

Zeitschrift: Tracés : bulletin technique de la Suisse romande
Herausgeber: Société suisse des ingénieurs et des architectes
Band: 137 (2011)
Heft: 12: Béton mon amour

Artikel: Une fauss réputation
Autor: Scrivener, Karen / Perret, Jacques / Poel, Cedric van der
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-154198>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Une fausse réputation

Lorsqu'on évoque le béton, les ingénieurs ont plus tendance à penser à la section de génie civil qu'à celle des matériaux. Mais depuis près de dix ans Karen Scrivener œuvre au Laboratoire des Matériaux de Construction (LMC) de l'EPFL : elle mène des recherches sur la formulation des bétons et des ciments dont les résultats concernent très directement tous les acteurs de la construction.

TRACÉS: En quoi vos recherches sur le béton se distinguent-elles de celles menées en génie civil, voire en architecture?

Karen Scrivener: Je pense que c'est assez simple de distinguer nos activités, dans le sens que nous travaillons selon des perspectives complémentaires. En simplifiant, on peut dire que nous nous intéressons à la façon de fabriquer du béton, alors que les ingénieurs civils ou les architectes veulent surtout pouvoir l'utiliser.

Nos activités se caractérisent notamment par le fait que nous étudions les réactions chimiques qui ont lieu lors des différentes étapes de fabrication du béton et de ses composants. Nous cherchons dès lors à identifier l'incidence de certains processus ou de certains composants sur les caractéristiques mécaniques ou environnementales des bétons.

Le lien avec les ingénieurs se fait au niveau des propriétés des matériaux : ils ont besoin de disposer de bétons ayant des propriétés mécaniques, de mise en place ou de durabilité à partir desquelles ils peuvent réaliser des constructions.

T.: Le béton est souvent décrié en matière environnementale : est-ce justifié?

K.S.: C'est vrai, le béton a une mauvaise réputation. Elle est selon moi en grande partie due à ce qu'on appelle le « bétonnage du territoire ». Mais j'aimerais dire haut et fort que ce n'est pas le béton qui est à l'origine des agressions que subit le territoire, mais bien le désir des gens de l'occuper toujours plus. Énergétiquement parlant, si notre volonté est de construire, le faire avec du béton n'est pas la façon la plus bête de le faire.

Ce qu'il faut aussi signaler, c'est que le béton est de loin le matériau le plus utilisé et le plus économique dans le monde. Au niveau planétaire, la production de béton est près de dix fois supérieure à celle de tous les autres matériaux ensemble. Avec la forte progression de la demande enregistrée ces derniers temps – notamment en Chine et en Inde –, on produit chaque année presque 1,5 m³ de béton par personne.

Dès lors, lorsqu'on parle d'impact écologique du béton, il faut être conscient que ce ne sont pas les propriétés du béton qui posent un problème, mais la quantité produite. Trop de gens ignorent que l'impact écologique du béton par kilo de matériau est très bon. Une étude a été menée pour établir les « coûts » énergétiques et ceux en CO₂ des principaux matériaux de construction, et c'est le béton qui présente le meilleur bilan. Il est par exemple meilleur que le



bois, qui nécessite des traitements chimiques pour ne pas se dégrader. L'immense volume de béton utilisé aujourd'hui est responsable de 5-8 % de la production du CO₂ générée par l'homme. Une réduction de 1% des émissions de CO₂ associées au béton aurait le même impact qu'une réduction de 100 % des émissions de CO₂ la production du fer. La marge de progression est donc très importante.

Bien évidemment, il existe d'autres matériaux intéressants d'un point de vue environnemental, comme la terre battue. Mais on a montré que le recours à cette méthode dans les pays émergents n'est pas dépourvu d'inconvénients : par exemple, les maisons en pisé construites en Inde le sont parfois avec de la terre qui devrait plutôt être dédiée à l'agriculture. Dans les régions urbaines, la largeur de leurs murs pose également problème. C'est donc une alternative intéressante, mais limitée à des usages et des régions spécifiques.

T: Il s'agit donc pour vous d'abord d'un problème de quantité?

K.S. : Selon certaines projections, dans quarante ans, la production de béton devra doubler par rapport à aujourd'hui, ceci pour faire face à une demande qui provient évidemment des pays en développement. C'est un matériau bon marché, facile à produire et à transporter ; il est donc idéal pour des régions (encore) économiquement précaires. Dans les pays industrialisés, la demande est par contre plus ou moins stable. Le principal défi pour l'industrie cimentière est donc plus de limiter l'impact environnemental lié à la croissance constante de la demande, que de savoir comment répondre à cette dernière. Le béton étant fabriqué à partir des principaux éléments qui forment la croûte terrestre – constituée à plus de 98 % des huit éléments que sont l'oxygène, le silicium, l'aluminium, le fer, le calcium, le sodium, le potassium et le magnésium – les matières premières nécessaires à sa production sont disponibles partout et en quantité quasiment inépuisable. Contrairement à bien d'autres matériaux, le béton ne risque pas d'être l'objet d'une crise des matières premières.

T: Face à de telles perspectives, que faut-il faire?

K.S. : On le sait depuis longtemps : pour réduire l'impact écologique du béton, il faut d'abord s'intéresser à la production du ciment qui est responsable de l'essentiel des nuisances : la production d'une tonne de ciment engendre entre 650 et 900 kg de CO₂ et 40 % des émissions proviennent du combustible utilisé dans les cimenteries. Avec des rendements de l'ordre de 80 % (notamment par la réutilisation de la chaleur dans des systèmes de chauffage à distance), l'industrie cimentière a déjà passablement œuvré

pour réduire les émissions liées aux combustibles. De plus, elle contribue aussi à l'élimination d'une grande quantité de déchets dont on ne saurait que faire, comme les huiles usagées ou les pneus.

Dans la chaîne de production du ciment, l'essentiel des nuisances tient à la fabrication de son principal composant : le clinker. Le ciment traditionnel est composé de 95% de clinker et 5% de gypse. Le clinker est obtenu en chauffant la roche calcaire (CaCO₃) à environ 1 450°C pour qu'elle se décompose en oxyde de calcium (CaO) et en gaz carbonique (CO₂) (voir fig. 2, p. 12). Il est dès lors logique de chercher à réduire sa teneur dans la composition des ciments. C'est pour cela qu'on cherche depuis plusieurs années déjà des substituants suffisamment réactifs pour pouvoir diminuer la quantité de clinker nécessaire à la production de ciments efficaces. Aujourd'hui, de nombreux produits atteignent des taux de substitution de l'ordre de 30 %. Mais il semblerait qu'on arrive à une limite due d'une part à des problèmes de résistance à jeune âge, mais surtout à des questions de disponibilité des produits de substitution.

T: Quels sont les substituants disponibles actuellement?

K.S. : Pour l'instant les substituants utilisés sont principalement les cendres volantes et les laitiers. Le calcaire seul est un autre substituant intéressant, notamment pour la Suisse qui n'a ni cendres volantes, ni laitiers¹. Au niveau des propriétés, la plupart des substituants conduisent à la fabrication de bétons plus denses et durables. En revanche, comme ils sont moins réactifs, le temps nécessaire au durcissement est accru ce qui augmente le risque de défaut de fabrication. On a été jusqu'à des taux de substitution de l'ordre de 60 %, mais le béton obtenu est plus sensible à la carbonatation (fig. 1), un phénomène qui réduit l'alcalinité censée protéger les armatures du béton armé.

Une autre difficulté avec les substituants tient au fait que leur production est souvent très localisée. Leur utilisation implique des transports qui risquent de faire perdre l'entier des avantages écologiques escomptés. Il faut donc envisager de diversifier les matériaux pouvant remplacer le clinker en maîtrisant une panoplie de solutions aussi large que possible.

Nous y travaillons justement, notamment par un projet dédié à l'utilisation d'argiles calcinées. Elles sont particulièrement intéressantes, car elles sont disponibles en grande quantité dans le monde entier. On peut même penser à des solutions dans lesquelles on utiliserait la chaleur générée par le four à ciment pour calciner les argiles (voir article p. 11).

¹ Le laitier est un sous-produit de la métallurgie contenant principalement des silicates, des aluminates et de la chaux.

Fig. 2 : Structure du béton au niveau microscopique

Fig. 3 : Graffiti sur un mur en béton dans l'Ouest lausannois (Photo AHO)

(Sauf mention, les documents illustrant cet article ont été fournis par les auteurs)

T : Quels sont vos liens avec l'industrie ?

K.S. : Ils sont pour moi essentiels. La façon dont je collabore avec l'industrie a été fortement conditionnée par mon parcours professionnel. J'ai commencé ma carrière universitaire à l'Imperial College de Londres, où j'ai rapidement été étonnée – et déçue – par le manque de lien entre mon travail et les impératifs du terrain. J'ai donc quitté l'université pour travailler pendant six ans dans l'industrie cimentière. J'ai pu constater que les producteurs investissent peu dans la recherche fondamentale : ils travaillent principalement sur des adaptations, se focalisent sur des choses extrêmement appliquées, mais négligent souvent et beaucoup trop les bases. Ainsi, lorsque j'ai été nommée à l'EPFL, il m'a semblé impératif de resserrer les liens entre la recherche fondamentale et les préoccupations de l'industrie cimentière. J'ai donc mis sur pied en 2002 *nanocem* (*The industrial-academic research network on cement and concrete*), un réseau qui comprend 24 partenaires académiques et 15 entreprises. L'idée est de rassembler les fonds engagés par les industries pour financer la recherche fondamentale. Aujourd'hui, grâce à *nanocem*, plus de 120 chercheurs travaillent sur 50 projets environ. On tente par exemple d'améliorer la compréhension des dégradations du béton à long terme. Elles sont principalement dues à la circulation de l'eau et des ions dans le béton, des phénomènes dont il importe de comprendre le fonctionnement chimique. Il est important de comprendre comment va se comporter un bâtiment 100 ans après sa construction. C'est ainsi que 15 thèses financées par l'UE cherchent à savoir comment les produits qui ne sont pas encore sur le marché (nouveaux clinkers, substituants, etc.) se comportent à long terme. En combinant d'une part des analyses micro-structurelles (fig. 2) et d'autre part des modélisations jusqu'à l'échelle atomique, ils essaient de mettre en évidence des phénomènes qui ne dépendent pas des spécificités du composant choisi (on parle de relations génériques). Une telle démarche peut par exemple nous conduire à mieux comprendre comment l'eau circule à l'intérieur des matériaux et quelles peuvent être les réactions liées à ces circulations.

Pour en revenir au lien avec les entreprises du domaine, l'industrie du ciment n'a plus le choix. Elle doit travailler, tant d'un point de vue économique que public, dans le sens du développement durable. C'est donc une évidence que les mondes académique et industriel doivent travailler ensemble pour trouver des solutions adéquates et efficaces.

Karen Scrivener, professeure et directrice du laboratoire
Laboratoire des Matériaux de Construction (LMC-EPFL)
EPFL STI IMX LMC, Station 12, CH-1015 Lausanne

Propos recueillis par Jacques Perret et Cedric van der Poel

