

No d'ordre : 541

THESE en COTUTELLE

présentée devant

**L'INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES
APPLIQUÉES DE TOULOUSE**

et

L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

en vue de l'obtention du

DOCTORAT INSA

et du

Ph.D. SCIENCES APPLIQUÉES

spécialité GÉNIE CIVIL

par

Martin CYR

CONTRIBUTION À LA CARACTÉRISATION DES FINES MINÉRALES ET À LA COMPRÉHENSION DE LEUR RÔLE JOUÉ DANS LE COMPORTEMENT RHÉOLOGIQUE DES MATRICES CIMENTAIRES

soutenue le 17 décembre 1999 devant la Commission d'examen :

MM. P.C. AÏTCIN	Rapporteur
<u>A. CARLES-GIBERGUES</u>	Examineur
F. de LARRARD	Rapporteur
C. LEGRAND	Examineur
J.P. OLLIVIER	Examineur
<u>A. TAGNIT-HAMOU</u>	Examineur
H. VAN DAMME	Rapporteur

Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions
INSA – UPS, Complexe Scientifique de Rangueil
135, Avenue de Rangueil
31077 Toulouse Cedex 4
FRANCE

Département de Génie Civil
Faculté de Génie - Université de Sherbrooke
2500 boul. Université
Sherbrooke (Québec)
CANADA J1K 2R1

Nom : **CYR**

Prénom : **Martin**

Titre de la thèse : **Contribution à la caractérisation des fines minérales et à la compréhension de leur rôle joué dans le comportement rhéologique des matrices cimentaires**

Nombre de pages : 273

Nature de la thèse : cotutelle entre l'INSA de Toulouse et l'Université de Sherbrooke (Québec)

Spécialité : génie civil

Laboratoire d'accueil : Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions (LMDC), Toulouse

Résumé :

L'objectif de ce travail est d'apporter une contribution à la compréhension des principaux mécanismes d'action des additions minérales incorporées dans les bétons.

L'utilisation de ces matériaux, couplés aux superplastifiants, a permis d'améliorer de façon significative la formulation des bétons ainsi que leurs propriétés mécaniques et de durabilité. Toutefois, afin d'en tirer le meilleur parti, il est nécessaire de connaître les caractéristiques de ces additions minérales et leur action sur les propriétés des bétons.

La première partie de la thèse approfondit deux aspects de la caractérisation des fines (quantification de la phase amorphe par diffraction des rayons X et granularité des fines par granulométrie laser) dans le but d'augmenter la confiance dans les résultats obtenus.

La deuxième partie met en évidence les effets de l'introduction de fines minérales sur le comportement rhéologique des pâtes de ciment puis élabore les premiers éléments permettant d'en comprendre les principaux mécanismes d'action. L'analyse des résultats montre que :

- les modifications des grandeurs rhéologiques (seuil de cisaillement et viscosité apparente) dépendent fortement des propriétés physico-chimiques des fines utilisées (surface spécifique, granularité, composition), particulièrement celles modifiant la compacité et les interactions entre les particules solides ;
 - le comportement rhéologique des pâtes n'est pas fondamentalement modifié par l'incorporation de fines minérales ainsi que par l'utilisation de la vibration, qui n'ont qu'une fonction d'amplification ou de réduction de phénomènes tel que le rhéoépaississement ; le superplastifiant présente toutefois un rôle primordial, puisque sa teneur croissante dans les mélanges entraîne le passage progressif d'un comportement rhéofluidifiant à un comportement rhéoépaississant.
-

Mots clés : Béton, Ciment, Fines minérales, Additions minérales, Caractérisation, Phase amorphe, Diffraction des rayons X, Granularité, Granulométrie laser, Rhéologie, Seuil de cisaillement, Viscosité, Comportement rhéoépaississant

Jury :

MM.	P.C. AÏTCIN	Rapporteur
	<u>A. CARLES-GIBERGUES</u>	Examineur
	F. de LARRARD	Rapporteur
	C. LEGRAND	Examineur
	J.P. OLLIVIER	Examineur
	<u>A. TAGNIT-HAMOU</u>	Examineur
	H. VAN DAMME	Rapporteur

Date et lieu de soutenance : vendredi 17 décembre 1999 à Toulouse

Dépôt à la bibliothèque universitaire en 4 exemplaires

Name : **CYR**

First Name : **Martin**

Subject : **Contribution to the characterisation of mineral additives and to the comprehension of their effect on the rheological behaviour of cementitious materials**

Summary :

The objective of this work is to contribute to the comprehension of the principal mechanisms of action of mineral additives used in concrete.

The use of mineral additives, coupled with superplasticizers, made it possible to significantly improve concrete mix design, concrete mechanical properties and durability.

The first part deepens two characteristics of mineral additives (determination of the amorphous phase content by X ray diffraction and particle size distribution by laser granulometry) in order to increase their level of confidence.

The second part highlights the effect of mineral additives on the rheological behaviour of cement pastes, then provides the first step in the way to understand their principal mechanisms of action. It is shown that:

- the modification of the rheological parameters (yield stress and apparent viscosity) depends on physicochemical properties of the materials used (specific area, particle size distribution, composition), particularly when these properties modify compactness and interactions between particles.

- the rheological behaviour of the pastes is not fundamentally modified by the use of mineral additives or by vibration, since these parameters only amplify or reduce the intensity of phenomenon like shear-thickening; on the contrary, superplasticizers have an important effect since their use leads to a gradual modification of the paste behaviour, which shifts from shear-thinning to shear-thickening.

Key-words : Concrete, Cement, Mineral additives, Characterization, Amorphous phase, X ray diffraction, Particle size distribution, Laser granulometry, Rheology, Yield stress, Viscosity, Shear thickening behaviour.

Jury :

Ms.	P.C. AÏTCIN	Reviewer
	<u>A. CARLES-GIBERGUES</u>	Examiner
	F. de LARRARD	Reviewer
	C. LEGRAND	Examiner
	J.P. OLLIVIER	Examiner
	<u>A. TAGNIT-HAMOU</u>	Examiner
	H. VAN DAMME	Reviewer

Date of defense act : Friday, december 17th 1999

Four copies are submitted to the University