



Titre du sujet de thèse :

Récupération d'énergie houlomotrice à partir de polymères électroactifs

Mots-clés

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

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

Ecole doctorale envisagée

INSA – Ecole doctorale Mécanique Energétique Génie civil Acoustique (MEGA)

Soutien Industriel

SBM Offshore

Contrat/Durée

Allocation de recherche de 1300€ net/mois sur 36 mois

Date de début

Novembre 2014

Directeur de thèse	Co-encadrant	Co-encadrant
Nom: Jacquet	Nom: Jean-Mistral	Nom: Sylvestre
Prénom: Georges	Prénom: Claire	Prénom: Alain
Etablissement: INSA de Lyon	Etablissement: INSA de Lyon	Etablissement: U. Joseph Fourier
Laboratoire: LaMCoS	Laboratoire: LaMCoS	Laboratoire G2Elab
e-mail: Georges.jacquet@insa-lyon.fr	e-mail: claire.jean-mistral@insa-lyon.fr	e-mail: alain.sylvestre@g2elab.grenoble-inp.fr

Contexte de l'étude

Cette thèse se déroulera dans le cadre du projet SEASEA soutenu par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR). Le projet SEASEA a pour finalité la réalisation d'un démonstrateur de récupération d'énergie houlomotrice à partir de polymères électroactifs et s'appuie sur un consortium de 4 laboratoires de recherche et d'une entreprise. Le travail de thèse proposé se déroulera principalement au laboratoire LaMCoS et en interaction étroite avec le G2Elab.

Descriptif du sujet :

Les énergies marines constituent une filière stratégique des énergies renouvelables pour diversifier et compléter le mix énergétique national. Actuellement, la France mise sur des technologies proches du stade industriel : l'éolien offshore et l'hydrolien. A des stades de recherche plus amont, des démonstrateurs de systèmes de récupération de l'énergie houlomotrice basés sur une conversion hydraulique peinent à se développer du fait de problèmes de fiabilité. Le captage de ce gisement d'énergie houlomotrice pourrait trouver un nouvel essor grâce au développement de concepts en rupture s'appuyant sur des technologies innovantes et économiquement viables : les polymères électroactifs (EAP). Basés sur la déformation d'un EAP qui joue le double rôle de capter l'énergie houlomotrice et de la convertir en énergie électrique, ces générateurs ouvrent des perspectives de développement intéressantes car ils s'affranchissent d'un absorbeur mécanique (PTO) à l'origine de nombreuses défaillances des systèmes houlomoteurs. La société *SBM Offshore* a misé sur cette technologie en rupture et a dévoilé en première mondiale en 2010 une

preuve de concept de générateur houlomoteur sur ce principe [1]. **L'enjeu est donc d'optimiser ces générateurs électroactifs de première génération en amplifiant cette conversion d'énergie propre et en les rendant plus fiables** pour répondre au défi sociétal du mix énergétique.

Le cœur de ce travail de thèse est centré sur la **recherche de structures de conversion optimale pour pouvoir récupérer des seuils d'énergie exploitables : de 50mJ.g⁻¹ à 100mJ.g⁻¹**. En effet, les générateurs en EAP sont de générateurs électrostatiques (Dielectric Elastomer Generators DEGs) dont la densité d'énergie récupérable est fonction de la variation de capacité électrique et de la tension électrique appliquée. Les DEGs houlomoteurs actuels travaillent en mode de déformation uniaxial ou *pure shear*. Leurs capacités varient linéairement ou au carré par rapport à la déformation imposée au polymère. Or, une déformation biaxiale symétrique induit une variation de capacité évoluant à la puissance quatre par rapport à cette déformation [2]. Ainsi, certaines pistes seront privilégiées comme **des structures dites à redéploiement** étudiées par le biais de modélisations analytiques multi-physiques et de simulations numériques pour transformer une sollicitation de traction plane (ou uniaxiale) en réponse biaxiale, ce qui augmentera la variation de capacité sans concentrer les contraintes dans une zone particulière. L'amortissement interne de la structure et son couplage par rapport aux fluides (milieu océan) constituent deux points clefs, deux leviers potentiels pour optimiser les générateurs. Le *LaMCoS* s'attachera à proposer des concepts originaux, fort de son expertise sur les générateurs DEGs [2] [3] et autour des hydroliennes (projet ANR Harvest 2006). Soulignons que le consortium pourra bénéficier de l'expérience de *SBM Offshore* qui a développé un modèle entièrement couplé (fluide – structure – matériau – électronique de puissance) pour sa structure S3. Un autre point d'étude particulier sur les architectures concerne **l'utilisation d'électrets** en remplacement de la source de polarisation, nécessaire à ce type de générateurs électrostatiques. Au travers d'une collaboration entre le *LaMCoS* et le *G2Elab*, il a été démontré qu'un polymère électret peut être utilisé pour polariser un générateur diélectrique en lieu et place d'une source de tension extérieure [4]. Ces générateurs hybrides sont très peu matures, mais peuvent apporter un réel plus au convertisseur en simplifiant potentiellement une partie de l'électronique de gestion. En effet, les hautes densités d'énergie obtenues avec les générateurs diélectriques le sont si et seulement si ces générateurs travaillent sous une haute tension de polarisation (kV).

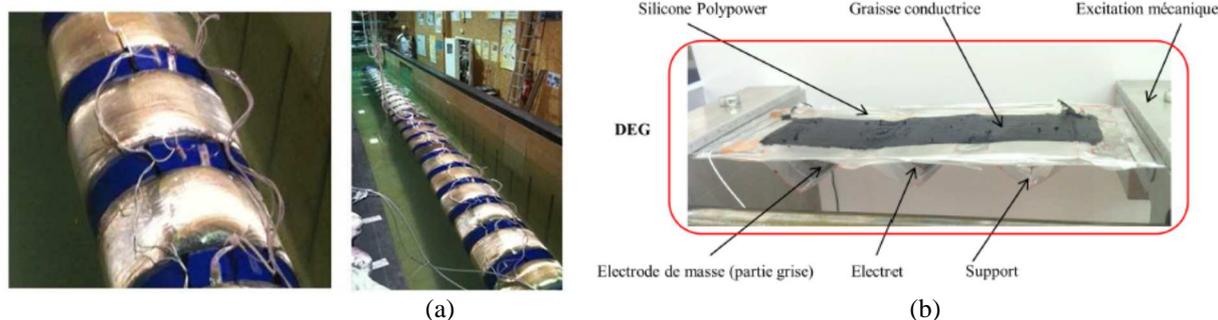


Figure 1 : (a) Générateur EAP S3 de SBM Offshore (b) Générateur hybride électret/diélectrique

[1] Jean P., Wattez A., Ardoise G., Melis C., Van Kessel R., Fourmon A., Barrabino E., Heemskerck J., Queau J.P. 2012 Standing wave tube electro active polymer wave energy converter, *Proc. SPIE 8340* 83400C

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

[3] Jean-Mistral C., Vu-Cong T., Sylvestre A. 2013 On the power management and electret hybridization of dielectric elastomer generators, *Smart Mat. and Struc* 22 104017

[4] 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 de type Master Recherche ou Ingénieur 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, vos relevés de notes de master et/ou école d'ingénieur aux directeurs et encadrants de thèses cités ci-dessus.