

INIFUGE

Développement d'un liant géopolymère innovant anti-feu

Projet accompagné par l'Andra dans le cadre du programme « Nucléaire de Demain » des Investissements d'avenir - Sélectionné lors de l'appel à projets Andra « Optimisation de la gestion des déchets radioactifs de démantèlement », organisé en coopération avec l'ANR.

Durée : 48 mois

Démarrage du projet : 10/2017

Montant total projet : 4,03 M€

Dont aide du programme Investissements d'Avenir : 598 k€

Forme de l'aide : Subvention

Localisations :

Limoges (87),
Clermont Ferrand (63),
Toulouse (31)

Coordinateur : Institut de Recherche sur les Céramiques (IRCER) - Université de Limoges

Partenaires :

- Institut de Recherche sur les Céramiques (IRCER) - Université de Limoges
- Laboratoire PEREINE, Université de Limoges
- Institut de Chimie de Clermont-Ferrand (ICCF)
- Laboratoire de Matériaux et Durabilité des Constructions (LMDC), Université Paul Sabatier de Toulouse

Contact : Sylvie ROSSIGNOL,
sylvie.rossignol@unilim.fr

CONTEXTE

Dans le cadre des études sur le stockage géologique des déchets les plus radioactifs (projet Cigéo), des recherches sont menées pour trouver de nouveaux matériaux durables ayant des propriétés anti-feu. Ces matériaux pourraient être mis en œuvre pour la construction aussi bien des galeries de stockage que de conteneurs de stockage spécifiques pour la protection de déchets radioactifs sensibles aux élévations de température, notamment en cas d'incendie.

Depuis plusieurs années, les matériaux géopolymères, formés par l'activation d'une source aluminosilicate par une solution alcaline à basse température, suscitent énormément d'intérêts car leur fabrication est moins polluante que celle des matériaux cimentaires usuels, et ils possèdent de bonnes propriétés d'usage (mécaniques, chimiques et thermiques...). Leur mise en œuvre est aussi simple que celle des matériaux cimentaires. Une de leurs particularités est leur résistance en température jusqu'à 1000 °C et le développement de leurs propriétés mécaniques dès 24h. Ils apparaissent donc comme des candidats prometteurs pour une mise en œuvre pour le stockage des déchets radioactifs.

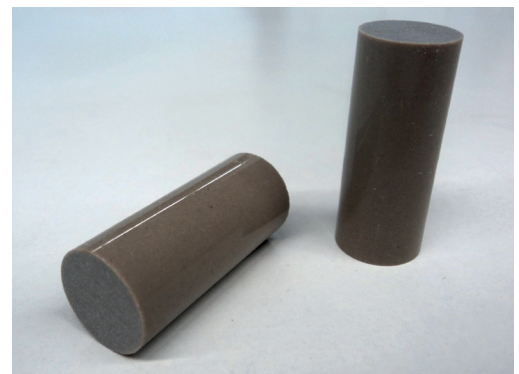
Le projet INIFUGE se focalise ainsi sur le développement d'un liant géopolymère innovant résistant au feu et sur l'identification et la compréhension des propriétés de ce matériau.

OBJECTIFS

INIFUGE est un projet de recherche qui propose une approche fondamentale pour comprendre les propriétés finales (tenue au feu, durabilité) des matériaux géopolymères en fonction des propriétés des matières premières utilisées (sources aluminosilicates et solutions d'activation) et des protocoles de mise en œuvre de ces matériaux.

Trois objectifs principaux sont visés au travers de ce projet :

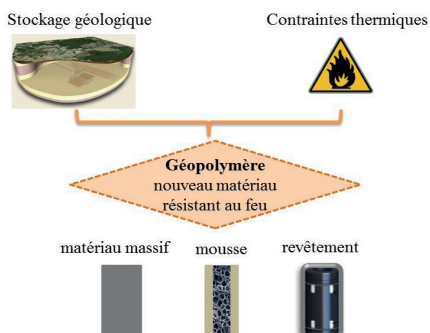
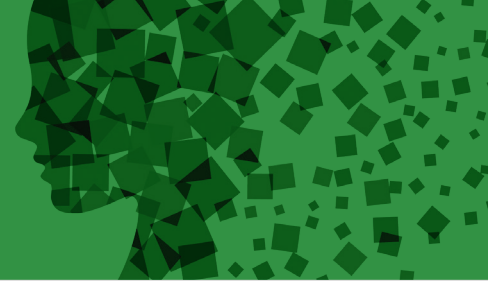
- mettre au point des méthodes permettant de rendre les matières premières très réactives pour fabriquer les géopolymères (aluminosilicates et les solutions d'activation);
- établir en fonction des caractéristiques souhaitées du géopolymère frais et durci différentes compositions répondant à une spécificité mécanique ou thermique;
- comprendre et optimiser les performances en termes de propriétés rhéologiques (viscosité), de résistance au feu ainsi que de durabilité.



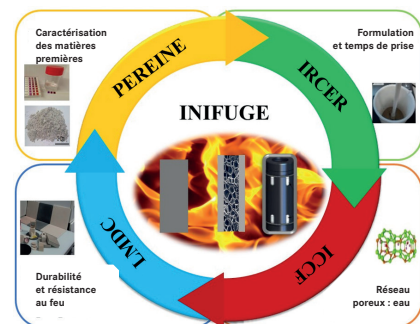
► Photo de matériaux géopolymères consolidés.

Appel à projets Andra avec le soutien du programme Investissements d'avenir

INIFUGE : Développement d'un liant géopolymère innovant anti-feu



- Enjeu du projet INIFUGE : développement de matériaux géopolymères sous diverses formes pour les colis et ouvrages de Cigéo.



- Organisation du projet INIFUGE
- PEREINE : réactifs initiaux: solution alcaline et une source aluminosilicate
 - IRCER : mélange réactif de liant géopolymère
 - ICCF : structure poreuse du géopolymère
 - LMDC : durabilité des géopolymères

DÉROULEMENT

Le programme de recherche se déroule sur quatre ans et se décompose en quatre tâches interdépendantes qui couvrent l'ensemble du cycle de vie des liants (de la matière première au matériau durci résistant au feu). Les moyens mis en œuvre vont de l'étude des matières premières en passant par la formulation et le processus de la formation des liants géopolymères (étude de rhéologie). Puis, la caractérisation fine du réseau poreux sera déterminante pour comprendre les propriétés de résistance au feu du matériau. Enfin la durabilité sera étudiée afin de proposer une classification des performances de ces matériaux en fonction de leurs caractéristiques tels que leur temps de prise, leur compatibilité avec le milieu environnant et leur résistance en température.

RÉSULTATS ATTENDUS

Ce projet de recherche fondamentale doit permettre à terme de réaliser des abaques permettant de déterminer les propriétés thermiques de différents liants géopolymères en fonction de leurs compositions et/ou de leurs caractéristiques de prise, de maniabilité, et de durabilité dans le temps.

Innovation

L'innovation repose sur la mise au point de différentes formulations de géopolymères combinant :

- une viscosité contrôlée à température ambiante ;
- une prise rapide ou retardée ;
- une résistance mécanique immédiate ;
- une résistance au feu jusqu'à 1000 °C.

Impact économique

La couche géologique dans laquelle le futur stockage des déchets français les plus radioactifs serait implanté est celle de l'argilite du Callovo-Oxfordien, à environ 500 mètres sous le niveau du sol dans l'est de la France. La réalisation du stockage va engendrer l'excavation de plusieurs millions de mètres cubes de cette argilite tout au long de la période d'exploitation. Le devenir de cette argilite

excavée reste à préciser. Le projet INIFUGE étudiera la possibilité de formuler des matériaux géopolymères résistants au feu à partir de cette argilite excavée, proposant ainsi une voie de valorisation directe de ce matériau.

Impact pour la gestion des déchets radioactifs

INIFUGE participera à l'amélioration de la sûreté du site de stockage grâce à la protection thermique des conteneurs de déchets en cas d'incendie. Ils pourraient être utilisés comme matériaux constitutifs des colis ou comme revêtement anti-feu.

Impact social

Ce projet va permettre de recruter quatre personnes pendant trois ans.

APPLICATION ET VALORISATION

L'application directe du projet INIFUGE est la protection au feu des conteneurs de stockage de déchets radioactifs, mais également pour les matériaux de génie civil du futur stockage géologique Cigéo. Le projet propose également une voie de valorisation de l'argilite qui sera excavée lors du creusement du futur stockage géologique.

Plus globalement, la réalisation d'abaques permettant de déterminer les propriétés thermiques de différents liants géopolymères en fonction de leurs compositions et/ou de leurs propriétés intrinsèques peut être d'un grand intérêt pour le développement et l'utilisation de ces nouveaux matériaux dans toute l'industrie du génie civil.