

LGEF

Laboratoire de Génie Electrique et Ferroélectricité

Vocation

Le LGEF développe des activités de recherche centrées sur le couplage multi-physique et plus particulièrement sur les matériaux électro-actifs et systèmes électro-actifs.

Celles-ci s'organisent donc autour de deux axes majeurs fortement imbriqués :

- **Les matériaux électroactifs** : Elaboration, lois de comportement expérimentales et modélisation associée, avec en particulier des actions de recherche sur les matériaux ferroélectriques, les polymères et composites électroactifs (composites organiques/inorganiques - incorporant des nanoparticules - ou tout organiques) et sur la modélisation multi-échelle de leur comportement.
- **Les systèmes électroactifs** : Physique des systèmes piézoélectriques, pyroélectriques ou électrostrictifs avec en particulier des actions de recherche sur la modélisation du comportement des ferroélectriques en régime linéaire et non-linéaire et sur l'augmentation des performances de systèmes piézoélectriques par l'utilisation de techniques de traitement non-linéaires pour :
 - le contrôle vibratoire semi-passif et semi-actif adaptatif bande étroite et large bande,
 - des microgénérateurs d'énergie électrique à partir de sources ambiantes vibratoires ou thermiques,
 - des systèmes autonomes, auto-alimentés et sans fils (réseau de capteurs, systèmes de contrôle de vibration, contrôle de santé des structures),
 - des dispositifs électrocaloriques pour le refroidissement et la récupération d'énergie thermique.

> Organismes de recherche associés
CEA, DGA

> Etablissements partenaires

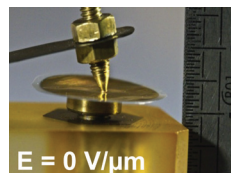
- Chine : USTC, NUA, NPU, Hong-Kong University
- Etats-Unis : PSU, FSU
- Japon : Tohoku University, Tokai University
- Maroc : Universités Casablanca, l'ENSA d'El Jadida
- Taiwan : NTU
- Norvège : Vestfold University College
- Corée : KAIST
- Italie : POLIMI
- Suisse : EPFL
- Thaïlande : PSU
- France : Ecole Centrale de Lyon (LTDS), FEMTO-Besançon, Université de Savoie-Annecy/Chambéry, Polytec (SYMME), UVHC (IEMN)-Lille, Univ Nantes (IETR), SUPELEC (LGEF)-Paris, Univ Bordeaux (IMS).

> Entreprises partenaires :

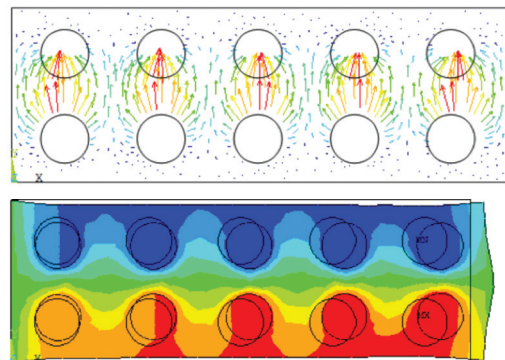
- STMicroelectronics, SKF, Michelin, EADS Astrium, Renault, ARKEMA Piezotech, SAFRAN, Faurecia, EyeTechCare...

AXES DE RECHERCHE

- Récupération d'énergie électrique sur les sources thermiques et mécaniques de l'environnement pour l'auto-alimentation de systèmes basse consommation
- Actionneurs électroactifs : moteurs, transducteurs, basés sur les effets piézoélectriques, muscles artificiels
- Capteurs : capteurs piézoélectriques : force, de choc, d'accélération, mais aussi de champ magnétique
- Procédés originaux de synthèse et d'élaboration des matériaux pérovskites et de polymères électroactifs
- Systèmes sans fil communicants autonomes et auto-alimentés
- Contrôle de vibrations et de santé des structures
- Génération de froid (magnéto-calorique, élasto-calorique, électro-calorique)



Polymère électrostrictif à très forte déformation
(thème matériaux électroactifs)



Composites tramés pour textiles intelligents
(thème Matériaux électroactifs)

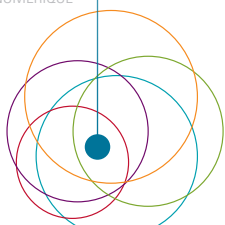
ÉNERGIE POUR LE
DÉVELOPPEMENT
DURABLE

SANTÉ GLOBALE
ET BIOINGÉNIERIE

TRANSPORTS :
STRUCTURES,
INFRASTRUCTURES
ET MOBILITÉS

ENVIRONNEMENT :
MILIEUX NATURELS
INDUSTRIELS
ET URBAINS

INFORMATION
ET SOCIÉTÉ
NUMÉRIQUE

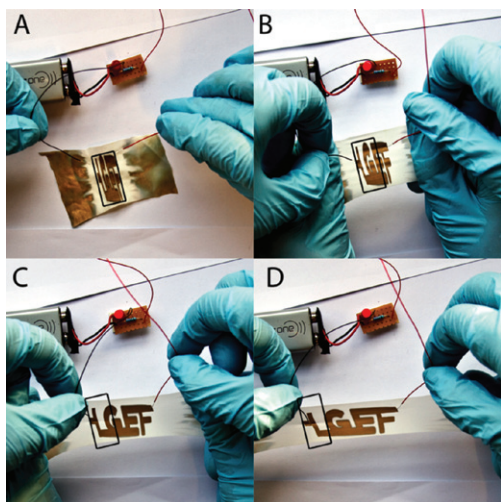


Thermique

Matériaux

Micro et Nano
Technologies, Electronique

MOYENS EXPÉRIMENTAUX

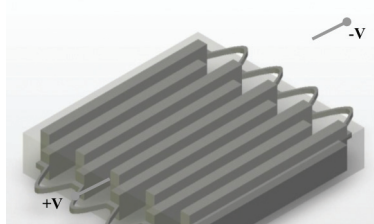


Electrodes compliantes
(thème Matériaux électroactifs)

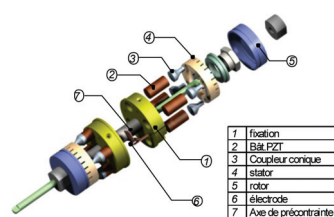
- **Mise en œuvre matériaux** : dispositif de chauffage à reflux pour élaborations de nanocomposites, hotte à flux laminaire pour la manipulation des nano-particules, sonde ultra-sons dispersive, applicateur de film, spin coating, presse à chaud, étuve sous vide, presse uniaxiale, etc.
- **Caractérisation des matériaux** : analyse calorimétrique DSC dédiée polymères, ensemble d'analyse thermique haute température ATD-TG, TMA, HF-DSC pour matériaux piézoélectriques
- **Caractérisations électriques** : analyseur d'impédance, pont RLC, amplificateur haute tension, amplificateur de courant.
- **Caractérisations vibratoires** : vibromètre et interféromètre Laser, accéléromètre.
- **Prototypage** : micro-graveuse numérique, découpe d'éléments céramiques, dépôt d'or sous vide, laminage à chaud de polymères, imprimante 3D, extrudeuse, Table NewPort.
- **Logiciels** : Matlab, ANSYS, Labview, dSpace.

• Expertise

- Modélisation et dimensionnement de systèmes électroactifs (piézoélectriques, pyroélectriques et polymères électroactifs)
- Contrôle vibratoire et acoustique
- Microgénérateurs d'énergie
- Capteurs autonomes
- Caractérisations électriques, électromécaniques et électrocaloriques de matériaux électroactifs



Actionneur élastocalorique
(thème Systèmes électroactifs)



Moteur piezoélectrique
(thème système électroactif)

RÉALISATIONS / FAITS MARQUANTS / PROJETS PHARES

- Traitement non-linéaire original permettant d'augmenter la conversion d'énergie dans les systèmes électroactifs et de récupérer 10 fois plus d'énergie électrique sur l'énergie ambiante (6 brevets).
- Développement et réalisation de micro-générateurs capables de convertir une énergie mécanique et/ou thermique en énergie électrique, pour auto-alimenter des réseaux de capteurs

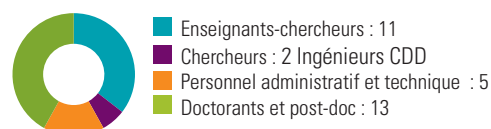
- Conception et implémentation de capteurs et actionneurs piézoélectriques
- Morphing de structures à l'aide de polymères électroactifs.
- Projets internationaux (PHC avec la Thaïlande, le Maroc et Taiwan) sur la conversion et récupération d'énergie

LES PRINCIPALES REVUES DANS LESQUELLES LE LABORATOIRE PUBLIE

Journal of Applied Physics ; Applied Physics Letters ; Journal of Physics D-Applied Physics ; Sensors and Actuators A ; IEEE transactions on ultrasonics ferroelectrics and frequency control ; Composite Science and Technology ; Ultrasonics ; Physics Letters A ; Journal of the acoustical society of america ; Journal of intelligent material systems and structures ; Composite Science and Technology ; Sensors and Actuators B ; Smart Materials and Structures ; Materials transactions ; Journal of sound and vibration ; Journal of electronics.

CHIFFRES CLÉS

- **Nombre de brevets** : 8 + 3 déposés
- **Budget** (annuel moyen - hors salaires) : 400 k€
- **Montant contrats de recherche** : 300 k€
- **Nombre de personnels** :



ÉNERGIE POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

SANTÉ GLOBALE ET BIOINGÉNIERIE

TRANSPORTS :
STRUCTURES,
INFRASTRUCTURES
ET MOBILITÉS

ENVIRONNEMENT :
MILIEUX NATURELS
INDUSTRIELS
ET URBAINS

INFORMATION
ET SOCIÉTÉ
NUMÉRIQUE



Thermique

Matériaux

Micro et Nano
Technologies, Electronique