

20.12.2012 - 08:05 Uhr

Le secret de l'empilement des nanoparticules du ciment / Science des matériaux

Bern (ots) -

La production de ciment est responsable de 5% des émissions de dioxyde de carbone. Développer un ciment «vert», plus durable, passe par une étude très poussée du ciment Portland traditionnel afin de comprendre les raisons de sa solidité légendaire. Une tâche à laquelle s'est attelée une équipe de chercheurs partiellement financée par le Fonds national suisse (FNS).

La mise au point du ciment fut affaire d'essais et d'erreurs, d'expériences accumulées, pour finalement parvenir à la recette du ciment Portland, le plus courant de tous. "Il doit son succès à deux éléments, explique Emanuela Del Gado, professeure boursière du FNS à l'Institut de matériaux pour la construction de l'ETHZ: sa légendaire solidité et la facilité d'accès aux éléments qui le constituent."

5% des émissions de dioxyde de carbone Revers de la médaille: sa production nécessite encore et toujours de brûler du carbonate de calcium. Cette opération est responsable d'environ 5% des émissions totales de dioxyde de carbone, ce qui équivaut aux émissions de la seule Inde pour l'année 2007. Mais qui souhaite changer la recette et faire un ciment plus durable devra satisfaire exigences de solidité et d'accès aux matières premières.

En raison de l'enjeu majeur que représente l'impact écologique de la production du ciment, plusieurs équipes de recherche dans le monde travaillent à comprendre pourquoi cette poudre mélangée à de l'eau forme ce gel qui, une fois sec, se révèle si solide.

Différences de densité à l'échelle nanométrique Des chercheurs du Massachusetts Institute of Technology (MIT) ont concentré leurs efforts sur l'étude du comportement de ce matériau à l'échelle nanométrique. Dans leur enquête, ils ont notamment utilisé un instrument capable de réaliser un stress mécanique à un niveau submicrométrique. Ils ont alors découvert qu'à cette échelle, le ciment affiche des différences de densité assez importantes d'un point de mesure à l'autre. Restait à savoir pourquoi.

C'est là qu'entre en scène Emanuela Del Gado. Cette physicienne avoue un intérêt tout particulier pour les matériaux amorphes, dont les composants s'associent de façon désordonnée. Et ce qui l'intéresse tout particulièrement, c'est de les étudier au niveau nanoscopique. "C'est à cette échelle, et non à l'échelle atomique, que se révèlent certaines propriétés des matériaux. C'est le cas du silicate de calcium hydraté, un composant majeur du ciment puisqu'il est ce gel qui va permettre la prise" explique-t-elle.

Un empilement de particules de tailles différentes Les chercheurs ont tout d'abord développé des modèles physiques d'empilement de nanoparticules de silicate de calcium hydraté puis développé une méthode pour observer leur mise en place par précipitation grâce à des simulations numériques. L'approche a porté ses fruits (*). "Nous avons montré que les différences de densité dans l'organisation nanométrique peuvent s'expliquer par des empilements de nanoparticules de différentes tailles. Cela permet d'atteindre, à cette échelle cruciale, une solidité du matériau plus importante que si les particules étaient de taille identique, un peu de la même façon dont, à l'échelle macroscopique, on sait depuis toujours mélanger des agrégats de taille très différentes pour faire du béton plus résistant."

Jusqu'ici, les tentatives de réduire et/ou de remplacer partiellement le carbonate de calcium brûlé lors de la production de ciment se sont traduites par une diminution de la solidité de ce dernier. Mieux comprendre les mécanismes de sa formation à l'échelle nanométrique permet de déterminer plus précisément les paramètres physiques et chimiques de nature à améliorer son bilan carbone sans faire de concession à sa résistance.

(*)E. Masoero, E. Del Gado, R. J.-M. Pellenq, F.-J. Ulm, and S. Yip (2012). Nanostructure and Nanomechanics of Cement: Polydisperse Colloidal Packing. *Physical Review Letters*. DOI: 10.1103/PhysRevLett.109.155503 (disponible au format PDF auprès du FNS; e-mail: com@snf.ch)

Le texte de ce communiqué est disponible sur le site Internet du Fonds national suisse: www.fns.ch > Médias > Communiqués de presse

Contact:

Prof. Dr. Emanuela Del Gado
Institut für Baustoffe
ETH Zürich
CH-8093 Zürich
Tél.: +41 44 633 37 44
e-mail: delgado@ifb.baug.ethz.ch