



**HAL**  
open science

## Apport de la diffraction des rayons X pour la compréhension de la structure des C-S-H

Sylvain Grangeon, Francis Claret

► **To cite this version:**

Sylvain Grangeon, Francis Claret. Apport de la diffraction des rayons X pour la compréhension de la structure des C-S-H. 14ème colloque du Groupe Français des Argiles, May 2016, Poitiers, France. hal-01297791

**HAL Id: hal-01297791**

**<https://brgm.hal.science/hal-01297791v1>**

Submitted on 4 Apr 2016

**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.

# Apport de la diffraction des rayons X pour la compréhension de la structure des C- S- H

S. Grangeon<sup>1</sup> & F. Claret<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bureau de recherche géologique et Minière, D3E/SVP, 3 avenue Claude Guillemin BP  
36009, 45060 Orléans, France  
Courriel : [f.claret@brgm.fr](mailto:f.claret@brgm.fr)

Depuis plus de 70 ans [1], la modélisation des diffractogrammes de rayons X a été utilisée avec succès afin de décrire les systèmes micro-divisés possédant une structure lamellaire et ayant une variété de défauts structuraux. Parmi ces systèmes, le noir de carbone et les minéraux argileux ont été étudiés en détail, mais d'autres comme les oxydes de fer et de manganèse peuvent être décrits en utilisant un formalisme mathématique identique.

De manière assez surprenante, et alors que l'analogie entre minéraux argileux et les silicates de calcium hydratés nanocristallins (C-S-H) a été évoquée très tôt dans la littérature [2], ce formalisme mathématique n'avait pas encore été transposé à l'étude structurale de C-S-H. De fait, pour l'heure, notre compréhension de la structure des C-S-H repose essentiellement sur des méthodes spectroscopiques (RMN, IR, EXAFS, etc.) très efficaces pour sonder l'ordre et/ou le désordre local. D'un autre côté la diffraction des rayons X permet de caractériser, à plus grande distance, la distribution de défauts ponctuels, leurs nature, leurs localisations et leurs interactions dans le solide [3-5], et est donc très complémentaire des méthodes spectroscopiques.

Bien que les C-S-H soient souvent décrits comme "amorphe vis-à-vis de la diffraction" nous démontrons ici que la diffraction des rayons X est un outil puissant pour sonder et comprendre leur structure, et ce nonobstant leur très faible taille (typiquement 10-50 nm). Nous débattons, notamment à l'aube des résultats obtenus en modélisant des diffractogrammes expérimentaux ou calculés de manière prédictive, de (i) la similitude entre la structure des C-S-H et celles d'une jennite ou d'une tobermorite, (ii) les phénomènes d'interstratification dans les C-S-H, (iii) la cohérence des observations faites en diffraction en regard d'autres techniques couramment utilisées comme la RMN.

## Références :

- [1] Warren B.E. (1941) X-Ray Diffraction in Random Layer Lattices. *Physical Review*, **59**, 693.
- [2] Taylor H.F.W. & Howison J.W. (1956) Relationships Between Calcium Silicates and Clay Minerals. *Clay Minerals*, **3**, 98-111.
- [3] Grangeon S., Claret F., Linard Y. & Chiaberge C. (2013) X-ray diffraction: a powerful tool to probe and understand the structure of nanocrystalline calcium silicate hydrates. *Acta Crystallographica Section B-Structural Science*, **B69**, 465-473.
- [4] Grangeon S., Claret F., Lerouge C., Warmont F., Sato T., Anraku S., Numako C., Linard Y. & Lanson B. (2013) On the nature of structural disorder in calcium silicate hydrates with a calcium/silicon ratio similar to tobermorite. *Cement and Concrete Research*, **52**, 31-37.
- [5] Grangeon S., Claret F., Roosz C., Sato T., Gaboreau S. & Linard Y. (Accepted) Structure of nanocrystalline calcium silicate hydrates: insights from X-ray diffraction, synchrotron X-ray absorption and nuclear magnetic resonance. *Journal of Applied Crystallography*.