

Avis de Soutenance

Madame Dilami BABAKOUA

Chimie

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés
Valorisation d'argiles, de la poudre de verre et de la cendre de balle de riz en matériaux cimentaires supplémentaires locaux : caractérisation physico-chimique et réactivité pouzzolanique

Travaux dirigés par Monsieur Koffi FIATY et Madame Catherine CHARCOSSET
 Cotutelle avec l'université "UNIVERSITE DE LOME" (Togo)

Soutenance prévue le **lundi 20 juillet 2026** à 10h00
 Lieu : Université de Lomé Faculté des Sciences 01 BP 1515 Lomé TOGO

Composition du jury proposé

M. Koffi FIATY	Maître de conférences	Université Lyon 1	Directeur de thèse
Mme Gisèle Laure LECOMTE-NANA	Maître de conférences	Université de Limoges	Rapporteuse
Mme Isabelle LINOSSIER	Professeure des universités	Université de Bretagne Sud	Examinatrice
M. Stéphane DANIELE	Professeur des universités	Université Lyon 1	Examineur
M. Sanonka TCHEGUENI	Professeur titulaire	Université de Lomé (Togo)	Directeur de thèse
M. Issiaka SANOU	Maître de conférences	Université Nazi Boni (Burkina Faso)	Rapporteur
Mme Akpéné Amenuvevega DOUGNA	Maître de conférences	Université de Kara (Togo)	Examinatrice
M. Gado TCHANGBEDJI	Professeur titulaire	Université de Lomé (Togo)	Examineur
Mme Catherine CHARCOSSET	CNRS Lyon	Invitée	

Mots-clés : Matériaux cimentaires supplémentaires, Argiles, Poudre de verre, Cendre de balle de riz, Physico-chimique, Réactivité pouzzolanique

Résumé :

La production du ciment Portland figure parmi les plus grandes sources d'émissions de CO₂ dans le monde, en raison de la fabrication du clinker, son principal constituant. Dans un contexte de transition écologique, la réduction du taux de clinker dans le ciment par l'incorporation de matériaux dits cimentaires supplémentaires (MCS) apparaît comme une voie prometteuse pour réduire l'empreinte carbone de l'industrie du ciment. Ce travail s'inscrit dans cette perspective et vise à évaluer le potentiel pouzzolanique de deux argiles du Togo référencées A et B, de la poudre de verre

et de la cendre de balle de riz en vue de leur utilisation comme matériaux de substitution partielle du clinker dans le ciment Portland. La fluorescence et la diffraction des rayons X (XRF, DRX), la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF) et l'analyse thermogravimétrique (ATG), ont été utilisées pour caractériser les différents matériaux de substitution, ainsi que des matériaux cimentaires (clinker, calcaire et gypse). Afin d'activer leur potentiel pouzzolanique, les argiles ont été calcinées entre 700 et 900 °C. La réactivité pouzzolanique de l'ensemble des matériaux de substitution a ensuite été évaluée par la méthode R3 basée sur l'analyse thermogravimétrique. Les résultats ont montré des propriétés physico-chimiques satisfaisantes pour les différents matériaux cimentaires et de substitution. La composition en kaolinite dans les argiles A et B était de 81,80 et 18,53%. Leur calcination entre 700 et 900 °C a permis de transformer la kaolinite en métakaolinite, se traduisant par une réactivité pouzzolanique corrélée à cette teneur. La poudre de verre et la cendre de balle de riz ont présenté respectivement des teneurs en silice amorphe de 71,18% et 87,96% avec une influence conséquente sur leur réactivité pouzzolanique. Sur la base de ces observations, plusieurs formulations de ciments ont été élaborées en substituant partiellement le clinker par les argiles calcinées, la poudre de verre et la cendre de balle de riz. L'hydratation et les propriétés mécaniques des mortiers de ces ciments ont ensuite été testées et comparées avec un ciment commercial et un ciment de référence formulé sans matériau de substitution. A l'issue des résultats, les ciments incorporant les matériaux les plus réactifs, notamment ceux de l'argile A et de la cendre de balle de riz ont présenté les meilleures propriétés mécaniques et d'hydratation. Il a ainsi été démontré à travers cette étude qu'il est possible de substituer le clinker par cette argile calcinée 750°C à hauteur de 10% et par la cendre de balle de riz entre 10 et 30% sans altérer les propriétés du ciment. Ce travail met ainsi en évidence le potentiel de ces ressources locales pour la production de ciments à faible teneur en clinker, dans une optique de réduction de l'empreinte carbone de l'industrie cimentière. Mots clés : Ciment Portland, clinker, potentiel pouzzolanique, argile, poudre de verre, cendre de balle de riz.

Summary:

The production of Portland cement is among the largest sources of worldwide CO₂ emissions, primarily due to the manufacture of clinker, its main component. In a context of ecological transition, reducing the clinker content in cement through the incorporation of supplementary cementitious materials (SCMs) appears as a promising approach to lowering the carbon footprint of cement industry. This study follows this perspective and aims to assess the pozzolanic potential of two Togolese clays designated A and B, glass powder, and rice husk ash for their use as partial substitution materials of clinker in Portland cement. X-ray fluorescence and diffraction (XRF, DRX), Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), and thermogravimetric analysis (TGA) were used to characterise the different substitution materials, and some cementitious materials (clinker, limestone and gypsum). To activate their pozzolanic potential, the clays were calcined between 700 and 900 °C. The pozzolanic reactivity of all the substitution materials was then evaluated using the R3 method based on thermogravimetric analysis. The results showed good physicochemical properties for all cementitious and substitution materials. The kaolinite content in clays A and B was 81.80 and 18.53 %, respectively. Their calcination between 700 and 900 °C enabled the transformation of kaolinite into metakaolinite, resulting in a pozzolanic reactivity correlated to its contents. The glass powder and the rice husk ash exhibited amorphous silica contents of 71.18% and 87.96%, respectively, with a significant influence on their pozzolanic reactivity. Based on these observations, several cement formulations were prepared by partially replacing clinker with the calcined clays, glass powder and rice husk ash. The hydration and mechanical properties of mortars prepared from these cements were then tested and compared with those of a commercial cement and a reference cement formulated without substitution materials. The results revealed that the cements incorporating the most reactive materials particularly those of clay A and rice husk ash, exhibited the best mechanical and hydration properties. This study therefore demonstrated that clinker can be

partially replaced by this clay calcined at 750°C up to 10% and by the rice husk ash between 10 and 30% without damaging cement performance. This work thus highlights the potential of these local resources for production low-clinker cements, contributing to the reduction of the carbon footprint of the cement industry. Keywords: Portland cement, clinker, pozzolanic potential, clay, glass powder, rice husk ash.