

Contrôle thermique adaptatif de Satellites par des Revêtements de Polymères Electroactifs

Gwendoline Petroffe¹, Jean-Paul Dudon², Sophie Cantin¹, Layla Beouch¹, Claude Chevrot¹, Frédéric Vidal¹ and Pierre-Henri Aubert^{1*}

¹ LPPI, Université de Cergy-Pontoise, 5 mail Gay-Lussac, 95031 Cergy-Pontoise Cedex, France.

² Thales Alenia Space (TAS), 100 Boulevard du Midi, 06150 Cannes, France

* pierre-henri.aubert@u-cergy.fr

Dans l'espace, l'équilibre thermique d'un satellite vis-à-vis de son environnement est régi par ses échanges radiatifs. Il serait ainsi très intéressant de pouvoir compter sur une émissivité infrarouge variable pour ses surfaces radiatives : forte dans les phases chaudes de la mission, faible dans les phases plus froides. Cela permettrait de réduire le budget de puissance électrique de réchauffage embarquée, de plus en plus contraint avec les nouveaux satellites à propulsion plasmique. En effet, dans l'espace, l'équilibre thermique d'un satellite n'est régi que par des échanges radiatifs. Dans ce contexte, l'étude porte sur le développement de dispositifs à base de polymère conducteur électronique électroémissif (PEDOT). L'objectif de cette étude est de concevoir un radiateur composé de plusieurs dispositifs assemblés et de l'évaluer dans des conditions de vide spatial pour des applications visant la régulation thermique de satellites artificiels. La première partie de la présentation sera consacrée à l'étude de l'incorporation du PEDOT par polymérisation chimique de son monomère au sein d'une matrice hôte.^{1,2} Cette dernière est conçue sur le modèle de réseaux de polymères interpénétrés (RIP) renforcé mécaniquement par un élastomère (caoutchouc nitrile) et un conducteur ionique à base de polymétacrylate à chaînes pendantes d'oligo-oxyde d'éthylène. Une fois gonflé dans un liquide ionique comme le N-Ethyl-N'-méthyl-imidazolium bis-trifluorométhanesulfonyl-imide (EMITFSI) et assemblé entre deux collecteurs de courant, on obtient le dispositif électro-émissif (Fig. 1) qui a été caractérisé principalement sous vide primaire (cyclabilité, niveau de réflectivité dans l'IR). Dans une seconde partie, un radiateur est construit : il est constitué de 16 dispositifs sont assemblés sous forme d'une matrice 4x4 sur une plaque d'aluminium préalablement équipée de thermocouples.[3] Un capot supérieur est ensuite fixé afin d'assurer le contact électrique avec les 16 couches actives; l'ensemble présente une surface active d'environ 82cm² (Fig. 2). Une fois recouverts de Kapton®, les radiateurs ont été placés dans une chambre à vide et testés dans des conditions thermiques proches de l'environnement spatial (10⁻⁶ mbar, -60°C). Leurs comportements thermiques (sans tenir compte du flux solaire) ont été comparés à la technologie passive actuellement embarquée sur les satellites artificiels, à savoir les réflecteurs solaires optiques (OSR). Lors de la commutation entre des conditions thermiques variables, les radiateurs électroémissifs se sont avérés plus efficaces que l'OSR pour préserver la chaleur à l'intérieur du satellite lors d'environnements froids alors que dans un environnement «chaud», le rejet thermique était identique à celui de l'OSR prouvant leur intérêt pour la régulation thermique des satellites. De plus, ces systèmes s'avèrent extrêmement intéressants en termes de consommation électrique. Associés à un poids embarqué réduit, ils présentent alors un double intérêt pour l'application envisagée par rapport aux technologies embarquées existantes.

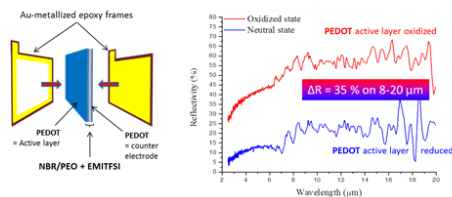


Fig. 1: (left) device assembled. (right) IR dynamic between 2-20µm

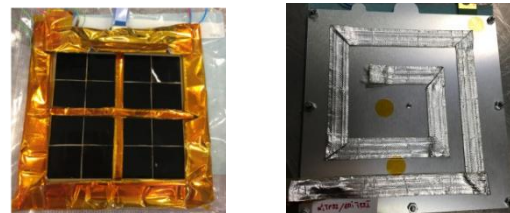


Fig. 2: Electroemissive Radiator front (left) and back (right)

Références

[1] L.J. Goujon et al., Solar Energy Materials & Solar Cells, 2014, 127, 33–42. [2] G. Petroffe et al. Solar Energy Materials & Solar Cells, 2018, 177, 23–31. [3] G. Petroffe, et al. Solar Energy Materials & Solar Cells, 200 (2019) 110035