



HAL
open science

BARBE, un béton bas carbone pour la transition environnementale dans le domaine du bâtiment

Jules Gombault, Laurent Molez

► **To cite this version:**

Jules Gombault, Laurent Molez. BARBE, un béton bas carbone pour la transition environnementale dans le domaine du bâtiment. *Interface*, 2023, 148, pp.28-30. hal-04264158

HAL Id: hal-04264158

<https://hal.science/hal-04264158v1>

Submitted on 30 Oct 2023

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.

Copyright



Jules GOMBAULT
(RE-GCU 2022)

Doctorant CIFRE / Ingénieur
de recherche
Laboratoire GCGM / SCOBAT



Laurent MOLEZ

Maître de Conférences à
l'INSA Rennes, département
Génie Civil et Urbain,
Laboratoire Génie Civil
et Génie Mécanique, axe
« Matériaux pour l'éco-
construction »

BARBE, UN BÉTON BAS CARBONE POUR LA TRANSITION ENVIRONNEMENTALE DANS LE DOMAINE DU BÂTIMENT

BARBE pour Béton d'Argile Revalorisée Banché Environnemental

- Argile Revalorisée, pour l'utilisation de fine de lavage de granulats, déchets des exploitations de carrière.
- Banché, pour la mise en œuvre coulée qui est semblable à celle d'un béton de ciment banché classique.
- Environnemental, pour le faible impact du matériau en termes d'émission de GES

Genèse du projet

Bien qu'elle ait déjà réduit ses émissions de 34 % depuis 1990, la filière « matériaux de construction » représente encore 23 % des émissions totales de l'industrie, soit 18,4 MtCO₂eq dont 10,7 MtCO₂eq pour la production de ciment d'après le Conseil National de l'Industrie¹. En France de nouvelles lois et réglementations entrent en vigueur (pour répondre à un objectif national de zéro émission nette en 2050), notamment la réglementation environnementale 2020 (RE2020). Cette nouvelle réglementation prend en compte l'impact environnemental des matériaux et des procédés de construction. Cela requiert de mener des études ACV (Analyse du Cycle de Vie) sur tous les éléments composant les bâtiments. Dans les dix ans à venir, les seuils à ne pas dépasser en termes d'impact carbone vont être de plus en plus exigeants et vont demander l'emploi de matériaux de plus en plus décarbonés.

Enfin, le cours des matières premières importées ne cesse d'augmenter selon l'INSEE². Le secteur de la construction n'échappe pas à l'augmentation des prix des matières premières. À cela, s'ajoutent des difficultés d'approvisionnement avec des temps de livraison qui s'allongent.

Il apparaît que l'utilisation d'un matériau géosourcé, comme la terre crue, allié avec une stabilisation comportant une très faible proportion de clinker, peut être une solution technique viable. De plus, si ce matériau est formulé pour obtenir des résistances suffisantes et employé selon la doctrine « bon matériau au bon endroit », il peut grandement participer à la décarbonation de la filière. La terre crue est un matériau de construction ancestral. Elle présente des avantages comme une bonne inertie thermique ou une régulation hydrique naturelle. De nos jours, la terre crue est toujours

utilisée dans nos constructions, mais son utilisation demeure néanmoins marginale et a un coût élevé, notamment du fait du temps de mise en œuvre et de séchage.

C'est dans ce contexte que la SCOBAT a eu la volonté de réaliser des murs avec un béton d'argiles coulé (ou banché), c'est-à-dire mis en œuvre avec les technologies qu'elle maîtrise et en gardant le savoir-faire de ses coffreurs/bancheurs. L'entreprise s'est tournée vers le laboratoire GCGM de l'INSA Rennes pour étudier la faisabilité d'une telle solution. En effet le laboratoire travaille depuis plusieurs années sur les matériaux bio et géo-sourcés selon des approches expérimentales et numériques.

Les recherches pour aboutir au BARBE

La première étape a été de trouver un gisement de terre pour ce matériau. Dès le départ, le choix a été de ne pas utiliser des terres excavées, mais de prendre des fines de lavage de carrière,



Mur prototype en BARBE à l'échelle 1

1. ADEME, « Déchets chiffres-clés : L'essentiel 2021 », déc. 2021

2. INSEE, « Prix du pétrole et des matières premières importées - février 2022 », 68, mars 2022.

qui sont des déchets de la production de granulats et qui comportent une fraction argileuse conséquente (phase liante de la terre crue). Aujourd'hui, cette matière première ultra-abondante n'est pas revalorisée. De plus, les caractérisations menées en laboratoire ont démontré une homogénéité dans le temps du gisement étudié.



Bassin de décantation où sont stockées les fines de lavage de carrière

Les recherches ont commencé avec un stage de 4^e année que Jules a effectué dans le cadre de son cursus à l'INSA Rennes. À l'issue de ces 4 mois de stage, la faisabilité du projet a été démontrée avec le coulage d'un mur prototype à l'échelle 1 décoffré en 24 heures. Un contrat de professionnalisation en 5^e année a permis à Jules de poursuivre ses recherches sur le matériau en parallèle de sa formation d'ingénieur.

Ce projet de recherche présente une innovation sur la formulation du matériau permettant de couler un matériau argileux par nature très collant. Ce procédé nécessite dans un premier temps de fluidifier les argiles grâce à une étude de la rhéologie des bétons, accompagnée d'une optimisation de l'adjuvantation.

Dans un second temps, il est nécessaire de stabiliser le matériau avec un liant hydraulique afin de permettre un temps de décoffrage du mur acceptable et une meilleure durabilité, à l'eau notamment. Au regard des objectifs de réduction d'émission carbone, il a semblé pertinent d'utiliser un liant avec un impact CO₂ faible. C'est pourquoi un liant « bas carbone » a été formulé en laboratoire. Toujours dans une volonté de revalorisation d'un maximum de déchets de construction, le liant comporte du gypse issu à 100 % de plaques de plâtre recyclées.



Mesure du module d'élasticité du BARBE

En conclusion aujourd'hui, le BARBE est un matériau de construction avec un impact carbone faible qui est de l'ordre de 50 kgCO₂eq/m³. Soit 5 fois moins polluant qu'un béton à base de ciment CEMII/A actuel. De plus, il permet le réemploi de déchets locaux de la filière du BTP (fines de lavage de carrière ; plaques de plâtre recyclées...), tout en conservant une mise en œuvre identique à celle d'un béton de ciment classique. Les temps de mise en œuvre et les coûts de fabrication sont ainsi réduits en comparaison avec des solutions en terre crue (Pisé, bauge, Brique de Terre crue Compressée,...)

Le matériau malgré une stabilisation hydraulique garde une capacité d'échange hydrique intéressante pour le confort hygrothermique à l'intérieur du bâtiment. Le matériau est laissé « brut de décoffrage » avec un aspect « terre crue » et des teintes différentes en fonction de la matière première utilisée, ce qui lui confère une dimension architecturale.

Ces recherches ont d'ores et déjà été mises en œuvre dans le cadre de la construction de l'extension du siège social de la SCOBAT qui comprend deux murs démonstrateurs d'une longueur totale de 12 mètres. La transposition des recherches du laboratoire au chantier a été une réussite. Outre le suivi en termes de retrait, séchage, aspect du parement, ce mur sera équipé de capteurs permettant un suivi thermique

et hydrique dans le temps en conditions réelles d'usage.

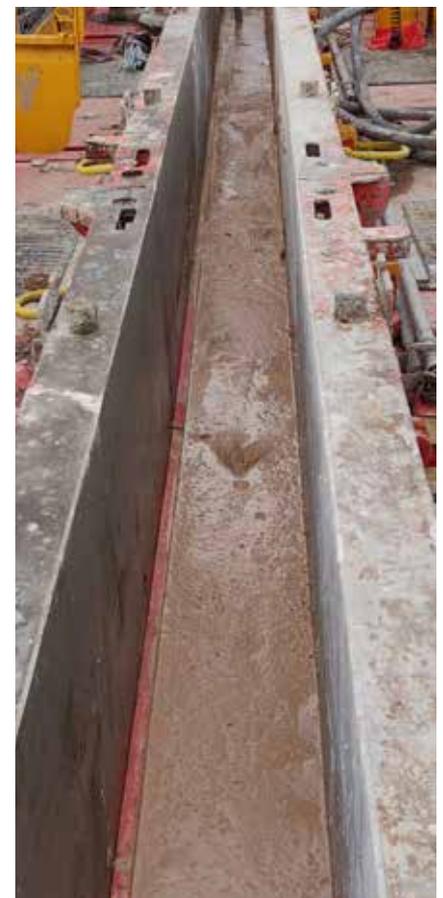
Perspectives de recherche

Pour donner suite aux résultats prometteurs du BARBE, il a été décidé de poursuivre ces recherches dans le cadre d'une thèse CIFRE.

La première étape de cette thèse sera la caractérisation complète du béton obtenu dans les travaux précédents : mécanique, thermique, hydrique, acoustique, feu... Dans un deuxième temps, la formulation du béton d'argile sera optimisée afin de réduire d'autant plus les impacts environnementaux tout en conservant un comportement physico-mécanique acceptable. L'objectif de cette partie sera d'obtenir des règles de formulation afin de systématiser le procédé face à la variabilité et l'hétérogénéité des ressources.

Une troisième phase concernera la durabilité de ces bétons d'argiles. Afin d'étudier l'évolution des propriétés mécaniques et physiques (thermiques, hydriques) de ces matériaux, la stabilité de ces minéraux dans le temps en milieu sec et en milieu humide sera examinée. Les conséquences sur les propriétés mécaniques et physiques seront analysées.

L'objectif d'industrialisation restera le point de mire de toutes ces études. Différents modes constructifs, autres que



Coulage d'un mur en BARBE dans les banches et mise en place à l'aiguille vibrante

les murs seront envisagés. Le caractère innovant du matériau développé dans cette thèse ne lui permettant pas de rentrer dans le cadre de la norme béton, il sera donc indispensable d'obtenir une certification de type ATEX (Appréciation Technique d'Expérimentation) auprès du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB). Cette demande reposera sur les résultats obtenus

en laboratoire et sur des chantiers expérimentaux.

L'utilisation d'un béton coulé à base de fine argileuse (fine de lavage de carrière), apparaît donc être une solution adaptée pour répondre aux enjeux actuels de recyclage de la matière, de frugalité énergétique et d'émission de gaz à effet de serre (GES). |

BIOGRAPHIE

Jules Gombault

Après un DUT Génie Civil à Bourges, j'ai intégré l'INSA Rennes, spécialité Génie Civil et Urbain où j'ai été diplômé en 2022. Je suis actuellement doctorant CIFRE avec l'entreprise SCOBAT et le laboratoire GCGM. Ma thèse porte sur la formulation, la caractérisation et la durabilité de bétons banchés à base d'argile revalorisée. Convaincu de l'importance de décarboner la filière de la construction, c'est extrêmement enrichissant de pouvoir participer au développement d'une solution technique permettant d'atteindre cet objectif.

Laurent Molez

Élève normalien de l'ENS Cachan (actuellement Paris-Saclay), agrégé de Génie Civil (1996), docteur en Génie Civil (2003, cotutelle ENS Cachan et Université Laval à Québec), je deviens maître de conférence à l'INSA Rennes en 2005.

La problématique environnementale est aujourd'hui devenue primordiale pour le secteur de la construction. Depuis plusieurs années, je travaille sur des matériaux à plus faibles impacts environnementaux. Ces dernières années, j'ai encadré une thèse sur l'utilisation des granulats de bétons recyclés (Berredjem 2018) et une thèse sur les ciments très bas carbone (Ka 2020).

À PROPOS DE LA SCOBAT

La Société Coopérative Ouvrière de BATiment est fondée en 1978, sous statut de Société Coopérative Ouvrière de Production. L'entreprise a toujours été détenue à 100 % par ses salariés. Son activité de base est le gros-œuvre et le génie-civil et elle intervient principalement sur la Bretagne Nord. Son chiffre d'affaires est de 20 millions d'euros en 2021 et ses effectifs sont de 66 salariés en 2022. Les équipes de SCOBAT sont spécialisées dans la réalisation des voiles de bétons banchés de tous types : jusqu'à 16,50m de haut, droits ou courbes, coffrés sur une face, avec des parements architectoniques.

<https://www.scobat.fr/>

À PROPOS DU LABORATOIRE GCGM

Les recherches menées au sein du Laboratoire de Génie Civil et Génie Mécanique (LGCGM) abordent des problèmes liés à la construction des ouvrages et au comportement des sols, des matériaux ou des structures. Les travaux de ce projet se déroulent au sein de l'axe «Matériaux pour l'éco-construction». Cet axe investit le développement, la caractérisation et l'évaluation des performances d'Ecomatériaux (bio-sourcés ou géo-sourcés) destinés aux applications liées à la construction et satisfaisant aux critères techniques habituellement exigés des matériaux de construction, mais aussi à des critères environnementaux ou socio-environnementaux, tout au long du cycle de vie (de la production à l'élimination ou le recyclage).