

Les industriels à la recherche d'alternatives au clinker, ingrédient peu connu mais très polluant du ciment

Face à l'urgence climatique, les industriels du ciment innovent pour se décarboner. Pour gagner des parts de marché, les ciments alternatifs doivent encore surmonter certaines limites techniques et économiques.



*Le futur CHU de Nantes, construit avec du ciment 100% bas carbone.
Crédits photo: Morgane Anneix et Juliette Laffont.*

MORGANE ANNEIX ET JULIETTE LAFFONT

Les athlètes n'y verront sans doute rien. Et pourtant, pas moins de 3000 tonnes de CO₂ ont été évitées pour construire le village olympique qui les accueillera cet été. Si le ciment n'a pas disparu, n'en déplaise au grand méchant loup, il s'est largement verdi de l'intérieur, tout en restant gris à l'extérieur.

Alors que la production de ciment est responsable de 7% des émissions mondiales – soit trois fois plus que l'ensemble des vols commerciaux –, les constructeurs ont revu la recette en jouant sur le taux de clinker, l'ingrédient clé et très polluant du ciment.

A lui seul, le clinker, qui se présente sous forme de nodules gris métalliques ensuite broyées, pèse pour environ 90% des émissions du ciment.

Concrètement, on obtient du clinker en portant un mélange d'argile et de calcaire dans des fours à 1450 degrés, souvent alimentés aux énergies fossiles. Problème: lors de cette opération, le calcaire chauffé rejette énormément de CO₂.

« Cette réaction chimique, la décarbonatation, est impossible à éviter si on fabrique du clinker classique », explique Eric Bergé, chef de projet industrie lourde au think tank climat The Shift Project. Or, cette décarbonatation est responsable de deux tiers des émissions liées au clinker.

Seule alternative donc: réduire le taux de clinker, voire s'en passer totalement, pour fabriquer de nouveaux ciments moins carbonés.

L'industrie du ciment commence doucement à prendre le tournant, sous l'effet d'une prise de conscience des enjeux et de l'évolution réglementaire depuis 2022 - avec la réglementation RE2020 renforçant les exigences pour la construction neuve ou la norme EN-197-5 autorisant la mise sur le marché d'une nouvelle génération de ciments moins carbonés.

DES ALTERNATIVES PROMETTEUSES

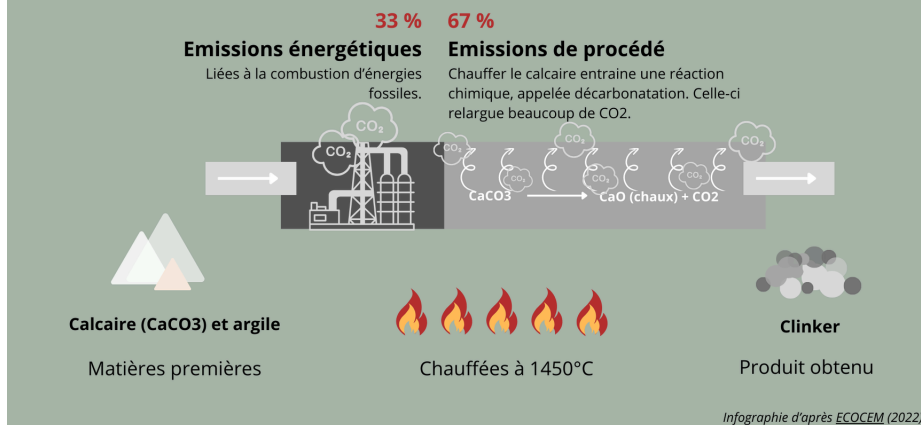
Côté grands industriels, l'accent est mis sur la réduction du taux de clinker dans le ciment. Nombre d'entre eux ont ainsi développé une gamme de ciments dits ternaires, à l'intensité carbone moindre, puisque composés de deux ingrédients autres que le clinker: souvent, des déchets issus de la sidérurgie ou du charbon.

Autorisés à la vente depuis fin 2022, ils comptent désormais pour 12% de l'offre chez le poids lourd du ciment Lafarge, et 30% chez Vinci Construction, et permettent une réduction d'empreinte carbone de l'ordre de 40 à 55% par rapport aux ciments classiques.

Côté startups, certaines ont pris le pari de se passer totalement du clinker et de proposer une alternative disruptive au ciment classique.

Dans les Landes, l'entreprise Materrup fabrique du ciment sans clinker, à base d'argile crue. L'absence de calcaire dans la composition permet d'éviter une réaction chimique polluante. C'est donc en réagissant à froid avec un précurseur et un activateur, que l'argile crue se transforme en ciment.

L'empreinte carbone du clinker



Grâce à sa proximité avec une carrière d'argile, la startup peut approvisionner en circuit court les entreprises alentour. Son produit émet moitié moins de CO₂ par rapport à un ciment classique, mais reste plus cher, « de quelques pour cent » selon Materrup.

Un peu plus au nord, en Vendée, une autre startup, Hoffmann Green, a quant à elle développé quatre ciments sans clinker, composés à plus de 80% de laitier des hauts fourneaux, un déchet issu de la fonte d'acier.

« Le laitier est solidifié par le biais d'activateurs. Le processus de fabrication du ciment s'effectue ainsi entièrement à froid, sans utilisation de four, explique le directeur d'exploitation Stéphane Pierronnet, ce qui permet de diviser son empreinte carbone par cinq, par rapport à un ciment classique ».

DES LIMITES TECHNIQUES ET ÉCONOMIQUES

Depuis deux ans, le cimentier multiplie les partenariats et a entre autres noué avec Bouygues Immobilier, en mai 2022, un accord portant sur une dizaine de projets. Mais pour l'heure, sa capacité de production de ciment – environ 300 000 tonnes – reste bien loin des 17 millions de tonnes produites en France chaque année.

Le contexte d'inflation énergétique semble néanmoins jouer en faveur d'Hoffmann, en rendant son ciment conçu à froid plus compétitif. Alors qu'ils étaient deux fois plus chers que les ciments traditionnels il y a cinq ans, la différence n'est plus que de 30% pour les gammes vendues aux industriels, et est quasi nulle pour celles vendues aux particuliers.

Plusieurs bémols concernant les ciments alternatifs, et en particulier ceux à base de laitier, sont néanmoins à anticiper, alors que les cimentiers européens, regroupés au sein de l'association Cembureau, visent de baisser le taux de clinker de 77% à 60% d'ici 2050.

« Pour faire cette transition, par rapport à la taille du marché européen, les besoins sont de l'ordre de 66 millions de tonnes de matériaux alternatifs au clinker par an, souligne Emmanuel Brutin, directeur des affaires publiques au Cembureau. C'est significatif ! »

Alors que les besoins en coproduits sont considérables, le laitier des hauts fourneaux pourrait bien venir à manquer d'ici quelques décennies, puisque les modes de production de l'acier évoluent eux aussi pour se décarboner.

A l'Université de Cambridge, des chercheurs ont imaginé une méthode pour y pallier. Leur proposition ? S'appuyer sur le laitier issu de la production d'acier dans les fours à arc électriques, nettement moins polluants que les hauts fourneaux traditionnels. « Notre idée est de co-produire l'acier et le ciment », résume Cyrille Dunant, chercheur sur le projet Cambridge Electric Cement.

Les premiers essais à échelle industrielle prévus fin juin devraient permettre d'évaluer la viabilité de cette technique, supposée diviser par quatre les émissions du ciment. Mais les fours à arc ne représentant encore que 6% de la production d'acier mondiale, cela impliquerait d'abord d'accroître leur nombre.

LA COMPTABILITÉ CARBONE, UN ANGLE MORT ?

Enfin, le mode de calcul des émissions du ciment alternatif est sujet à controverse. Certains experts pointent des angles morts, notamment une mauvaise prise en compte de l'impact environnemental de co-produits d'industries lourdes, comme le laitier.

« Aujourd'hui, si 10% des revenus de la vente d'acier sont liés au laitier, le laitier est considéré responsable de 10% des émissions de la production d'acier », explique Perrine Gilles, du cabinet de comptabilité carbone Inuk, déplorant une méthode « qui grossit le nombre d'émissions évitées ».

Inuk a donc travaillé à l'élaboration de deux autres méthodes, fondées sur la masse ou le nombre d'unités d'acier et de laitier, plutôt que sur leur prix. « La bonne nouvelle, c'est que même en se fiant à ces hypothèses plus conservatrices, le ciment avec moins ou pas de clinker reste quand même nettement moins émetteur », conclut-elle.