

Sujet de Master 2021

Mesure des propriétés mécaniques et environnementales de géopolymères fortement chargés

Encadrement : Jean-François Caron, Adélaïde Feraille

Ce sujet est proposé dans le contexte de travaux de recherche au sein de l'Ecole et du laboratoire Navier autour de la fabrication numérique et de la construction durable. Dans un contexte mondial et local d'épuisement des ressources, l'utilisation de nouveaux process (fabrication additive par exemple) et de nouveaux matériaux moins impactant, plus locaux, et en tout premier lieu ceux issus du sous-sol, est vu comme un chemin devant impérativement être suivi. Ainsi, le chantier du Grand Paris va générer plus de 45 millions de tonnes de déblais, dont seulement 60% sont considérés comme valorisables aujourd'hui. Ces matériaux, peu ou pas transformés sont peu performants mécaniquement et de plus sujet à une grande variabilité de leurs propriétés mécaniques. Tout ceci limite leur utilisation dans des contextes industriels toujours plus normés. En tout état de cause il est difficile de les mettre en compétition en l'état, avec le ciment qui lui présente par contre un vrai problème en terme d'impact environnemental, d'ACV et d'épuisement de ressources, comme le sable par exemple.

Il existe cependant une famille de matériaux également géo-sourcée comme le ciment, performante mécaniquement mais dont l'intérêt en terme d'impact reste à bien évaluer, même si les premières données sont très encourageantes. Il s'agit de la famille des géopolymères obtenus par exemple par la polycondensation en milieu alcalin, de chaînes de Metakaolin, composées majoritairement de silice et d'alumine. De nombreux développements, réalisations et solutions industrielles existent déjà mais peinent à se trouver un vrai marché. Le metakaolin étant obtenu par flashage 15' à 750°C du Kaolin, une argile, on rejoint là la problématique des ressources locales à valoriser. D'autant que ce géopolymère, beaucoup plus que le béton, est très tolérant à l'addition de forts taux charges, charges pouvant être des granulats mais également des argiles brutes. Le laboratoire a démarré des travaux sur ces matériaux (une thèse soutenue, projets industriels en cours) et le sujet s'inscrit donc dans la volonté de pousser l'effort, et ce dans 3 directions :

- Expérimentations sur de tels mélanges très chargés, rhéologie des mélanges non durcis, process (coulage, impression 3D), propriétés mécaniques, porosité.
- Mesure de l'impact environnemental (Analyse de Cycle de Vie) d'un composé géopolymère intégrant des charges. Une biblio naissante existe sur ce sujet mais il reste des interrogations par exemple sur l'impact de la solution alcaline.
- Participation aux premiers développements d'expérimentations dans le laboratoire sur la mechano activation du kaolin qui semble permettre de diminuer les impacts en évitant l'opération de flashage.

Contact : Jean-françois Caron, Laboratoire Navier, jean-francois.caron@enpc.fr