



F. Aitken N. Bonifaci O. Gallot-Lavallée R. Hanna O. Lesaint P. Rain JL. Reboud A. Sylvestre

Au cœur de l'efficacité énergétique



Equipe MDE: Matériaux Diélectriques et Electrostatique



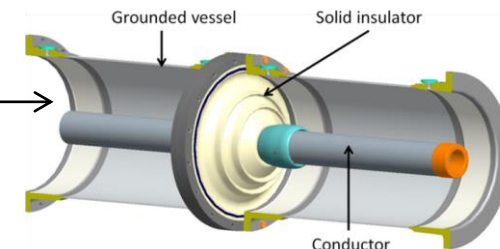
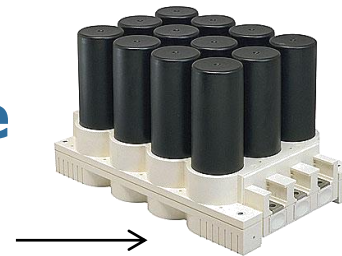
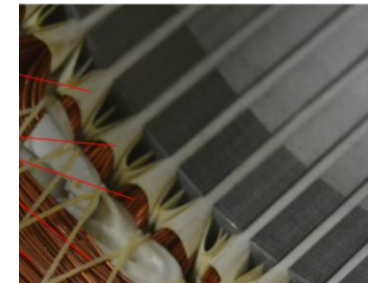
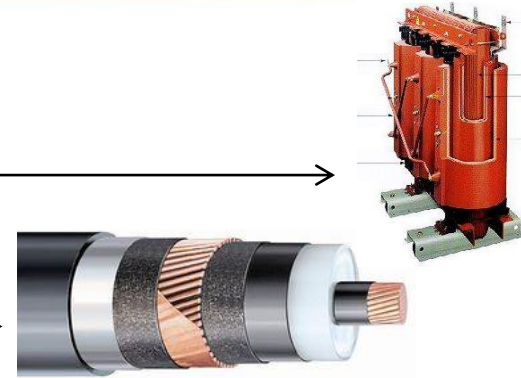
« Les matériaux diélectriques pour les énergies de demain... »



Champ applicatif

« transport, conversion et stockage de l'énergie électrique »
« eco-conception » et « durabilité »

- transformateurs BT/HT
- alternateurs HT,
- câbles HVDC et BTAC,
- condensateurs de puissance,
- moteurs électriques,
- électrets,
- composants de la μ -électronique
- composants de l'électronique de puissance,
- postes sous isolation gazeuse BT/HT



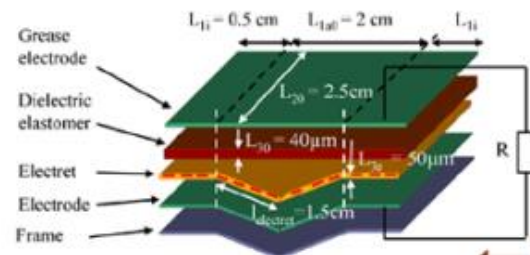
3 axes de recherche



• **Caractérisation des matériaux diélectriques**



• **Etudes des phénomènes pré-disruptifs**



• **Développement de procédés et de techniques spécifiques**

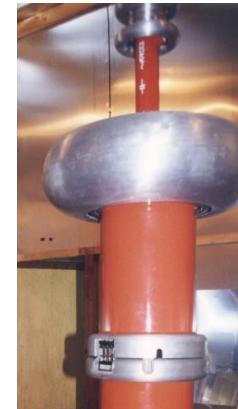
• Caractérisation des matériaux diélectriques

- Oxydes en couches minces
- Etude des propriétés diélectriques des polymères de type parylène
- Etude des propriétés diélectriques des bio-polymères
- Comportement des diélectriques liquides sous haute température et haute tension



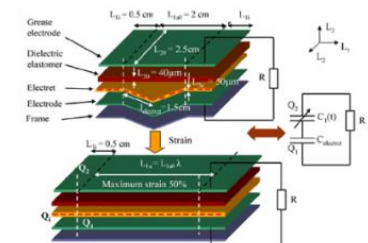
• Etudes des phénomènes pré-disruptifs

- Etude multi-physique des phénomènes pré-disruptifs (vieillesissement) dans les solides
- Isolation gazeuse pour le transport d'énergie sous très haute tension continue
- Spectroscopie de la décharge dans les liquides
- Etude théorique des phénomènes induits dans un liquide par une injection fortement localisée d'énergie



• Développement de procédés et de techniques spécifiques

- Récupération d'énergie à partir de polymères électro-actifs
- Electro-coalescence de gouttelettes d'eau dans un liquide isolant
- Procédés à base de décharge dans les liquides
- Calorimétrie par rayonnement thermique : application à la mesure des pertes dans les composants électriques



Moyens expérimentaux

« une approche de nature largement expérimentale: notre marque de fabrique »

- Générateurs haute tension et cages de faraday
- Analyseurs DP I et II
- Sonde de potentiel sans contact
- Spectroscopie diélectrique I à flux d'azote
- Spectroscopie diélectrique II et III à sole chauffante (sous atmosphère d'azote ou vide)
- Mesure de courants DC et courants thermo stimulés (TSC)
- Mesure de courants DC
- Mesure de courants DC (10 – 20 kV)
- Spectroscopie diélectrique IV à enceinte climatique
- Spectroscopie diélectrique V à étuve
- DMA (visco-analyseur)
- Charge d'espace (LIPP)
- Charge d'espace (PEA)
- Dispositifs de vieillissement sous pression et température
- Dispositifs de vieillissement longues longue durées sous tension et température
- Calorimétrie par rayonnement thermique
- Cryostats optiques
- Cellule haute pression
- MEB
- Pulvérisation: sputtering, PECVD
- Divers



Produced

- 459 Publications
- + de 37 100 articles (archive)



Zouhour Ben Cheikh, Fadhel El Kamel, Olivier Gallot-Lavallée, Mohamed-Akram Soussou, Sorin Vizireanu, Aktham Achour, and Kamel Khirouni. Hydrogen doped BaTiO₃ films as solid-state electrolyte for micro-supercapacitor applications. *Journal of Alloys and Compounds*, June 2017. doi: 10.1016/j.jallcom.2017.06.019. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01537213>.

Frédéric Aitken, Ferdinand Volino, Luis Guillermo Mendoza Luna, Klaus Von Haeften, and Jussi Eloranta. A thermodynamic model to predict electron mobility in superfluid helium. *Physical chemistry chemical physics*, May 2017. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01545107>.

Jinkai Yuan, Shenghong Yao, Weilong Li, Alain Sylvestre, and Jinbo Bai. Anisotropic Percolation of SiC-Carbon Nanotube Hybrids: A New Route toward Thermally Conductive High k Polymer Composites. *The Journal of Physical Chemistry C*, 121(22):pp. 12063-12070, May 2017. doi: 10.1021/acs.jpcc.7b03372. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01548832>.

Joël Rosato, Nelly Bonifaci, Zhiling Li, and R. Stamm. A spectroscopic diagnostic of the electron density in a corona discharge. *Journal of Physics: Conference Series*, 810, February 2017. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01533672>.

Shenghong Yao, Jinkai Yuan, Hasan-Al Mehedi, Etienne Gheeraert, and Alain Sylvestre. Carbon nanotube forest based electrostatic capacitor with excellent dielectric performances. *Carbon*, 116: 648-654, 2017. doi: 10.1016/j.carbon.2017.02.043. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01512690>.

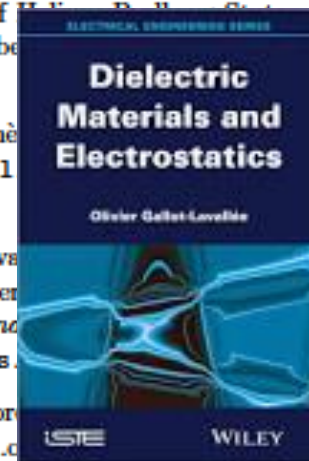
Nelly Bonifaci, Zhiling Li, Jussi Eloranta, and Steven Fiedler. Interaction of Helium Nanobubbles with Dense Helium. *Journal of Physical Chemistry A*, November 2016. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01402229>.

Olivier Gallot-Lavallée and Patrice Gonon. Caractérisation des polymères conducteurs. *Les Techniques de l'Ingénieur*, October 2016. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01470379>.

Jilani, Nissaf Mzabi, Najla Fourati, Chouki Zerrouki, Olivier Gallot-Lavallée, and Najer Guermazi. A comparative study of structural and dielectric properties of diglycidyl ether of phenol A (DGEBA) cured with aromatic or aliphatic hardeners. *Journal of Applied Polymer Science*, 121(19):7874-7886, September 2016. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01470379>.

Frédéric Aitken, Nelly Bonifaci, Klaus Von Haeften, and Jussi Eloranta. Theoretical study of electron mobility in superfluid. *The Journal of Chemical Physics*, page p. 145 doi:10.1063/1.4911117, July 2016. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01362267>.

Elysée Obame Ndong, Olivier Gallot-Lavallée, and Frédéric Aitken. Analytical heat transfer modeling of a new radiation calorimeter. *Thermochimica Acta*, 633:Pages 56-68, April 2016. URL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01300078>.



• Académiques

• National

- Institut Néel (Grenoble), LTM (Grenoble), CERMAV (Grenoble), CEA (Grenoble), PAGORA (Grenoble), MSSMAT (Paris), SATIE (Paris), GEEPS (Paris), IMP (Lyon), LAPLACE (Toulouse), LEA (Poitiers), LCSN (Limoges), IES (Montpellier), LCEE (Poitiers), LEGI (Grenoble), LAMCOS (Lyon), Ampère (Lyon)...



• International

- Dpt. PA (Leicester), Dpt. PA (Padoue), Caltech (Pasadena), IHTAS (Moscou), SINTEF (Trondheim), UPISIM (Sfax), CRML (Trois-rivières), LMOP (Tunis), Dpt. C (Berkeley), Dpt GE (Jakarta)...



• Industriels

- Alstom, Nexans, Supergrid, Areva, EDF, Schneider Electric, STMicroelectronics, Airbus, Bolloré, Siemens, Sagem...



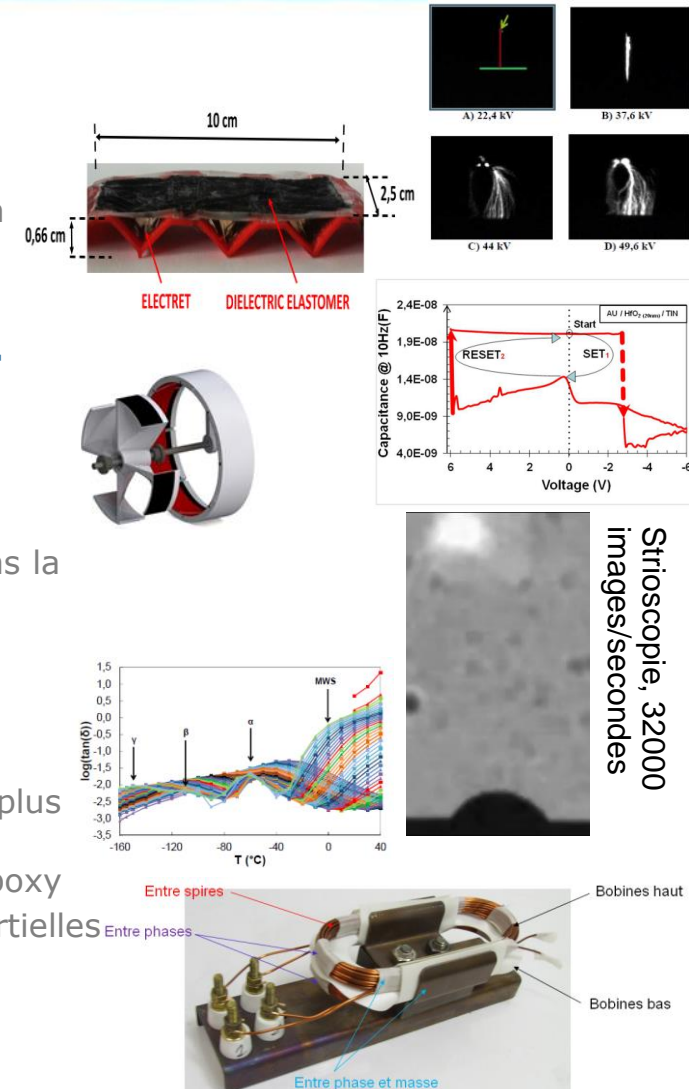
• Institutions

- ANR, KIC InnoEnergy, Tenerredis, ANR, Région, Europe



Qqes faits marquants passés

- **Choc de foudre sur matériel moyenne tension**
 - Effet du polymère /décharge rampante ? (SCHNEIDER)
- **Polymères électro-actif**
 - Générateur autonome souple d'énergie : prototype de 2nde génération
- **Mémoire d'impédance**
 - Un premier pas vers des varicap intégrées en couche mince
- **μ récupération d'énergie des écoulements d'air par conversion électrostatique**
 - Prototypes à électrets ou triboélectriques brevetés (ERC CEA-LETI)
- **Procédé d'extraction par décharge dans l'eau**
 - Mise en évidence de la séquence Chauffage/Evaporation/Décharge dans la vapeur (UTC)
- **Performances diélectrique de qqes bio-polymères**
 - Meilleure connaissance du PCL et du PHBV (CERMAV)
- **Isolation des moteurs électriques de traction**
 - Hiérarchisation des contraintes: la contrainte thermomécanique est la plus critique
 - Sélection des matériaux: résine polyesterimide meilleure que résine époxy
 - Impact de la température sur la Tension d'Apparition de Décharges Partielles (TADP): baisse de 24 % entre 50 et 180°C (Renault)



- **Cryo-plasma dans l'He superfluide (1K)**

- Physique de la décharge, excimères He2* (PIIM/Californie/Autriche)

- **Remplacement du SF6 par HFO (HTA)**

- "Dieleco" - Etude expérimentale et modélisation pour gaz seul et à l'interface avec une surface isolante (IRS IDEX UGA)

- **Limiteur supraconducteur**

- Décharges dans l'azote liquide en changement de phase (SUPERGRID)

- **Décharges micro-gap**

- Prototypage d'un MEMs de protection contre les chocs de foudre (SAFRAN/CEA)

- **Harmoniques et câbles HVDC**

- Effet des harmoniques des convertisseurs sur la tenue diélectrique des câbles HVDC en présence de cavités de taille micronique (Supergrid)

- **Encapsulation HT° (200-300°C)**

- 1^{ère} piste: liquide ? (Thèse Indonésie)
- 2^{ème} piste: Nouveaux gels et élastomères silicones (ANR-DIAMOND HVDC)

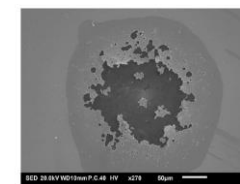
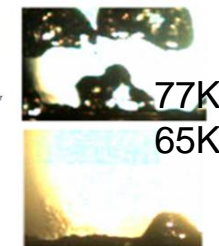
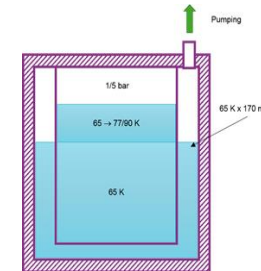
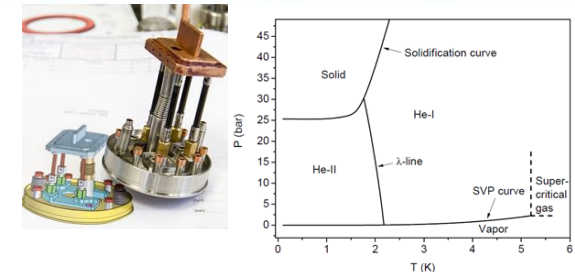


FIGURE 5.13 - ETAT DE SURFACE DE L'ELECTRODE PLANE APRES UNE SERIE DE CLAQUAGE DANS LE SF₆

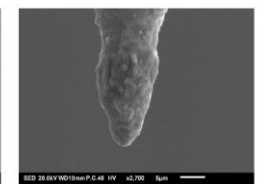
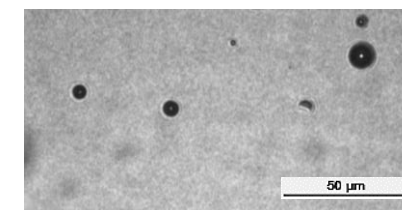


FIGURE 5.14 - PHOTO MEB D'UNE ELECTRODE POINTE DONT LE RAYON DE COURBURE INITIALE EST DE 0,5µm APRES UNE SERIE DE CLAQUAGE DANS LE SF₆



L'équipe



• 8 Chercheurs et Enseignants/Chercheurs

- AITKEN Frédéric
- BONIFACI Nelly
- GALLOT-LAVALLEE Olivier
- HANNA Rachelle
- LESAIN Olivier
- RAIN Pascal
- REBOUD Jean-Lu
- SYLVESTRE Alain

• ~10 Doctorants et post Doc.

• 6 Personnels techniques

