

Proposition de PostDoc

Vieillissement accéléré pour les Réactions de Gonflement Interne : effets des différents paramètres

Il s'agit d'une collaboration dans le cadre du Consortium CONCRETE, piloté par l'IRSN.
Volet 1 : Maîtrise des mécanismes locaux agissant sur la durabilité du matériau cimentaire.
Axe 4 : Protocoles de vieillissement accélérés.

Durée : 24 mois (CDD), Post Doctorat

Encadrement :

Tony Pons (Univ. Eiffel), tony.pons@univ-eiffel.fr
Georges Nahas (IRSN), georges.nahas@irsn.fr
Mickaël Saillio (Univ. Eiffel), mickael.saillio@univ-eiffel.fr

Affectation :

Université Gustave Eiffel
Département Matériaux et Structures
Laboratoire Comportement Physico-chimique et Durabilité des Matériaux
A Champs sur Marne (77)

Profil :

Ce contrat est ouvert à des docteurs dans le domaine de pathologie des bétons, Génie Civil, Physico-chimie des Matériaux. Le candidat sera intégré au sein d'une équipe de recherche, apportant sa contribution au bon déroulement des recherches en cours.

Le candidat devra posséder une bonne connaissance du matériaux béton, de ses propriétés physico-chimiques et de sa durabilité, notamment dans les Réactions de Gonflement Interne (RGI). Des connaissances dans méthode d'essais physico-chimique du béton, ainsi que faire preuve d'ingéniosité pour la mise au point de protocole d'essai au laboratoire.

La maîtrise des outils de bureautique classiques est indispensable et la maîtrise de l'anglais est également demandée (publication scientifiques, participation à des congrès)

Après une période de formation et de bibliographie, le candidat devra être capable de travailler de façon autonome et faire preuve d'esprit d'initiative. Une grande motivation est attendue. Des facultés de communications sont nécessaire (échanges avec l'équipe d'encadrement, présentations dans le cadre de réunions, etc.)

Missions :

Dans les ouvrages nucléaires, l'éventualité d'apparition de phénomènes de gonflements des bétons est envisagée. En effet, ces gonflements peuvent avoir plusieurs origines. Les structures comportent des éléments structuraux massifs en béton armé pour lesquels un échauffement important a pu se produire lors de l'hydratation du ciment ou de par l'utilisation des granulats

réactifs peuvent induire *in fine* des expansions délétères dans les bétons. De nombreuses recherches ont déjà été menées dans le but d'apporter des informations sur les causes, les mécanismes physico-chimiques et l'incidence des divers paramètres intervenants lors des réactions de gonflement internes (RGI). La cinétique du développement de ces réactions et l'apparition de désordre dans les ouvrages sont en général lentes (jusqu'à quelques dizaines d'années), dépendantes des conditions environnementales des structures. Ces délais rendent difficiles les actions de R&D sur ces pathologies. Les deux pathologies envisagées dans cette étude sont la Réaction Sulfatique Interne (RSI), la Réaction Alkali-Granulat (RAG) et leur couplage. A l'échelle du laboratoire, les méthodes d'essais accélérés se font en général sur des éprouvettes (de type cylindre et/ou parallélépipède) centimétriques avec des durées d'essai d'au moins un an (méthode d'essai des LPC n°44 pour la RAG et n°66 pour la RSI). Actuellement, des essais sont menés à l'échelle de blocs métriques dans un environnement accéléré sur un site de l'IRSN à Cadarache dans le cadre du projet ODOBA. Ces blocs de béton sont instrumentés pour pouvoir suivre leur évolution : thermocouple (TC), corde vibrante, jauge de contrainte (si béton renforcé), fibre optiques, cible pour mesure tracker, ...).

A l'échelle du laboratoire (éprouvette 11 x 22 cm), les conséquences des pathologies de RGI (gonflement) sur le béton sont bien connues avec des seuils de potentiels de gonflements bien établis (Guide technique, Protection et réparation des ouvrages atteints de réactions de gonflement interne du béton, LCPC, 2010). Cependant, à l'échelle de l'ouvrage, il n'existe pas de seuils, qui correspondrait à un endommagement et au critère de durabilité mesuré classiquement sur les bétons. Ce changement d'échelle est difficile à appréhender et notamment le temps de latence (temps entre le début de l'essai et le moment où l'expansion commence de façon significative).

Le but de ce projet est donc d'optimiser une ou des méthodes d'essais accélérés des pathologies de RAG et RSI en laboratoire pour obtenir le potentiel maximum de gonflement à une échelle de temps observable.

Pour ce faire ce projet est découpé en quatre parties :

1- Etude bibliographique :

La bibliographie sur les pathologies de RGI des bétons est importante, une étude complète sera dans un premier temps réalisée. Elle sera axée sur les effets des différents paramètres pour le développement des RGI (RAG, RSI et leur couplage) dans le béton (de formulation et environnementaux). Les pistes envisagées peuvent être très nombreuses et de plusieurs types : thermique au jeune âge pour initier la pathologie (température maximum, vitesse et temps), lixiviation des alcalins, passage d'un champ électrique, cycles d'humidification/séchage, porosité, ...

Le but sera de faire ressortir les paramètres importants et qui pourront avoir un effet notamment sur le temps de latence et l'accélération du gonflement dans le temps.

Point d'étape : réunion avec l'équipe encadrante, le comité de suivi, ainsi que l'ensemble du personnel impliqué dans le projet ODOBA, afin de discuter de la faisabilité technique des différentes méthodes envisagées. Les éléments de sortie de cette réunion seront : le choix des formulations à étudier, les paramètres environnementaux à tester ainsi que les indicateurs à suivre durant les essais, le tout faisable dans le temps imparti du PostDoc (2ans).

2- Mise au point des essais et choix des indicateurs de suivi de la cinétique des RGI :

Un plan d'expérimentation devra être mis au point en prenant en compte le choix sur les paramètres décidés lors de la réunion. Les essais devront prendre en compte différentes formulations de béton décidées lors de la réunion (basées sur les formulations déjà utilisées pour les blocs du projet ODOBA) ainsi que les plans des expérimentations et l'achat de matériel nécessaire pour l'étude en laboratoire.

En effet, les différentes formulations de bétons sélectionnées lors de la réunion seront étudiées (ex. réactive à la RSI, à la RAG, au couplage RSI/RAG et non réactif). Ces formulations seront validées avec l'IRSN en lien avec les blocs à l'échelle métrique déjà en cours d'étude dans ODOBA (données expérimentales existante et en cours d'acquisition).

Le plan d'expérimentation devra comprendre des éprouvettes de béton à l'échelle du laboratoire, typiquement des cylindres de diamètre 11 cm et de hauteur de 22 cm, mais d'autres formes pourront venir compléter en fonction des essais à mener. Les mesures expérimentales ainsi que leur périodicité seront à définir.

Hormis les mesures d'expansions pour le suivi du gonflement des éprouvettes de béton, plusieurs mesures peuvent être envisagées pour le suivi de la cinétique, comme par exemple les méthodes suivantes :

- Chimiques/minéralogiques : pH (ph-mètre), concentration en alcalin (ICP), teneur en portlandite (ATG), minéralogique (DRX + Rietveld), chimie du solide (MEB EDS), ...
- Mécaniques : résistance en compression (presse), module statique (presse), module dynamique (par fréquence de résonance), ...
- Indicateurs de durabilité et leurs évolutions : porosité accessible à l'eau, perméabilité au gaz, résistivité électrique, migration des ions Cl^- et aussi le suivi de la fissuration (photographie et traitement d'images), ...

Les indicateurs de durabilité à mesurer au cours du programme expérimental devront être discutés et choisis avec des modélisateurs (IRSN et Univ. Eiffel) puisqu'ils seront utilisés comme données d'entrée dans des modèles.

Livrable 1 (à 6 mois) : Rapport bibliographique, sur les paramètres et le programme expérimental.

3- Réalisation du programme d'essais :

Le programme expérimental sera réalisé sur les différents essais définis dans le livrable 1 et validé avec le comité de suivi, y compris les mesures des indicateurs choisis pour le suivi de la cinétique. La réalisation de ce programme est prévue sur 18 mois, plusieurs méthodes devront être testées en même temps ainsi que les mesures sur les différents indicateurs. Ensuite, les résultats seront comparés avec les données déjà présentes dans la littérature et celles du projet ODOBA. Enfin, des conclusions seront données sur la cinétique du développement des RGI en fonction des méthodes testées en laboratoire.

Pendant cette phase, des réunions d'étapes seront faites, pour informer l'ensemble des partenaires de l'avancé des essais et des choix à faire en fonction des premiers résultats.

Livrable 2 (à 24 mois) : Rapport sur les résultats, leurs interprétations et comparaison avec les méthodes utilisées dans le projet ODOBA. L'ensemble des données acquises sera disponible aux partenaires du consortium CONCRETE.

4- Valorisation des résultats :

Les résultats devront être rédigés et soumis sous forme d'articles scientifiques pour publication dans des revues à comité de lecture de rang A. De plus, les résultats pourront être présentés lors de congrès nationaux ou internationaux.

Livrable 3 (à 24 mois) : articles soumis

Pour plus d'informations et postuler, merci d'envoyer un CV et une lettre de motivation aux mails suivants :

tony.pons@univ-eiffel.fr ; georges.nahas@irsn.fr ; mickael.saillio@univ-eiffel.fr