

THESE DE DOCTORAT EN COTUTELLE

NANTES UNIVERSITE
UNIVERSITÉ DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE HOUARI BOUMEDIENNE

ECOLE DOCTORALE N° 602
Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes
Spécialité : Génie Civil

Par

Mahmoud Nacer-eddine HAMDADOU

Etude du comportement des matrices cimentaires à base des matériaux recyclés du jeune âge à long terme

Thèse présentée et soutenue à USTHB Alger, le 19 Décembre 2024

Unité de recherche : Nantes Université, ECN, CNRS, GeM, UMR 6183, F-44600 Saint- Nazaire, France
USTHB, Faculté Génie Civil, LBE, 16025 Alger, Algérie

Rapporteurs avant soutenance :

Abdelhak KACI
Othman OMIKRINE METALSSI

Maitre de conférences HDR
Chargé de recherche HDR

Université Cergy Pointoise
Université Gustave Eiffel

Composition du Jury :

Attention, en cas d'absence d'un des membres du Jury le jour de la soutenance, la composition du jury doit être revue pour s'assurer qu'elle est conforme et devra être répercutée sur la couverture de thèse

Président : Smail HADDADI

Professeur, Université des sciences et de la technologie
houari boumedienne

Dir. de thèse : Nordine LEKLOU
Co-dir. de thèse : Karima ARROUDJ

Professeur, Nantes Université
Professeure, Université des sciences et de
la technologie houari boumedienne

Autre membre : Khadra BENDJILLALI
Walid DEBOUCHA

Professeure, UAT Laghouat
Maitre de conférences, Université de Montpellier

Co-encadrant : François BIGNONNET
Invité : Harifidy RANAIVOMANANA

Maitre de conférences, Nantes Université
Maitre de conférences, Nantes Université

Titre : Étude du comportement des matrices cimentaires à base des matériaux recyclés du jeune âge à long terme.

Mots clés : poudre recyclée, hydratation, additions, modélisation multi échelle et ettringite différée

Résumé Le réchauffement climatique de la planète est un phénomène global caractérisé par une augmentation des températures due au gaz à effet de serre. Le secteur des bâtiments et travaux publics, par son utilisation intensive du béton, est un acteur majeur dans les émissions d'oxyde de carbone, ainsi que l'emploi des granulats naturels dans du béton amplifie l'épuisement des ressources naturelles non renouvelables et participe d'une façon ou autre dans le changement climatique. La préservation de l'environnement pour les générations futures nécessite une gestion durable des ressources naturelles et la réduction des émissions de gaz à effet de serre, ayant un impact direct sur le réchauffement climatique du globe terrestre. Dans ce contexte, ce travail est divisé en trois sections :

une étude expérimentale à court terme, ainsi que, à long terme, et une modélisation multi-échelle. La première partie vise à étudier l'impact de remplacement partiel du ciment portland par la poudre recyclée sur la cinétique d'hydratation, et l'influence de cette poudre sur les propriétés mécaniques et de transfert à court terme. La seconde partie concerne la modélisation micromécanique à l'échelle de la pâte de ciment et mortier, en adaptant un modèle existant dans la littérature avec certaines modifications afin de prendre en compte l'effet des additions. Enfin, la dernière section comprend une étude à long terme de l'impact de la poudre recyclée sur la durabilité des matériaux cimentaire, cas de la formation d'ettringite différée en utilisant deux ciments de type CEM I, un riche en aluminates et l'autre pauvre en aluminates.

Title: Study of the behaviour of cementitious matrices based on recycled materials, from early age to the long term.

Keywords : recycled powder, micromechanical modelling and formation of delayed ettringite

Abstract: Global warming is a worldwide phenomenon characterized by an increase in temperatures due to greenhouse gases. The construction and public works sector, through its intensive use of concrete, is a major contributor to carbon dioxide emissions. Furthermore, the use of natural aggregates in concrete amplifies the depletion of non-renewable natural resources and contributes to climate change. Preserving the environment for future generations requires sustainable management of natural resources and the reduction of greenhouse gas emissions, which have a direct impact on global warming. In this context, this work is divided into three sections: a short-term and long-term experimental study, as well as multi-scale micromechanical

modelling. The first part aims to study the impact of partially replacing Portland cement with recycled powder on the hydration kinetics, and the influence of this powder on short-term mechanical and transfer properties. The second part focuses on micromechanical modelling at the scale of cement paste and mortar, adapting an existing model in the literature with modifications to include the effect of additions. Finally, the last section includes a long-term study on the impact of recycled powder on the durability of cementitious materials, specifically studying the formation of delayed ettringite with two types of CEM I cements, one rich and the other poor in aluminates.