



Impact de la carbonatation sur les bétons bas-ph

E. Kangni-Foli

► To cite this version:

E. Kangni-Foli. Impact de la carbonatation sur les bétons bas-ph. Journée des doctorants du DPC (2017), CEA, Jan 2017, Saclay, France. cea-02435090

HAL Id: cea-02435090

<https://cea.hal.science/cea-02435090>

Submitted on 10 Jan 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Impact de la carbonatation sur les bétons bas-pH

Encadrants CEA : Stéphane POYET
Patrick LE BESCOPE
Encadrants IRSN : Alexandre DAUZERES
Emilie L'HÔPITAL

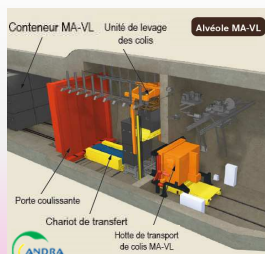
Ekoé KANGNI-FOLI

Début thèse : octobre 2016

Directeur de thèse : Jean-Baptiste d'ESPINOSE
Ecole doctorale : PSL-ED 397

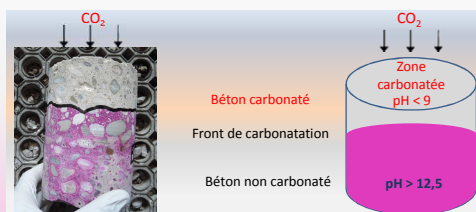
Contexte et objectifs

Béton bas-pH pour scellement d'alvéoles de stockage de déchets radioactifs MAVL



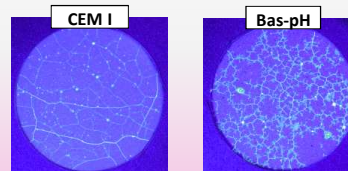
Carbonatation des bétons

- Diffusion du CO_2 à travers le béton carbonaté
- Formation de carbonate de calcium
- Décalkification des phases contenant du calcium



Propriétés des bétons bas-pH

- Béton avec ratio calcium/silicium (C/S) abaissé par ajout de silice
→ réduction du panache alcalin
- Pouvoir tampon bas-pH < CEM I car $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ $\searrow$
→ augmentation des propriétés de transport après carbonatation
→ effet accru de la carbonatation = taux de fissuration $\nearrow$



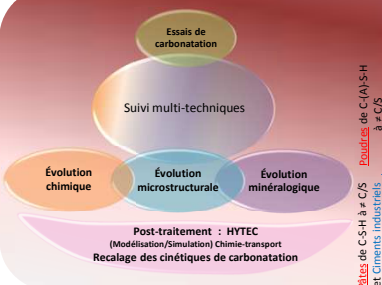
Pâtes imprégnées
résine fluorescente
Auroy et al. (2015)
Cem. Concr. Res. 74, 44-58

Durabilité béton bas-pH ? $\longleftrightarrow$ étude des évolutions chimiques, minéralogiques, microstructurales et macroscopiques induites par la carbonatation
Mise en évidence de la cinétique de carbonatation $\longleftrightarrow$

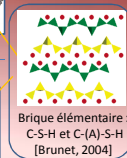
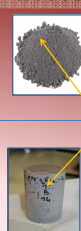
Démarche

Analyses multi-échelles

Étude de l'évolution de la brique élémentaire : C-(A)-S-H

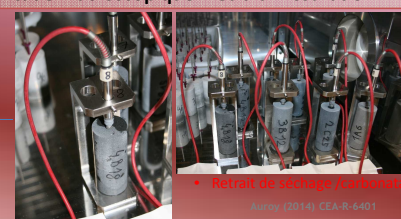


Pâtes de C-S-H à x C/S
et Ciments industriels



- Accès à l'état ultime de carbonatation
- Représentativité de la carbonatation accélérée/naturelle
- Influence du rapport C/S
- modifications induites par la carbonatation
- Extraction des cinétiques de carbonatation
- Influence du rapport C/S
- Représentativité de la carbonatation accélérée/naturelle
- Portabilité des résultats de pâtes de ciment modèles avec mélanges bas-pH (ciments industriels)

Étude macroscopique : retrait - fissuration



Moyens mis en œuvre

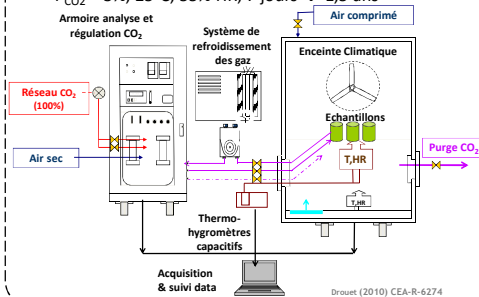
Echantillons : synthèse sous atmosphère contrôlée

C-S-H				C-A-S-H				Pâtes Bas-pH industriels	
C/S	C/S + nanosilice	C-S-H de synthèse		C-A-S-H de synthèse		50% CEM III/A Romab 50% fumée de silice		50% CEM I Le Teil 50% fumée de silice	
Massif		Pulvérulent		Massif					
C/S	1,5-3	1,4	0,95	0,8	1,40	0,95	0,8	0,8	
A/S	0,4-0,6	0,4-0,6	0,4-0,6	0,4-0,6	50			0,1	
E/L								0,4-0,6	

Complexité minéralogique des matériaux

Dispositif de carbonatation accélérée et conditions

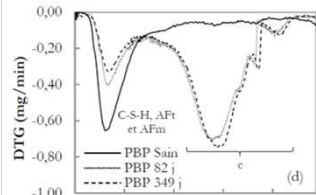
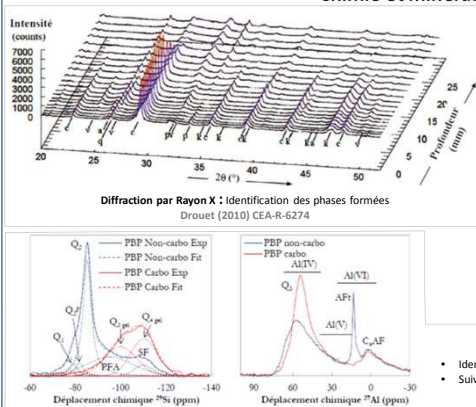
- $\text{P}_{\text{CO}_2} = 3\%$, 25°C , 55% HR, 7 jours $\rightarrow$ 1,5 ans



Suivi multi-techniques

- RMN ^{29}Si + ^{27}Al $\rightarrow$ sonde de la structure des C-S-H / C-A-S-H
- DRX / ATG $\rightarrow$ identification & quantification des phases
- Tomographie X / autoradiographie ^{14}C $\rightarrow$ sonde d'évolution de la microstructure
- (...)
- Modélisation / simulation (HYTEC) $\rightarrow$ évaluation des cinétiques chimiques par analyse inverse

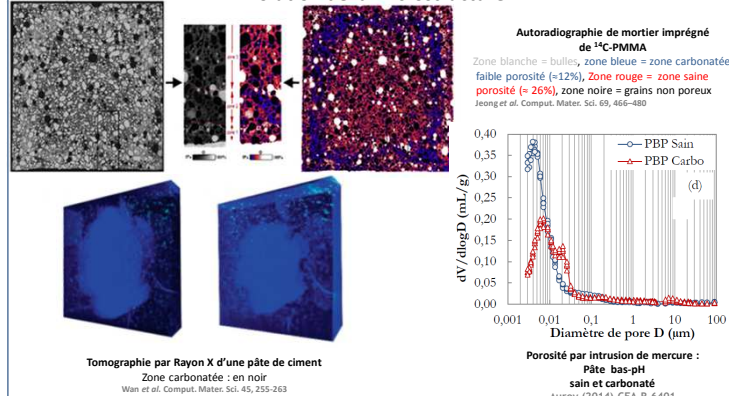
Chimie et minéralogie



Analyse Thermo Gravimétrique :
Quantification des phases formées
Auroy (2014) CEA-R-6401

Résonance Magnétique Nucléaire
Identification/quantification des produits de carbonatation
Suivi de dégradation des C-(A)-S-H
Auroy (2014) CEA-R-6401

Évolution de la microstructure



Collaborations

Jean-Baptiste d'ESPINOSE
SIMM

Alexandre DAUZERES & Émilie L'HÔPITAL
SRTG-LETIS

Thibault CHARPENTIER
DRF/IRAMIS/NIMBE/LSDRM

Marja Siitari-Kauppi
Département de chimie

