dégradation/résorption, morphologie. Différents exemples allant de la prothèse mammaire au stent bioactif seront abordés lors de cet exposé, et pourront faire l'objet d'un atelier de démonstration de ces différents objets.

7 - De la matière à sa forme ; de sa forme à sa fonction ?

Par Jean-Claude André - LRGP-UMR7274 CNRS-UL - Nancy

Au fond, se pose la question de savoir si nous disposons ou disposerons un jour d'une capacité pratique à devenir des ingénieurs du devenir de la matière. Depuis quelques années, le concept de « Dataïsme » qui tire son origine de la convergence des sciences de la vie avec ses algorithmes biochimiques et du numérique (dont les impressions 3D, 4D et BP sont issues), met en lumière des formalismes mathématiques proches entre les deux domaines, pourtant fortement disjoints. Une projection serait de voir tomber les barrières entre les deux domaines. La conception mécanique, d'un point de vue culturel, s'accommode mal de l'à-peu-près ; elle pourrait, grâce à la convergence permise par les algorithmes, ne plus rien concéder à la référence orthogonale et s'engager dans des relations causales entre ce savoir de précision et le vivant.

Mais Alan Turing a fait entrer nombre de disciplines (dont la biologie) dans l'ère de la complexité et des bifurcations. Même avec des équations très simples, il est facile d'observer des pertes de déterminisme dans des évolutions temporelles. En exploitant des potentiels auto-organiseurs, il peut exister des espaces (certes très limités en volume) où ces derniers peuvent être exploités en vue d'atteindre des transformations spatiales et fonctionnelles souhaitées, mais ce champ reste très faiblement couvert. Peut-être n'est-il pas généralisable.

En prenant les exemples classiques (ou moins) de l'impression 3D, de la 4D et enfin du bio-printing (BP), il sera possible d'envisager, à partir d'exemples, des situations où chaos et déterminismes sont à l'œuvre. Alors, sera discutée la position épistémologique de la mécanique « temporelle » qui fera probablement, dans le cadre proposé, ce qu'elle peut et non ce qu'elle doit. Il y a toujours un gap entre promesses et réalité...

8 - Matériaux et reconstruction d'organes : Quelles approches avec quelle réglementation ?

Cécile Legallais, DR CNRS – UTC

Différentes approches structure/fonction sont possibles pour remplacer un organe déficient. Dans certains cas (rein, vaisseaux, ...), une prothèse artificielle peut suffire, alors que dans d'autres (foie, peau,...) il semble préférable de proposer des démarches d'ingénierie tissulaire combinant un matériau mis en forme et des cellules vivantes. La réglementation varie, et il est indispensable de la connaître dès les phases amont de conception pour éviter tout écueil dans le chemin vers l'application clinique.

9 - Maitrise d'un risque en mécanique du vivant

Stéphane Bernier – IRPS CNRS

"La maîtrise d'un risque passera toujours par une évaluation des paramètres organisationnels, techniques et humains. Sous cet angle, comment aborder la prévention des risques liés à l'usage ou au développement d'un exosquelette, d'une bio-impression 3D ou encore d'un robot collaboratif ? Comment construire sa fiche d'évaluation du risque par rapport à ces projets scientifiques et technologiques ? Une approche pragmatique en matière de prévention des risques vous sera présentée."

10 - Apport de la biomécanique dans l'optimisation des équipements sportifs : application à la chaussure de course à pied

Frédérique Hintzy - MCF HDR Université Savoie Mont blanc- Dir adj Laboratoire LIBM

La performance sportive est multifactorielle. Elle englobe les qualités musculaires – énergétiques - psychologiques, la maîtrise de la technique gestuelle et l'équipement sportif utilisé. Ce dernier point occupe une part importante et croissante de la performance sportive, puisqu'il profite des avancées scientifiques dans des domaines variés comme les sciences des matériaux, la simulation & les modèles mathématiques et enfin la biomécanique.

Cette conférence portera sur l'apport de la biomécanique dans l'optimisation des équipements sportifs. Cette science permet de comprendre les propriétés mécaniques et musculaires du corps humain, ainsi que les interactions avec le milieu dans lequel il évolue. Et des interactions entre un sportif - son équipement – le milieu environnant, il y en a !! Nous utiliserons l'exemple concret de la chaussure de course à pied pour vous le démontrer.

11 - Comment mimer les tissus humains du point de vue de la rigidité ? Exemple de la bio-impression dans l'ingénierie tissulaire.

Julie Foncy – IR - LAAS-CNRS, Toulouse

Les propriétés mécaniques des tissus biologiques, de l'échelle nanométrique à l'échelle macroscopique, sont fondamentales pour le comportement cellulaire et la fonctionnalité des tissus qui en découle. Les connaissances dans ce domaine ont considérablement fait progresser le développement des biomatériaux, de l'ingénierie tissulaire et de la médecine régénérative. Dans cette présentation, nous verrons comment la bio-impression contribue également à ces développements.

12 - Le sens électrique: un sixième sens pour la robotique sous-marine

Frédéric Boyer – IMT Atlantique

La robotique sous-marine a réalisé de grands progrès ces dernières décennies. Néanmoins, les robots sous-marins ne peuvent toujours pas naviguer dans des environnements confinés, baignés par des eaux troubles, voire boueuses. Ceci est essentiellement dû au fait qu'il n'existe à ce jour aucune technologie de capteurs capable de percevoir de tels environnements. Et pourtant, la nature a inventé une sorte de sixième sens, pratiqué par quelques centaines d'espèces de poissons dits électriques, leur permettant de naviguer sans difficultés dans les eaux troubles des forêts équatoriales. Dans cet exposé, nous présenterons ce sens, dit "électrique", tel qu'utilisé par ces poissons, et comment l'on peut s'en inspirer pour réaliser des capteurs innovants qui une fois implantés sur des robots sous-marins, leur permettent de naviguer dans des milieux jusqu'ici inaccessibles. A titre emblématique de ces travaux nous présenterons quelques résultats du projet européen subCULTron dont l'objet était de réaliser un essaim de robots sous-marins électriques, capable de naviguer dans la lagune de Venise.

13 - La navigation autonome bio-inspirée appliquée à un robot hexapode.

Ilya Brodoline – ISM / AMU

Les études des techniques de navigation et de locomotion des insectes nécessitent la validation des modèles biologiques sur des plateformes robotiques.

Ayant un coût élevé et étant généralement structurellement discordant avec l'animal étudié, l'utilisation des robots actuellement existants sur le marché est limitée.

Le projet présenté vise à développer un nouveau robot hexapode, inspirée de la fourmi du désert Cataglyphis Fortis, entièrement imprimé en 3D, réduisant ainsi le coût et le temps de fabrication de la structure mécanique.

14 - Articulations mécaniques inspirées du coude de mammifères quadrupèdes

Arroyave Tobon - l'ISM / AMU

L'un des principaux problèmes des joints cylindriques mécaniques est lié à l'apparition prématurée d'usure. L'application des principes de la bio-inspiration pourrait être un moyen de résoudre ces problèmes. Des articulations mécaniques bio-inspirées basées sur la morphologie de mammifères ont été conçues et testées numériquement. Leurs performances en termes de transmission de charges mécaniques ont été analysées numériquement. L'étude des règles naturelles de la conception mécanique peut fournir de nouvelles idées pour améliorer la conception des articulations mécaniques actuelles.

15 - Robot d'inspection de canalisations de type ver

Damien CHABLAT -Laboratoire des Science du Numérique de Nantes

La locomotion dans des tuyaux possédant des sections variables, des coudes et des jonctions, est l'objectif de cette présentation. Le principal challenge est l'intégration de composants électriques dans un volume réduit, de permettre l'intégration de cartes de commande de taille réduite. Le second challenge est la réalisation d'une mécanique compacte suffisamment rigide pour pouvoir assurer son clampage sur les parois horizontales ou verticales tout en embarquant une caméra pour l'inspection et la localisation du robot et en tirant l'ombilic qui apporte l'énergie nécessaire au fonctionnement du robot.

Les objectifs de ce projet de recherche sont la création d'un modèle numérique décrivant la locomotion dans un tube avec des coudes et la réalisation d'un prototype. Ce modèle doit faire converger les modélisations statiques, dynamiques et électrostatiques développées dans l'équipe Robotique et Vivant (REV) du LS2N.

Dans la première partie de la présentation, on déterminera les volumes globaux du robot lors du franchissement des coudes en fonction des rayons de courbure et du diamètre de la canalisation.

La seconde étape portera sur la détermination des efforts statique à fournir pour le clampage dans la canalisation et la mobilité sur des sections horizontales et verticales.

La troisième étape consistera en l'optimisation de l'actionnement par l'usage de composants du commerce pouvant être intégrés dans le volume prescrit avec l'intégration du système de vision et de l'électronique de commande.

La quatrième étape sera la construction d'un prototype virtuel et physique pour intégrer les lois de contrôle basées sur la vision et la détection des parois par une commande en effort.

16 – Modélisation du pieds et simulation de la marche et de la course

VAN WAERBEKE Coline - ISM / AMU

L'idée est de présenter le modèle de pied par éléments finis qui a été créé avec André et Guillaume (sur Abaqus). Il nous permet de créer des simulations de marche et de course afin d'avoir des informations sur les contraintes et pressions des tissus internes du pied (os, ligaments, cartilages etc...). L'objectif par la suite est de mieux comprendre ce qu'il se passe dans le pied lors de l'apparition de blessures telles qu'une fracture de fatigue ou l'apparition d'un ulcère.