

Proposition de stage Master2 – Ingénieur dernière année

Spécialités : Matériaux / Physique

Caractérisation des propriétés (di)électriques de matériaux moléculaires commutables

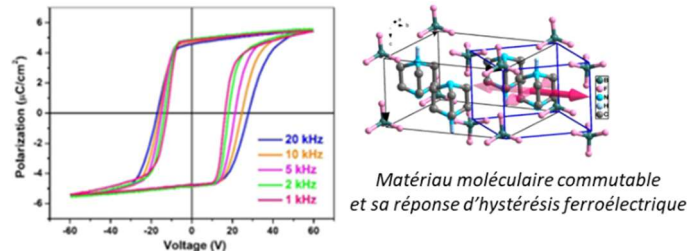
(Février 2021 – juillet 2021 / 5 à 6 mois)

Mots clefs : matériaux moléculaires commutables, matériaux hybrides, caractérisation électrique : ferroélectrique – diélectrique – électrique

Responsables/encadrants du stage : Alain SYLVESTRE (Prof. UGA) / Nicolas BREFUEL (Ing. CNRS)

Contacts : alain.sylvestre@g2elab.grenoble-inp.fr (06 08 92 59 87)
nicolas.brefuel@g2elab.grenoble-inp.fr (04 76 82 71 88)

Les matériaux moléculaires diélectriques commutables sont des isolants dont il est possible de moduler les propriétés de polarisation électrique, sous l'effet d'un stimulus extérieur comme une variation de température ou un champ électrique (figure 1)¹. Ces systèmes sont notamment le siège d'une transition de phase structurale qui induit une modification marquée de la constante diélectrique. Le cycle d'hystérésis et l'amplitude de cette commutation diélectrique à la température de transition de phase vont être conditionnés par des paramètres liés à la mise en forme des matériaux (par exemple la pression avec laquelle ont été réalisées les pastilles nécessaires à la caractérisation électrique de ces matériaux) et des paramètres associés aux conditions expérimentales de stimulation de ces matériaux (par exemple la fréquence d'excitation, la rampe en température...). Le G2Elab maîtrise l'élaboration de différents matériaux moléculaires et des premières analyses diélectriques ont été menées mais nécessitent un approfondissement.



L'objectif du stage proposé ici concerne l'étude approfondie des propriétés électriques et diélectriques de ces matériaux moléculaires et de composites polymères incorporant ces matériaux moléculaires. L'utilisation d'analyseurs d'impédance large bande couplés à des mesures en températures sur de grandes plages permettra de caractériser les propriétés diélectriques (constante diélectrique, pertes, facteur de dissipation, module électrique) et de conduction basse fréquence au sein de ces matériaux. Le comportement ferroélectrique de ces matériaux sera évalué à partir d'un testeur ferroélectrique récemment acquis par l'équipe et les propriétés piézoélectriques et de fatigue seront tout particulièrement regardées. Enfin, suivant le temps disponible, le courant de fuite en régime continu pourra également être étudié en fonction du champ électrique appliqué et de la température. L'ensemble de ces propriétés (di)électriques sera discuté en fonction des paramètres de mise en forme des matériaux et des conditions expérimentales. Les travaux issus de ce stage permettront ainsi d'avoir une meilleure compréhension des mécanismes physiques électriques qui prennent place dans ces structures et constitueront un guide pour développer des applications de type mémoires pour la microélectronique ou encore pour des dispositifs dans la génération et le stockage d'énergie électrique.

Contexte de l'étude : ce travail sera intégralement réalisé au Laboratoire de Génie Electrique de Grenoble qui dispose de l'ensemble des moyens expérimentaux.

¹ 'De Novo Discovery of [Hdabco]BF₄ Molecular Ferroelectric Thin Film for Nonvolatile Low-Voltage Memories', *J. Am. Chem. Soc.* **2017**, 139, 1319–1324

Internship proposal (5 or 6 months): Master2 - Final year engineer

Materials / Physics

Electrical and dielectric properties investigation of switchable molecular materials

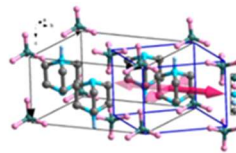
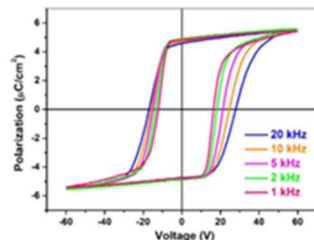
(Feb. 2021 – July 2021 / 5 to 6 months)

Keywords: Switchable molecular materials, hybrid materials, electrical characterization: ferroelectric - dielectric – electric

Internship supervisors: Nicolas BREFUEL (PhD Chemical Engineer. CNRS) / Alain Sylvestre (Professor. UGA)

Contact & Application : nicolas.brefuel@g2elab.grenoble-inp.fr ; alain.sylvestre@g2elab.grenoble-inp.fr

Switchable dielectric molecular materials are insulating materials whose electrical polarization properties can be modulated under the effect of an external stimulus such as a change in temperature or an electric field (Figure 1)². These systems are in particular the place of a structural phase transition which induces a pronounced modification of the dielectric constant. The hysteresis cycle and the amplitude of this dielectric switching at the phase transition temperature will be affected by parameters related to the processing of the materials (e.g. the pressure with which the pellets necessary for the electrical characterization of these materials were made) and parameters associated with the experimental conditions of stimulation of these materials (e.g. excitation frequency, temperature ramp ...). The G2Elab has expertise in the elaboration of different molecular materials and the first dielectric analyses have been carried out but require further investigation.



Switchable molecular material and its ferroelectric hysteresis response

The purpose of the internship offered here is the in-depth study of the electrical and dielectric properties of these molecular materials and of polymer composites incorporating these molecular materials. The use of broadband impedance analyzers coupled with temperature measurements over wide ranges will allow to characterize the dielectric properties (dielectric constant, losses, dissipation factor, electrical modulus) and low frequency conduction properties within these materials. The ferroelectric behavior of these materials will be evaluated from a ferroelectric tester recently acquired by the group and the piezoelectric and fatigue properties will be particularly studied. Finally, depending on the time available, the leakage current in DC regime can also be studied as a function of the applied electric field and temperature. All these (di)electrical properties will be discussed as a function of the material processing parameters and experimental conditions. The work resulting from this training course will thus provide a better understanding of the physical electrical mechanisms that take place in these structures and will constitute a guide for developing applications such as memories for microelectronics or for devices in the generating and storage of electrical energy.

Context of the study: this work will be fully conducted at the Grenoble Electrical Engineering Laboratory, which has all the experimental means at its disposal.

² *De Novo Discovery of [Hdabco]BF₄ Molecular Ferroelectric Thin Film for Nonvolatile Low-Voltage Memories*, *J. Am. Chem. Soc.* **2017**, 139, 1319–1324