

RP2AS10001 – Modélisation de la Fabrication des Matériaux Granulaires du Génie Civil MODFAB (ex RT00S10001, ex- 11U101)

Responsable : B. CAZACLIU et F. CHEVOIR

Durée : 5 ans (2010-2014)

Enjeux et objectifs

Cette opération vise les procédés de fabrication durables, plus économes (en ressources naturelles et en énergie), plus propres et plus sûrs. Une avancée dans ce domaine passe d'une part par des innovations technologiques dans le domaine du contrôle en ligne (capteurs de teneur en eau, bitume, fines et pour la rhéologie, optimisation de l'ordre d'incorporation de constituants) et d'autre part par des modélisations plus complètes du comportement réel des mélanges concernés.

Le LCPC s'est déjà engagé dans ce travail de modélisation, à travers un code de calcul dont les capacités dépassent celles des codes actuellement existants sur le marché (exemple : simulation du malaxage d'une suspension de granulats dans un fluide à seuil). Pour progresser, deux verrous scientifiques restent à lever : le premier concerne le mélange grains/ fluide, le second concerne la loi rhéologique du matériau granulaire dans l'état non saturé. Pour le premier d'entre eux, le LCPC a prévu de s'associer avec les partenaires les plus compétents (le montage d'un projet ANR est en cours). Pour le second, le LCPC dispose des compétences et moyens techniques nécessaires. L'enjeu est de fournir une loi de comportement à intégrer dans le code de calcul développé par DDGC. Plusieurs approches seront menées en parallèle :

- mesure de la distribution du fluide et des grains dans le matériau à l'aide du microtomographe bientôt installé à Marne La Vallée,
- mesure de la loi rhéologique par simulation discrète (prise en compte des forces capillaires, visqueuses et de contact),
- rhéométrie par IRM,
- comparaison des prédictions du code de calcul avec les mesures des champs de vitesse par IRM

Sur l'aspect lié à l'innovation technologique on s'intéresse à différentes étapes des procédés de fabrication : malaxage, enrobage, mesure et dosage des constituants, séchage des granulats, combustion dans les centrales d'enrobage, transport, et à certaines de leurs interactions. On vise à établir des méthodologies d'évaluations des impacts basés sur la modélisation des opérations unitaires, mais aussi à proposer et favoriser l'innovation en participant à des projets de développement basés sur les connaissances acquises lors de la modélisation.

Sujets traités

1. Identification de la rhéologie des matériaux granulaires non saturés
2. Mise au point d'un code de calcul continu pour le malaxage des matériaux
3. Procédés de fabrication – Innovations et modélisations (contrôle en ligne dans le malaxeur et sur granulats, malaxage, combustion, séchage, incorporation de granulats recyclés)

Outre ces sujets, trois sujets potentiels complémentaires sont à l'étude :

- le premier vise à mieux comprendre l'instabilité des sols effondrables (loess)
- le second concerne le comportement des graves émulsions, et les déformations permanentes sous sollicitation cyclique
- le troisième pourrait intéresser les industriels concernés par le renforcement des sols

Partenariats

ENPC, LMGC (Laboratoire de Mécanique et de Génie Civil de l'Université de Montpellier), UMR Saint Gobain-CNRS, LGCGM (Laboratoire de Génie Civil et Génie Mécanique Rennes), INRA, URPEI (Unité de recherche en procédés d'écoulements industriels du centre de recherche technologique en ingénierie des écoulements de milieux complexes de l'École Polytechnique de Montréal). Industriels : Skako-Couvrot, VM Matériaux, Hydrostop, FNTP, Ermont, TPPL (Travaux Publics des Pays De Loire), Anjou Béton, Lafarge, Chryso, FML-Concretex, Specbea

Principaux produits attendus

- Produits applicatifs liés aux innovations technologiques - Amélioration des procédés de fabrication : nouveaux systèmes de mesure et de contrôle (teneur en eau, en fines, en bitume, viscosité) et séquences d'incorporation des constituants.
- Code de calcul discret pour les matériaux granulaires non-saturés
- Code de calcul continu pour les matériaux granulaires non-saturés (permettant de traiter les écoulements en malaxeur)
- Méthodes d'imagerie pour les matériaux granulaires non-saturés
- Mesure innovante dans le malaxeur de la consistance du béton
- Mesure innovante de l'humidité des granulats
- Modélisation de l'interaction bruleur tambour sècheur en centrale d'enrobage

Thèses associées

3 thèses en cours :

- « Mesure de la rhéologie du béton dans le malaxeur »
- « Rhéophysique des matériaux granulaires non saturés – Approche par simulations discrètes »
- « Simulations numériques de pâtes granulaires non-saturées. Application au malaxage »

Financement titre 9 demandé