

Avis de Soutenance

Madame Camille GAILLARD

Matériaux

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Formulation de polymères par extrusion réactive pour des applications de câbles électriques haute tension

dirigés par Madame Véronique BOUNOR-LEGARÉ et Monsieur Anatoli SERGHEI

Soutenance prévue le **vendredi 12 décembre 2025** à 13h30

Lieu : Université Lyon 1 - Bâtiment Charles Darwin, Amphithéâtre Caullery - 3-9 Rue Raphaël Dubois
69100 Villeurbanne

Composition du jury proposé

Mme Véronique BOUNOR-LEGARE	CNRS Lyon	Directrice de thèse
Mme Jocelyne BRENDLE	Université de Haute-Alsace Mulhouse	Rapporteure
Mme Isabelle ROYAUD	Université de Lorraine Nancy	Rapporteure
Mme Bérangère TOURY-PIERRE	Université Lyon 1	Examinatrice
M. Anatoli SERGHEI	CNRS Lyon	Co-directeur de thèse
M. Eric DANTRAS	Université de Toulouse	Examineur
M. Cyrille SOLLOGOUB	Conservatoire National des Arts et Métiers Paris	Examineur
Mme Servane HALLER	Nexans Lyon	Examinatrice
M. Jean-François LARCHE	Nexans Lyon	Invité

Mots-clés : Nanocomposites, Extrusion réactive, Propriétés diélectriques, Procédé sol-gel,

Résumé :

La technologie actuelle pour l'isolation de câbles électriques haute tension repose sur l'usage de polyéthylène réticulé (XLPE) qui possède d'excellentes propriétés thermomécaniques ainsi qu'une stabilité thermique élevée dans les conditions usuelles d'application. Cependant, sa mise en œuvre nécessite une étape de réticulation au peroxyde, responsable de la génération de sous-produits qui peuvent dégrader les propriétés diélectriques de l'isolant et qu'il convient donc d'éliminer avant application du câble. De plus, sa nature thermodurcissable en fait un matériau difficilement recyclable par les voies classiques de valorisation. Les polymères thermoplastiques tels que le polypropylène et les nanocomposites associés constituent une alternative durable à l'utilisation de XLPE puisque ces matériaux sont de performants isolants, valorisables, possèdent un point de fusion plus élevé et nécessitent un temps d'élaboration plus court que le XLPE. En outre, l'extrusion réactive apparaît comme un procédé prometteur permettant l'élaboration in situ de particules

inorganiques. Cette méthode évite la manipulation de nanoparticules et apporte un potentiel contrôle de la morphologie et de la dispersion des objets générés dans la matrice polymère. Dans ce cadre, l'objectif de ce projet de thèse est d'élaborer des composites à matrice polypropylène en faisant appel au procédé sol-gel pour la génération contrôlée de charges de silice à partir d'un précurseur inorganique, et d'en évaluer les propriétés diélectriques résultantes. Dans un premier temps, l'influence de paramètres clés sur la synthèse de silice par voie sol-gel, tels que le pH du catalyseur et durée de l'hydrolyse, sur les cinétiques de réaction dans un milieu hydro-alcoolique a été étudiée, et a permis d'optimiser les conditions de synthèse pour l'élaboration de composites en voie fondu. L'incorporation de ces solutions de précurseur pré-hydrolysé dans le polymère fondu a été réalisée au mélangeur interne, puis transposée en extrusion réactive. Il est apparu que les morphologies et les propriétés diélectriques obtenues pour les composites élaborés sont étroitement liées à l'avancement des réactions de pré-hydrolyse du précurseur en fonction du pH. Des nanocomposites ont pu être élaborés pour des temps d'hydrolyse relativement courts et présentent une tension de claquage proche de celle du polypropylène non chargé et une conductivité électrique inférieure à ce dernier. Cependant, l'obtention d'une conductivité plus basse que le polypropylène dans le cas des nanocomposites préparés par voie sol-gel requiert d'éliminer de ceux-ci les réactifs qui n'auraient pas été totalement convertis, et/ou les sous produits de réactions d'hydrolyse-condensation, par un post-traitement thermique. En effet, ces espèces sont responsables d'un phénomène de polarisation interfaciale mis en évidence par analyse en spectroscopie diélectrique. L'ajout d'un agent compatibilisant dans le milieu réactionnel, en particulier le polypropylène greffé anhydride maléique, a permis d'élaborer des nanocomposites pour des faibles temps d'hydrolyse du précurseur inorganique avec une interface améliorée et des performances diélectriques intéressantes. En particulier, on peut souligner l'absence du phénomène de polarisation interfaciale et une faible conductivité électrique pour ces matériaux. Ainsi, le post-traitement thermique n'est plus nécessaire, ce qui démontre que l'extrusion réactive constitue une approche prometteuse pour la mise en œuvre des isolants de câbles haute tension.