

Stage M2 : Étude d'un couplage triboélectrique pour un dispositif de récupération d'énergie

Contexte :

Ce travail s'inscrit dans le souci d'accompagner la demande croissante de besoins en électricité de notre société. Dans un développement des énergies vertes, une solution consiste à profiter de l'énergie mécanique qui nous entoure pour créer de l'électricité. Un problème qui se présente se trouve dans les technologies actuellement à notre disposition : les systèmes faisant appel à des aimants sont généralement volumineux et lourds, peu adaptés à une intégration douce dans l'environnement. Ces systèmes s'appuient également sur l'utilisation de terres rares, dont les stocks s'amenuisent. L'alternative consiste à utiliser l'effet piézoélectrique, mais ce dernier n'est pas adapté à des mouvements mécaniques avec de fortes amplitudes et peu de force.

C'est pour surmonter ces limitations que notre équipe a développé un système de récupération basé sur des phénomènes d'électrostatique. Le principal verrou technologique surmonté pour réaliser un générateur électrostatique diélectrique (DEG) a été de concevoir un système autonome. Un prototype de DEG réalisé au G2Elab en 2018 a permis de produire une puissance de $50\mu\text{W}$: cette puissance rend ainsi notre prototype prometteur pour l'alimentation d'appareils tels que des pacemakers ou des capteurs sans fils utilisés dans l'IoT (fig 1). Ce prototype utilisait une cellule piézoélectrique, mais cette solution rend le dispositif encore trop volumineux. Une nouvelle approche utilisant la triboélectricité est alors apparue.



Figure 1 Exemples de puissances pour l'IoT

Objectif du stage :

L'objectif de ce stage est de prolonger les travaux actuels réalisés au G2Elab sur la triboélectricité dans le but de polariser un DEG. La triboélectricité est le terme qui désigne un phénomène bien connu : celui du transfert de charges électriques lors du frottement de matériaux bien choisis (comme dans la fameuse expérience du frottement d'un ballon contre des cheveux). Quatre modes de sollicitations ont été identifiés par la communauté de chercheurs (fig 2). Le mode de sollicitation actuellement étudié au G2Elab est celui du *lateral sliding*. Un autre mode de sollicitation semble cependant prometteur : le *freestanding mode*. Le travail proposé dans ce stage consiste à développer un prototype basé sur ce mode pour récupérer l'énergie mécanique de mouvements de basse fréquence et de forte amplitude (1Hz pour une dizaine de centimètres). Plusieurs matériaux déjà identifiés seront utilisés pour réaliser ce prototype, et un banc d'expérimentation développé au laboratoire permettra de tester le générateur ainsi développé. Le prototype actuel utilisant le *lateral sliding* servira de référence pour les tests et guidera le travail.

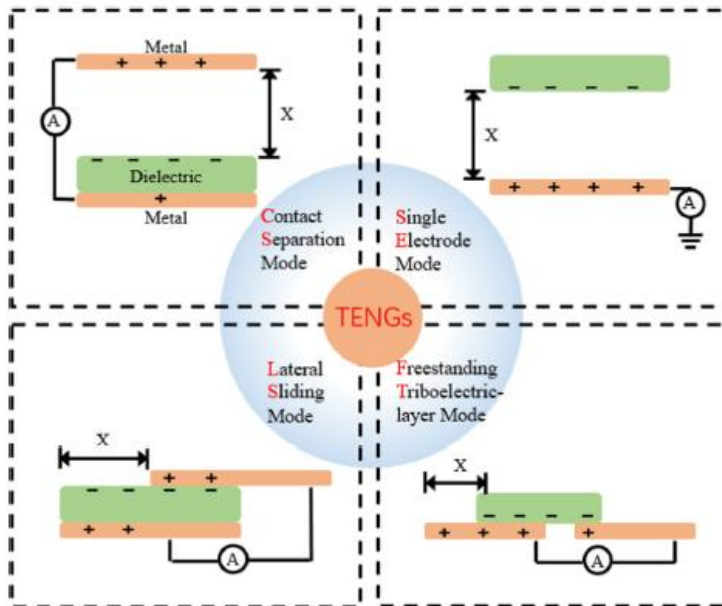


Figure 2 Différents modes de fonctionnement de générateurs triboélectriques

Tâches :

1. Étude bibliographique sur la triboélectricité
2. Prise en main du banc d'étirement et des matériaux utilisés pour réaliser les tests
3. Réalisation d'un prototype et caractérisation
4. Comparaison des performances avec l'autre mode déjà existant

Encadrement du stage et contact :

Ce stage se déroulera au G2Elab (Grenoble, Polygone scientifique) sous l'encadrement de S-E. Haïm et A. Sylvestre et également supervisé par C. Jean-Mistral de l'INSA de Lyon.

simon-emmanuel.haim@g2elab.grenoble-inp.fr

alain.sylvestre@g2elab.grenoble-inp.fr

Profil :

- Étudiant.e en Master 2 ou dernière année d'école d'ingénieur avec un des profils suivants « physique appliquée », « génie électrique », « matériaux ».
- Goût prononcé pour l'expérimentation
- De bonnes bases en physique pour bien appréhender les phénomènes mis en jeu

Rémunération :

Stage rémunéré selon la gratification en vigueur : environ 600€ par mois.

M2 internship: Study of a triboelectric coupling for an energy harvester

Context:

This work is part of the effort to meet the growing demand for electricity in our society. In a context of green energy deployment, one solution is to take advantage of the mechanical energy that is surrounding us to generate electricity. One problem that arises is the technologies currently made available to us: systems using magnets are generally bulky and heavy, not well suited for smooth integration into the environment. These systems also rely on the use of rare earths, which are in short supply. The alternative is to use the piezoelectric effect, but this is not suitable for mechanical movements with high amplitudes and weak forces.

It is to overcome these limitations that our team has developed a scavenging system based on electrostatic phenomena. The main technological lock overcome to achieve a dielectric electrostatic generator (DEG) was to design a self-sufficient system. A DEG prototype realized at G2Elab in 2018 produced a power of $50\mu\text{W}$: this power thus makes our prototype promising for powering devices such as pacemakers or wireless sensors used in IoT (fig 1). This prototype used a piezoelectric cell, but this solution still makes the device too bulky. A new approach using triboelectricity then appeared.



Figure 3 Examples of powers for the IoT

Internship objective:

The objective of this internship is to extend the current work done at G2Elab on triboelectricity in order to polarize a DEG. Triboelectricity is the term that designates a well known phenomenon: the transfer of electric charges during the friction of well chosen materials (as in the famous experiment of rubbing a ball against hair). Four modes of solicitation have been identified by the research community (fig 2). The mode of solicitation currently studied at G2Elab is lateral sliding. However, another mode of solicitation seems promising: the freestanding mode. The work proposed in this internship consists in developing a prototype based on this mode to harvest the mechanical energy of low frequency and large amplitude movements (1Hz for about ten centimeters). Several materials already identified will be used to develop this prototype, and an experimental bench developed in the laboratory will allow to test the generator thus developed. The current prototype using lateral sliding will serve as a reference for the tests and will drive the work.

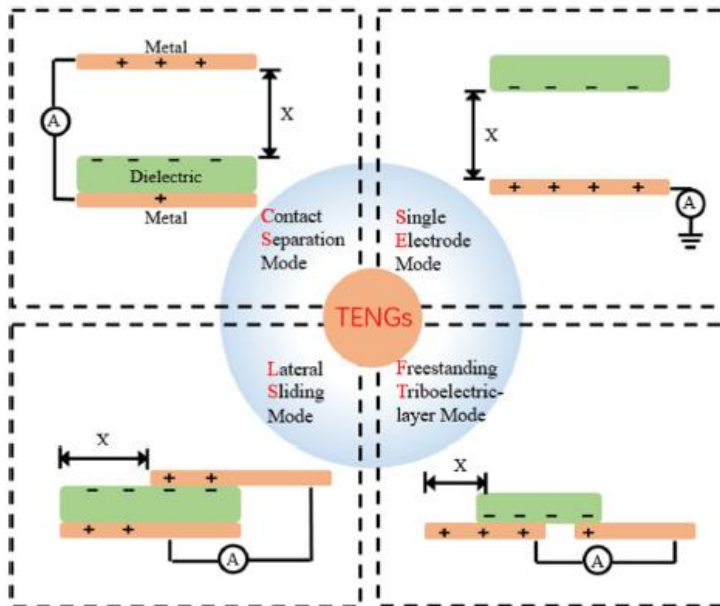


Figure 4 Different operating modes of triboelectric generators

Tasks:

5. Bibliographical study on triboelectricity
6. Handling of the stretching bench and the materials used to perform the tests
7. Realization of a prototype and characterization
8. Comparison of the performances with the other existing mode

Internship supervision and contact:

This internship will take place at G2Elab (Grenoble, Polygone scientifique) under the supervision of S-E. Haïm and A. Sylvestre and also supervised by C. Jean-Mistral from INSA Lyon.

simon-emmanuel.haim@g2elab.grenoble-inp.fr

alain.sylvestre@g2elab.grenoble-inp.fr

Profile:

- Student in Master 2 or last year of engineering school with one of the following profiles: "applied physics", "electrical engineering", "materials".
- A strong taste for experimentation
- A good basis in physics to understand the phenomena involved

Compensation:

Paid internship according to the gratification in force: approximately 600€ per month.