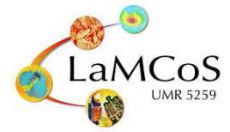


Titre du sujet de thèse :

## Conception de générateurs hybrides souples : récupération d'énergie sur le corps humain



Mots-clés

Récupération d'énergie mécanique, générateurs hybrides, polymères électroactifs, électrets.

Laboratoire d'accueil

Laboratoire de Mécanique des Contacts et des Structures  
Equipe Dynamique et Contrôle des Structures  
18-20 rue des sciences  
69 100 Villeurbanne

Thèse

Poursuite possible

Soutien Industriel

ST Microelectronics

Contrat/Durée

Gratification minimale  $\approx 550\text{€}/\text{mois}$  – Convention de 5 à 6 mois

Date de début

A partir de février 2016

### Contexte de l'étude

Ce master recherche se déroulera dans le cadre d'un projet régional (thèse ARC Energie) incluant le laboratoire de Génie Electrique de Grenoble (G2Elab) et l'industriel ST Microelectronics. Le projet a pour finalité la réalisation d'un démonstrateur de récupération d'énergie cinétique sur le corps humain à partir de polymères électroactifs et plus particulièrement l'étude de structures dites hybrides.

### Descriptif du sujet :

La mesure physique via des capteurs est indispensable afin de suivre un patient, surveiller un sportif ou une personne fragile (nouveaux nés, personnes âgées...). Les capteurs embarqués ont ainsi gagné en précision, fiabilité, robustesse tout en se miniaturisant. Toutefois, leur essor est à ce jour freiné par la durée de vie limitée de leur système d'alimentation électrique, type pile ou batterie. Convertir l'énergie mécanique ambiante en électricité constitue une solution fort intéressante aux problèmes d'autonomie des capteurs. **Dans ce contexte, un générateur souple récupérant l'énergie des mouvements du corps humain et intégrable est une solution originale, innovante et non disponible.** Les générateurs en polymères électroactifs peuvent répondre à cette problématique. Ils sont légers, souples, peu chers, peuvent adopter des formes complexes, et ils développent une densité d'énergie ( $1.7\text{J.g}^{-1}$ ) cent fois supérieure à celles des polymères piézoélectriques [1] [2]. Toutefois, le développement de ces générateurs reste à ce jour anecdotique du fait des **hautes tensions de polarisation**, de la **nécessité de grandes déformations mécaniques** mais aussi de l'utilisation de **matériaux peu conventionnels** pour l'industrie.

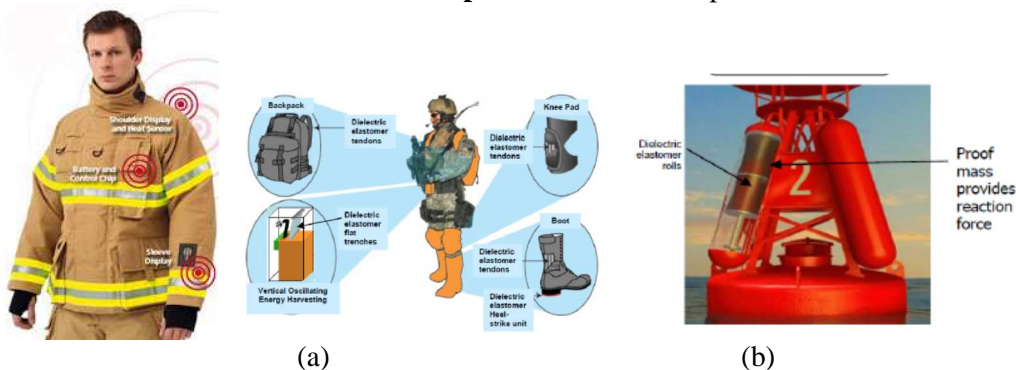


Figure 1 : (a) Vêtement intelligent et (b) Générateur en polymère diélectrique

Le cœur de l'étude concerne l'utilisation d'électrets (polymère développant un potentiel de surface quasi-constant) en remplacement de la source de polarisation, nécessaire à ce type de générateurs électrostatiques. Nous avons démontré qu'un polymère électret peut être utilisé pour polariser un générateur diélectrique en lieu et place d'une source de tension extérieure [3]. Cette première mondiale ouvre de nouvelles opportunités mais de nombreuses questions restent en suspens : vieillissement de ces structures, réalisation de structures 'mille-feuilles', densité d'énergie pour des structures texturées, optimisation de l'électret (choix d'un autre matériau).

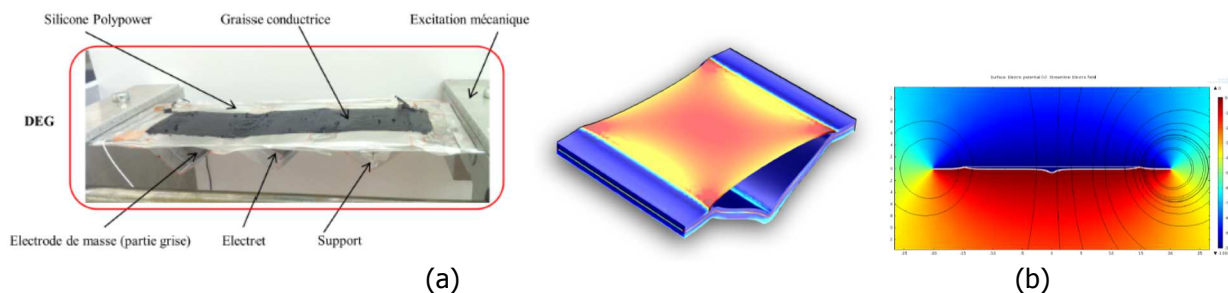


Figure 2 : (a) Générateur hybride prototype (b) Générateur hybride modélisation numérique

### Présentation des travaux :

L'objectif de ce master est de proposer une structure développant une architecture qui optimise les couplages électromécaniques entre les divers matériaux actifs. Les structures devront être les plus planes possibles afin de s'insérer aisément sur le corps humain.

A partir de l'expérience et de l'expertise du laboratoire sur les structures hybrides, des modélisations multi-physiques analytiques et des simulations numériques de structures hybrides seront mises en places. Des preuves de concept seront réalisées et permettront de valider et tester les architectures afin de trouver le meilleur compromis entre encombrement, déformation, densité d'énergie et efficacité. Un prototype de taille centimétrique récupérant l'énergie cinétique humaine au niveau des articulations (genoux, coudes) lors d'activités physiques sera développé comme application finale avec un objectif ambitieux de 100 $\mu$ W récupérés.

En collaboration étroite avec un doctorant travaillant sur le sujet, l'étudiant proposera une ou plusieurs solutions viables et réalisables au problème.

L'étudiant réalisera la modélisation et simulation de la structure à partir des travaux déjà développés au sein du laboratoire. L'étudiant pourra optimiser les outils mis à sa disposition (automatisation des calculs....)

Une phase de prototype et de test sera mise en place.

[1] Jean-Mistral C., Basrou S. and Chaillout J-J. 2008 Dielectric polymer: scavenging energy from human motion Proc. SPIE 6927 692716

[2] Vu-Cong T., Jean-Mistral C. and Sylvestre A. 2013 New operating limits for applications with electroactive elastomer: effect of the drift of the dielectric permittivity and the electrical breakdown, Proc. SPIE 8687 86871S

[3] Vu-Cong T., Jean-Mistral C. and Sylvestre. A. 2013 Electrets substituting external bias voltage in dielectric elastomer generators: application to human motion, Smart Mater. Struct. 22 025012

### Profil souhaité :

Le candidat devra avoir une formation génie électrique ou génie mécanique avec des compétences en mécanique, matériaux, génie électrique. Nous cherchons un étudiant autonome capable d'innovations et d'initiatives, souhaitant travailler sur un projet de recherche pluridisciplinaire.

### Comment candidater :

Merci d'envoyer un CV détaillé, lettre de motivation ainsi que vos derniers relevés de notes à l'adresse suivante : [claire.jean-mistral@insa-lyon.fr](mailto:claire.jean-mistral@insa-lyon.fr)

Candidatures ouvertes jusqu'à mi-décembre