

INTERFACE JUIN 26 43

REVUE ÉDITÉE
PAR LA FAI

TRAJECTOIRES
DE BETON



DE SABLE ET D'ACIER

Tout part probablement du mur.

Dans son besoin primaire de sauvegarde de l'espèce, l'être humain cherche à se protéger des agressions extérieures, qu'elles soient naturelles ou animales.

Édifié à partir des matières offertes par la nature — bois, terre, pierre —, le mur prend d'abord des formes corrélées à la capacité de portage, car pour ériger il faut d'abord assembler. Au fil des millénaires, l'assemblage s'affine, tantôt par l'appareillage de pierres, brut mais précis (Grèce, Égypte, monde précolombien), tantôt par l'invention du liant (Rome et les peuples qui lui succèdent). Le mortier romain, composé de chaux et d'agrégats, peut d'ailleurs être considéré comme le précurseur du béton — les parements en pierre servant de coffrage. Une formule que Fernand Pouillon (1912–1986) reprendra dans sa première cité de Diar-es-Saâda à Alger en 1952, en intégrant des pierres taillées de Fontvieille dans un coffrage de béton.

À partir de là, tout devient possible. Travailler une matière matricielle pour en définir la forme désirée, moduler à l'envi l'agrégat et le liant — qui en déterminent la couleur et l'aspect — ouvre un vaste terrain d'expérimentation, où la seule limite semble être la rupture de l'ouvrage plutôt que l'imagination. Assembler des matières fluides — sable, gravier — avec quelques éléments rigides, comme l'acier, relève d'une forme de contradiction. Elle produit pourtant un matériau à la fois résistant et pratiquement inaltérable. En outre, la forme décoffrée révèle alors une matière qui fascine celles et ceux qui bâtissent. Qu'en faire ? La laisser nue ? La travailler comme on façonne la pierre, par le jeu du coffrage, jusqu'à faire émerger l'esthétique du brutalisme ? Autant de potentialités.

Et aujourd'hui ? L'exigence de durabilité vient fissurer le rêve. La matière nous appartient-elle encore ? Pourtant, de la contrainte naît la créativité. Et voilà notre imaginaire s'envolant vers de nouvelles aventures, dans une métaphore presque culinaire où l'on ajoute une pincée de fibres, où l'on retire un peu d'acier, où l'on cuit la pierre sans chaleur. Tout cela pour préserver la machine à rêver. Car l'être humain reste fondamentalement attaché au concret : au solide, au rassurant, à l'intemporel. Parce qu'il revient toujours à cet instinct premier de survie — celui-là même qui, depuis l'origine, guide ses constructions.

ÉRIC MARIA, PRÉSIDENT DE LA FAI



ÉRIC MARIA
ARCHITECTE DPLG-SIA-AGA,
PRÉSIDENT DE LA FAI,
PRÉSIDENT DE EMA ÉRIC MARIA
ARCHITECTES SA,
PRÉSIDENT DE AEM SARL
ARCHITECTURE,
MEMBRE DU CONSEIL
DE LA FCM
PHOTO: HÉLÈNE MARIA



De la pierre au béton armé, l'architecture évolue avec les matériaux et les techniques. Industrialisation, innovations et préfabrication transforment la construction, jusqu'aux enjeux actuels de durabilité. Photo: Hélène Maria



En Suisse, le béton — omniprésent — génère de nombreux déchets. L'économie circulaire encourage le réemploi et la transformation. Malgré des freins, lois et innovations soutiennent une construction plus durable. Photo: Maléna Bastien Masse, EPFL, 2024

DOSSIER

- 04 > *Une brève histoire du béton à Genève* par Philippe Meier
- 12 > *Le béton bas carbone — La seule alternative au béton conventionnel ?* par Karen Scrivener et Émilien Ancey
- 18 > *Le réemploi du béton: comment généraliser une pratique de niche ?* par Maléna Bastien Masse et Célia Kúpfer
- 22 > *La réduction de l'empreinte carbone des matériaux de construction: cas pratiques* par Pierre-Alain L'Hôte
- 30 > Entretien avec Aurelio Muttoni, Professeur honoraire EPFL

32 BRÈVES

- > FAI > AGA > AGI > AGG > FAS GE > FSAP GE > SIA
- 34 > VOIR > *Des Cèdres à Dorigny, bâtir l'école d'architecture*
> LIRE > *Carouge, Montfalcon Ensembles urbains Genève n° 23*
- 35 > FOCUS > *Béton, changement d'ère*

Éditeur: FAI Fédération des associations d'architectes et d'ingénieurs de Genève c/o FER Genève
Rue de St-Jean 98
Case postale 5278
1211 Genève 3

Directeur de publication: Philippe Meier
Commission promotion et communication (CPC): Philippe Meier (président), Didier Collin, Pauline Dellacherie, Jean-Paul Jaccaud, Lorenzo Lelli, Éric Maria, Sara Martín Cámara, Olivier Mesple, Nathalie Mongé, Fanny Noël, Laetitia Vulliez et Frédéric Wasser

Coordination éditoriale et relecture: Eveline Notter

Rédacteur-trices n° 43: Éric Maria, Philippe Meier, Karen Scrivener, Émilien Ancey, Maléna Bastien Masse, Célia Kúpfer, Pierre-Alain L'Hôte, Jean-Paul Jaccaud et les représentantes des associations et commissions

Graphisme: Silvia Francia, atelier blvdr

Couverture: Jack Bertoli, Fondation de recherche médicale de la Faculté de médecine à Genève, dite « La Tulipe », 1965-1972. Photo: Hélène Maria

Impression: Atar Roto Presse SA
Papier: Genesis, 100% vieux papier recyclé « ange bleu » sans azurants
Tirage: 2000 exemplaires
Parution: deux fois par an
Abonnement: interface@fai-ge.ch

Le magazine *Interface* est adressé à toutes et à tous les adhérentes de la FAI. Il peut refléter des divergences de points de vue au sein de la FAI.

Conseil FAI: Éric Maria, architecte SIA (président), Laetitia Vulliez, ingénieure géotechnique AGI (vice-présidente), Vincent Bujard, ingénieur civil AGI (past-président), François Baud, architecte SIA (trésorier), Rachel Aure, AGG, Joachim Bourgeois, SIA, Didier Collin, SIA, Véronique Favre, FAS, Lorenzo Lelli, AGI, Gaëtan Martin, AGG, Sara Martín Cámara, AGA, Fanny Novoa-Gilliéron, AGI, Cathrin Trebeljahr, AGA, Nicolas Waechter, FSAP, et Guillaume Yersin, FAS

Associations, commissions, archives, et informations sur le site de la FAI: fai-ge.ch

Associations constitutives et membres de la FAI:

AGA Association genevoise d'architectes

AGG Association genevoise des ingénieurs géomètres brevetés

AGI Association genevoise des ingénieurs

FAS Fédération des architectes suisses, section Genève

FSAP Fédération suisse des architectes paysagistes, section Genève

SIA Société suisse des ingénieurs et des architectes, section Genève

UNE BRÈVE HISTOIRE DU BÉTON À GENÈVE



PAR PHILIPPE MEIER

ARCHITECTE EPFL FAS SIA, ENSEIGNANT, RÉDACTEUR ET CRITIQUE, AUTEUR DU BLOG ACHITEXTUEL.CH

Objet de fascination associé à l'idée de progrès, le béton armé est passé, en un peu plus d'un siècle, du statut de matériau emblématique du progrès à celui de matériau suscitant la défiance. Comment expliquer une telle évolution ? À Genève, comme ailleurs, l'histoire du béton est révélatrice du développement de la conscience écologique.

Ci-contre: Meyrin, local environnement du stade des Arbères, dalles en béton de réemploi collectées à moins de 15 km du chantier, FAZ architectes, Genève, 2020-2022.
Photo: FAZ architectes

ciments, [permettant de mettre en évidence] la capacité de certains types de chaux à durcir lorsqu'ils sont exposés à l'eau, une propriété appelée hydraulique⁴». Le ciment, encore largement connu sous l'appellation Portland, n'évolue que relativement peu depuis les ouvrages antiques. C'est en réalité l'introduction d'éléments ferreux dans la masse informe du béton qui va lui conférer les qualités ductiles et plastiques que nous lui connaissons.

En 1854, en Angleterre, un premier brevet est déposé par «William Boutland Wilkinson [qui] a inventé des structures de sol en béton renforcées de fil de fer et de petites barres de fer intégrées sous l'axe central du béton, et qui a obtenu des résultats étonnamment modernes pour l'époque⁵». En moins de trente années, plusieurs avancées scientifiques majeures viennent consolider ce principe de combinaison de deux matériaux, notamment en raison de la proximité de leur module d'élasticité.

Depuis ses premières applications au sol, les progrès de la recherche et les expérimentations locales déplacent progressivement l'usage du matériau vers des éléments de structures hors sol. C'est à François Hennebique, entrepreneur français établi à Bruxelles, que l'on doit les premières solutions techniques véritablement applicables au bâtiment⁶. En effet, «entre 1886 et 1897, cette idée initiale a été retravaillée plusieurs fois [...] jusqu'au développement de systèmes de poutres continues sur colonnes⁷». Il est entre autres l'inventeur de l'étrier, transformant de manière décisive les conditions d'intégration de l'acier dans le mélange de ciment et d'agréats. Les débuts de cette technologie sont marqués par une présence de systèmes standardisés, diffusés sous forme de catalogues de modules. La question du dimensionnement précis, adapté aux différentes portées, n'est pas encore pleinement maîtrisée. Cette situation évolue toutefois rapidement, notamment sous l'impulsion de la Société suisse des ingénieurs et architectes (SIA).

Aux origines, *Homo sapiens* a habité au cœur de la roche naturellement fissurée, trouvant refuge dans des cavernes et des grottes. Ses descendants ont ensuite puisé à la surface de la terre les ressources nécessaires pour ériger des abris et des premières demeures, accédant ainsi au statut d'*Homo faber*, pour reprendre l'expression du philosophe Henri Bergson. Pendant plusieurs millénaires, la terre, la pierre et le bois constituent les matériaux essentiels de la construction. Les formes architecturales et les savoirs des ingénieurs¹ évoluent lentement au gré d'assemblages toujours plus sophistiqués que permettent ces matières premières. Puis, en moins de deux siècles, tout s'accélère.

Après l'ère industrielle, qui voit l'avènement de l'acier révolutionner le monde occidental au XIX^e siècle, le XX^e siècle s'impose comme celui du béton armé. Si l'usage du fer² remonte à des découvertes très anciennes, autour de 1000 av. J.-C., et si les propriétés de la chaux, à travers les premiers *calcis structio*³, sont connues depuis l'Antiquité romaine, c'est la combinaison de ces deux savoirs qui a donné naissance au béton armé. Devenu l'un des matériaux les plus utilisés au monde, il concentre aujourd'hui autant d'adhésion que de critiques, en grande partie justifiées.

Pour comprendre cet engouement, il faut remonter au XVIII^e siècle, dit des Lumières, au cours duquel «un certain nombre d'érudits et de constructeurs ont commencé à étudier les propriétés des chaux, des mortiers et des

1. Pour plus d'informations sur les rôles des ingénieurs et des architectes dans l'histoire, voir Aurelio Muttoni et Philippe Meier, «L'ingénieur comme partenaire dans la conception», *Viso Architecture*, n° 4/2010, Rueschlikon, Docu Media Switzerland GmbH, août 2010, p. 44-52.
2. L'âge du fer est précédé par celui du bronze, qui court de -2500 à -800 av. J.-C.
3. Les termes *calcis structio* en latin, qui signifient «composé de chaux», sont à l'origine de *calcestruzzo* selon lequel on identifie le béton en italien.
4. Salvatore Aprea, «Nature, Science and Enterprise: The Origins of the Success of Reinforced Concrete in Switzerland. The Introduction, Diffusion and Supersession of the Hennebique System», in Salvatore Aprea, Nicola Navone et Laurent Stalder (dir.), *Concrete in Switzerland. Histories from the Recent Past*, Lausanne, EPFL Press, 2021, p. 39 (traduction Philippe Meier).
5. *Ibid.*, p. 40.
6. «Pour faire fructifier son brevet, l'entrepreneur François Hennebique développe un empire colonial multinational. Il invente une structure en arbre qui comporte un tronc, des branches et des rameaux. Seuls ses agents, responsables des travaux dans une aire géographique délimitée, sont autorisés à développer des projets sous son nom, lui restituant ensuite une partie des bénéfices.», Jacques Gubler, «Le béton armé à Genève: Hennebique précède Maillart. Hypothèses pour la recherche historique à venir», texte inédit envoyé à l'auteur le 8 décembre 2025.
7. Salvatore Aprea, *op. cit.*, p. 41.



Genève, bâtiment « La Console », l'atrium en cours de rénovation, Henri Juvet, 1902–1904. Restauration meier + associés architectes, Genève, et architech, Aire, 2009–2014. Photo: Didier Jordan

LA SUISSE ROMANDE EN PIONNIÈRE

Par sa proximité territoriale et linguistique avec la France, la région lémanique se trouve au cœur du développement national du béton armé. En effet, « l'agent général pour la Suisse, le Vaudois Samuel de Mollins, ingénieur de formation, rencontre [...] Hennebique, au moment où ce dernier dépose ses brevets en Belgique et en France. [...] Mollins trouvera et formera en Suisse des entreprises locales, aptes à construire suivant le ou les brevets initiaux⁸ ». En moins de dix ans, une part significative du développement bâti lausannois s'appuie sur les systèmes mis au point par l'ingénieur français⁹. À Genève, les applications du procédé Hennebique se font principalement sous forme de planchers et de sols par « l'entreprise de Pierre Poujoulat, entrepreneur concessionnaire » [...] qui assure les travaux sous l'œil de Mollins¹⁰ ». On sait, par exemple, que des plaques en béton armé sont installées sur la plaine de Plainpalais pour soutenir des plantes en pot lors de l'Exposition nationale suisse de 1896.

Le premier bâtiment genevois construit en béton armé est celui de La Console, réalisé pour le Conservatoire et Jardin botaniques, à l'entrée orientale de la Cité de Calvin. Conçue par Henri Juvet entre 1902 et 1904, sa structure ne fait pas appel au système Hennebique, pourtant déjà largement diffusé à Genève, mais se réfère aux principes développés par Max Münch. Si les documents d'archives n'attestent pas formellement l'application directe des concepts de l'ingénieur bernois¹¹, un dessin témoigne néanmoins de sa collaboration au projet. En 1901, on apprend que le « bâtiment projeté est construit en fer et en béton armé, chauffé à la vapeur. Il comprend un rez-de-chaussée, un premier et un second étages¹² ». Sa principale caractéristique réside dans l'emploi de poutrelles en béton armé, associées à des planchers

Ci-contre: Genève, bâtiment « La Console », l'atrium après rénovation, Henri Juvet, 1902–1904. Restauration meier + associés architectes, Genève, et architech, Aire, 2009–2014. Photo: Didier Jordan



en terre cuite, disposées entre des axes porteurs horizontaux, en cohérence avec les « constructions squelettes, système Münch¹³ ». L'autre qualité du bâtiment tient à sa coupe, organisée autour d'un atrium central couvert d'une vaste verrière, qui diffuse une généreuse lumière zénithale dans les espaces intérieurs. Restauré il y a une dizaine d'années¹⁴, le chantier a révélé la finesse des éléments statiques de la structure, conçue dans un souci d'économie de matière — contrainte économique à l'époque, mais qui résonne aujourd'hui avec les préoccupations liées au bilan carbone. Avec le recul, cette mise en œuvre présente également un intérêt particulier par son analogie avec les planchers, aujourd'hui développés en hourdis de terre crue, qui offrent une troublante similitude avec leurs ancêtres du début du XX^e siècle.

8. Jacques Gubler, *op. cit.*

9. « Il a été utilisé, à différentes échelles, pour construire le grand magasin et le bâtiment résidentiel Bonnard Frères (1900, les architectes Jacques Regamey et Henri Meyer); l'Hôtel des Postes (1900, l'architecte Eugène Jost); le bâtiment commercial et résidentiel de la Maison Mercier, la station de fret Bel-Air et la Banque Cantonale Vaudoise (achevées respectivement en 1900, 1902 et 1903, par l'architecte Francis Isoz); ainsi que le centre commercial Galerie St-François (1909, architecte Georges Epitoux) », Salvatore Aprea, *op. cit.*, p. 41.

10. Jacques Gubler, *op. cit.*

11. « La découverte de deux plans, destinés à la construction du Conservatoire botanique à La Console et signés par Max Münch en dates des 16 septembre et 11 novembre 1902 est intéressante, mais ne permet hélas pas d'affirmer que son système fut réellement appliqué à La Console », Catherine Courtiou, « La Console, Conservatoire et Jardin botaniques 192, rue de Lausanne. Étude historique », Genève, Conservation du patrimoine architectural de la Ville de Genève, décembre 1997, p. 19.

12. Mémorial des séances du Conseil municipal de la Ville de Genève du 22 janvier 1901, cité par Catherine Courtiou, *op. cit.*, p. 30.

13. La désignation figure sur le plan de l'Herbier de l'Ariana datant de 1902, voir note 10.

14. Le projet de restauration a été conçu et réalisé entre 2009 et 2014 par meier + associés architectes, Genève avec, dès 2011, architech, Aire.

15. Aurelio Muttoni, « Entre contrainte et liberté d'innover: Normes suisses pour innover », in Salvatore Aprea et Laurent Stalder (dir.), *Concrete in Switzerland: Histories from the Recent Past*, Lausanne, EPFL Press, 2021, p. 54.

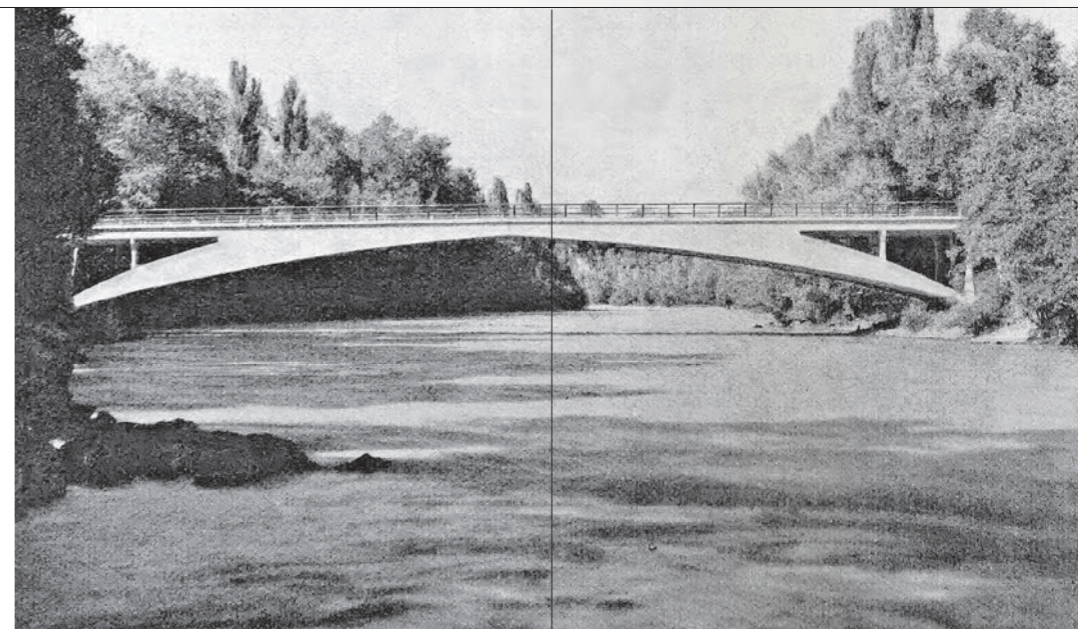
16. *Ibid.*, p. 55.

17. *Ibid.*, p. 60.

18. « C'était l'un des premiers règlements de ce type à atteindre la portée internationale: son homologue français a suivi en 1904 et l'autrichien en 1907 », Aurelio Muttoni, *ibid.*, p. 56.

19. Voir note 1.

20. Benoît Dubesset, « Tour de Rive — 1934–1938 », *Faces*, n° 21, 1991, p. 27.



Ci-dessus et à droite: Genève, pont de Vessy, Robert Maillart, 1936–1937. Photographies issues de Max Bill, Robert Maillart, *Brücken und Konstruktionen*, Erlenbach-Zürich, Verlag für Architektur, 1969 [1949].



DES PRODUITS COMMERCIAUX AUX CALCULS D'INGÉNIEURS

« En 1900, plus de 20 systèmes étaient connus en Suisse [qui] différaient non seulement en ce qui concerne le renforcement lui-même — le lieu et le comment de son incorporation —, mais aussi la composition des éléments linéaires (poutres, colonnes de dalles) et des éléments planaires (dalles, murs et coquilles) dans ce qui était généralement une structure monolithique¹⁵. » Dès l'invention de ce nouveau matériau, les ingénieurs civils suisses s'y intéressent de près. Parmi eux, Wilhelm Ritter publie en 1899 un article majeur consacré au système Hennebique, dans lequel il décrit « les méthodes de conception pour le moment de flexion, la force de cisaillement et la stabilité des membres de compression minces¹⁶ ». Deux ans après la parution de ce texte, la SIA est chargée d'encadrer l'usage du béton armé, en vue de l'élaboration d'une première norme publiée en août 1903. « Les structures en béton étaient encore en phase de pionnier (tant en termes de méthodes de construction que de calcul), il a été décidé de garder la norme aussi non normative que possible et de permettre des dérogations si l'ingénieur avait les connaissances nécessaires¹⁷ ». L'approche helvétique, qui met en avant la dérogation associée à des « tests détaillés », trouve rapidement une résonance internationale¹⁸.

Parmi les pionniers du béton armé figure Robert Maillart, également originaire de Berne, qui participe au premier groupe de réflexion de la SIA chargé de l'élaboration de la norme de 1903. Il est notamment l'inventeur du plancher-dalle, pour lequel il dépose un brevet en 1908¹⁹. C'est à Genève, où il décède en 1940, qu'il réalise plusieurs ouvrages majeurs dans les années 1930. Le premier est issu de sa collaboration, en tant qu'ingénieur civil, avec l'architecte Marc-Joseph Saugey pour la Tour de Rive (1934–1938). Il y « réalise une structure ponctuelle réduite, basée sur des lames de béton armé de [15 cm], perpendiculaires aux façades [...], relayées par quelques appuis intermédiaires ainsi que le pourtour de la cage d'escalier. Cette solution permet de réaliser des façades non porteuses [...]. Les piliers de cette structure reposent sur un radier formé par des semelles de 60 cm d'épaisseur, [avec] pas moins de 21 types différents. Les dalles des planchers et [...] de toiture sur la tour, sont allégées par des nervures²⁰ ». Mais c'est surtout avec le pont de Vessy, franchissant l'Arve au lieu-dit du Bout-du-Monde, qu'il s'illustre pleinement. Avec cet ouvrage d'art conçu selon un système d'arcs à trois articulations et une flèche minimale, de liaisons en « X » sous un mince tablier et d'une optimisation extrême de la matière, Maillart érige l'un des chefs-d'œuvre suisses du béton armé.



Vernier, La Cité Balexert, détail d'une façade en éléments préfabriqués, Jean-Jacques, Pierre et Robert Honegger, 1957-1962. Photo: Nicolas Schopfer

LA SOLUTION TECHNIQUE ET EXPRESSIVE PAR EXCELLENCE

Dans l'entre-deux-guerres, le béton armé devient une solution technique courante, employée dans une grande diversité de situations. Architectes et ingénieurs civils s'inscrivent alors dans le sillage des théories modernes, en particulier celles de Le Corbusier et ses *Cinq points d'une architecture nouvelle* (1927): «le béton armé dans la maison apporte le plan libre! [...] Grande économie de cube bâti, emploi rigoureux de chaque centimètre. Grande économie d'argent²¹». À Genève, la figure tutélaire de la pensée architecturale de cette période est Maurice Braillard. Paradoxalement, bien qu'il emploie couramment la matière coulée pour ses réalisations, il «tend plus à l'efficiency opératoire de ce matériau qu'à ses possibilités plastiques. Il ne l'utilise d'ailleurs [presque] jamais de manière brute [parce qu'il la recouvre] de ce crépi rugueux qui devient presque [sa] marque de reconnaissance expressive²²».

Les frères Honegger, dont la carrière débute après la grande dépression de 1929, développent durant ces années une approche faisant le lien entre les premiers systèmes constructifs et les prémices de la préfabrication, qui deviendra leur marque de fabrique dans les années 1950. Pour les trois allées de l'immeuble Riant-Parc, à Frontenex (1933-1934), réalisées dans le cadre du plan directeur de Maurice Braillard pour les squares de Montchoisy, les architectes adoptent «une ossature ponctuelle [...] radicale: il s'agit d'un gigantesque domino corbuséen, ayant pour seuls contreventements les cages d'escaliers. Le choix de ce système porteur représente, une année seulement après la construction de l'immeuble Clarté, l'un des tout premiers exemples à Genève de dissociation complète des problèmes de structure de ceux liés à l'organisation spatiale. Les autres innovations résident essentiellement dans l'usage de dalles nervurées et du module qui règle l'ensemble des éléments²³».



Vernier, STEP d'Aire, bâtiment administratif, dit «La Verseuse», Georges Brera, 1962-1967. Photo: Philippe Meier

21. Le Corbusier et Pierre Jeanneret, «Les Cinq points d'une architecture nouvelle», in Willy Boesiger et Oscar Stonorov (dir), *Le Corbusier. Œuvre complète*, volume 1: 1910-1929, Zurich, Les Éditions d'Architecture (Artemis), 1984 [1964], p.128.

22. «Ce n'est que dans ses derniers projets d'avant-guerre, comme pour l'immeuble rue de Montchoisy 68-72 (1930-1933), que la présence discrète du béton se déduit dans le dessin de l'angle qui s'évide. Ou encore dans le célèbre garage des Nations (1936), quand son usage est indispensable à la réalisation de l'exploit statique et formel de la courbe expressive qui accompagne le mouvement de l'automobile.», Philippe Meier, «La montagne moderne (6)», *architextuel.ch*, 9 juin 2025, publié en ligne: architextuel.ch/la-montagne-moderne-6/

23. Isabelle Charollais, Jean-Marc Lamunère et Michel Nemeč, *L'Architecture à Genève 1919-1975*, volume 1, Lausanne, Payot, 1999, p.257.

24. «L'influence de Le Corbusier sera cruciale sur la formation du goût et sur la pratique de Brera [...]. [Le] rapprochement corbuséen [de ce dernier] et sa connaissance de l'architecture moderne se poursuivirent à l'Exposition universelle de Paris, en 1937, où [...] il découvrit, entre autres, le Pavillon des temps nouveaux.», Bruno Marchand et Aurélie Buisson, «Portrait», in *Georges Brera architecte*, Gollion, Infolio, 2019, p.22-23

25. *Ibid.*, p.138.

26. Bruno Marchand et Aurélie Buisson, «Architectures industrielles», *op.cit.*, p.370.

27. Philippe Meier et Martin Jaques, «"La Tulipe", une architecture atypique», *AS Architecture Suisse*, n°226, Pully, éditions Anthony Krafft, 2022-2023, p.15.

28. *Ibid.*, p.13.

BÉTONS BRUTS

Au sortir de la Seconde Guerre mondiale, dans un contexte de reconstruction à l'échelle européenne, le béton armé s'impose comme le matériau emblématique d'une époque qui cherche à panser une blessure innommable, tout en affichant un espoir indéfectible en l'avenir. Deux approches vont alors coexister pendant de nombreuses années: d'une part, une mise en valeur de la matière elle-même, comme un écorché de sa composition chimique par la valorisation de l'artisanat local qui s'illustre par des coffrages de grande précision et de l'autre, le développement de plus en plus prégnant de la préfabrication dite «lourde».

Dans le premier des cas, c'est à nouveau l'héritage des principes corbuséens de sa période brutaliste qui inspire, dans le canton de Genève, la réalisation de projets de grande qualité plastique. Parmi ceux-ci, l'œuvre de Georges Brera, profondément influencé par le maître du mouvement moderne²⁴, qui va ériger sur le territoire plusieurs œuvres remarquables par leur plastique et leur maîtrise expressive: la Villa Maier

à Cologny (1956-1959), «sorte de sculpture habitable²⁵»; la STEP d'Aire et son bâtiment administratif «La Verseuse» (1962-1967), magnifique hommage à «l'univers corbuséen du second après-guerre, surtout si l'on pense à l'usine Duval édifée à Saint-Dié²⁶»; la piscine extérieure de Lancy et son plongoir iconique (1962-1969); ou encore la station de pompage de Saint-Jean (1965-1967), incroyable bloc de béton sculpté faisant face à la jonction entre le Rhône et l'Arve. Au milieu des années 1960, en bordure aval du plateau de Champel, s'édifie l'un des exemples les plus manifestes des potentialités du béton brut: la Fondation de recherche médicale de la Faculté de médecine à Genève, dite «La Tulipe», (Jack Bertoli, 1965-1972). Bâtiment inclassable, «à mi-chemin entre un expressionnisme à la Rudolf Steiner (Goetheanum, Dornach, 1924-1928) et un brutalisme affirmé à la manière d'un William Pereira (Bibliothèque de San Diego, 1965-1970)²⁷», il fait la part belle au savoir-faire des maçons méditerranéens émigrés à Genève, s'agissant, «pour l'époque, d'un magnifique travail de coffrage tridimensionnel sous-tendu par un tracé régulateur géométrique, tirant un parti expressif et esthétique des possibilités constructives et techniques nouvelles²⁸».

Ci-dessous: Genève, Fondation de recherche médicale de la Faculté de médecine, dite «La Tulipe», Jack Bertoli, 1965-1972. Restauration meier + associés architectes, Genève, 2018, en cours. Photo: Johannes Marburg



Au même moment sont conçus deux objets emblématiques de cette tendance linguistique: l'usine Camy Watch, due aux architectes André et Francis Gaillard (1966–1968), récemment sauvée d'une nouvelle tentative de destruction du patrimoine moderne. Ici, la mise en scène de l'ossature complexe comme support de l'expression architecturale s'appuie sur la présence du béton brut et semble flotter au-dessus d'un carrefour de la zone industrielle. Comme un écho, dans une même lévitation, s'édifie le bâtiment universitaire d'Uni II (Uni Dufour), de Werner-Charles Francesco, Gilbert Paux et Jacques Vicari (1965–1974), qui reprend les thèmes de la modernité et de l'emploi du brise-soleil corbuséen. Honni lors de son inauguration, au point que le conseiller d'État Jacques Vernet le qualifie de «navrant bunker²⁹», le bâtiment va trouver son ancrage et devenir un marqueur des rives bâties de la plaine de Plainpalais.

BÉTONS PRÉFABRIQUÉS

Comme évoqué précédemment, les frères Jean-Jacques et Pierre Honegger furent parmi les précurseurs de la modularité genevoise, comme en attestent les milliers de mètres carrés de logements réalisés à l'aide de systèmes de préfabrication, dont celui d'«Honegger Afrique (HA), mis au point au Maroc à partir de 1949³⁰». Leur influence sur la conception d'une utilisation rationnelle du béton coulé en atelier va faire école à Genève dès la fin des années 1950. C'est alors que le monde de l'enseignement se saisit de ce mode constructif, lorsqu'il faut réaliser, dans l'urgence, des salles de classes pour une démographie en très forte expansion. C'est la naissance des Cycles d'orientation préfabriqués en béton sous l'égide de l'architecte Claude Grosgrurin³¹, tandis qu'en parallèle le canton de Vaud développe, pour les mêmes raisons sociales, un système modulaire en acier: le fameux Centre de rationalisation et d'organisation des constructions scolaires (CROCS).

Sur le thème de la préfabrication, on ne peut manquer de relever le remarquable Institut de physique, implanté au bord de l'Arve, de Denis Honegger (1945–1952), qui fut «sur le plan stylistique, [...] l'un des meilleurs exemples genevois de classicisme structurel issu de l'enseignement d'Auguste Perret³²». La décennie suivante voit la construction de la cité-satellite La Gradelle de Jean Hentsch et Jacques Zbinden architectes (1963–1968), s'inscrivant dans la fastueuse période des ensembles modernes périurbains. Au-delà de la réussite de l'implantation des «quatre barres pliées disposées en alternance autour d'une tour triangulaire³³», c'est bien la question de la préfabrication qui est abordée ici de manière très complète: les dalles, les porteurs verticaux et les éléments de façades sont «l'occasion d'appliquer différentes méthodes de la préfabrication lourde³⁴», héritée de la reconstruction française et réalisée par l'entreprise Induni.

Ancien technicien de celle-ci, Paul L'Hôte va créer une cellule dédiée à ce nouveau type de mise en œuvre et développer les désormais célèbres panneaux sandwich, sous le nom de Prelco³⁵. Au début des années 1970, à la veille de la première crise pétrolière, le nouveau siège du Bureau international du travail (BIT) démontre le paroxysme atteint par l'utilisation massive du béton armé: «90000 m³ de béton, 11000 tonnes d'acier d'armature et 30000 m² de coffrages³⁶». Dans un article de 1974, l'historien Henri Stierlin va jusqu'à déplorer «d'affligeants échecs, des consternantes banalités qui, parfois, ne se distinguent guère d'une médiocre HLM³⁷». La fin d'un cycle?

FIN DE SIÈCLE ET AVENIR

Le XXI^e siècle naissant, la critique relève une continuité dans les approches constructives³⁸, à quelques nuances près: d'un côté, l'utilisation de la matière brute se limite désormais à des objets plus petits — villas ou autres extensions — permettant à la nouvelle génération d'architectes de se confronter à cette expression, encore fascinante il y a une vingtaine d'années, sous l'influence du mouvement minimaliste qui a fait les beaux jours de la reconnaissance de l'architecture suisse à l'étranger; d'un autre, le thème de la préfabrication explore toutes les possibilités de formes, de nuances de finitions et de couleurs. «Dans les années 2000, on constate par ailleurs que la préfabrication en troisième zone de développement est devenue beaucoup plus généralisée³⁹» et que «dans un contexte économique de contrôle des coûts si contraignant, on [peut avancer] que, dans une optique de durabilité, c'est la préfabrication qui se révèle [...] performante⁴⁰».

Au-delà des études qui sont entreprises sur la production d'un ciment bas carbone, les préceptes de la circularité imposent aujourd'hui des assemblages en lieu et place du coulage et du collage: finis les coffrages complexes, les poutres continues ou les dalles intégrant la technique? En 2025, à Lausanne, ville qui a accueilli les premières pièces en béton Hennebique à la fin du XIX^e siècle, «le chantier de la gare des CFF illustre [un nouveau potentiel]. Au lieu de démolir un ancien parking, les équipes ont choisi de le déconstruire pour remettre sur le marché 5000 m² de dalles en béton réemployables⁴¹». En ce premier quart du XXI^e siècle, la question des modules prédéfinis par la récupération renvoie peut-être à ceux des précurseurs et à leurs systèmes brevetés dans des catalogues. Un retour de l'histoire?

29. «C'est à la vérité un bien pénible devoir pour moi que de remettre à ses utilisateurs le navrant bunker dans lequel nous nous trouvons aujourd'hui. L'usage, en ce genre de circonstance, est à la laudation et à la congratulation mutuelles, mais il me faut avoir le courage de dire que ce bâtiment est raté.», Andréanne Quartier-la-Tente, «Uni Dufour, près du parc des Bastions, le bâtiment mal-aimé des Genevois», Radio Télévision Suisse (RTS), 18 août 2021, rts.ch/info/culture/arts-visuels/12420354-uni-dufour-pres-du-parc-des-bastions-le-batiment-mal-aimé-des-genevois.html

30. Bruno Marchand, «Des cités-satellites à La Havane», *PRELCO. L'Art de la préfabrication*, Gollion, Infolio, 2022, p. 49.

31. Pour plus d'informations sur le sujet, voir Bruno Marchand (éd.), Andrea Bassi et Pierre-Alain L'Hôte, *Les Cycles d'orientation genevois (1960–1978). Une expérience pionnière en préfabrication*, Gollion, Infolio, 2025.

32. Isabelle Charollais et al., *op. cit.*, p. 657.

33. Pascal Tanari, «À l'échelle humaine», *La Gradelle. Chêne-Bougeries, Ensembles urbains Genève*, n° 13, Fédération des architectes suisses (FAS), section Genève, Gollion, Infolio, 2021, p. 17.

34. Isabelle Charollais et al., *op. cit.*, p. 169.

35. Voir note 30.

36. Isabelle Charollais et al., *op. cit.*, p. 767.

37. Henri Stierlin, «Les organisations internationales et l'architecture: un grand espoir», *Werk*, n° 7, juillet/août 1974, p. 823.

38. Voir Jean-Marc Lamunière et Philippe Meier, *L'Architecture à Genève XX^e siècle*, Gollion, Infolio, 2015.

39. Jean-Paul Jaccaud, «Un quartier expérimental» (table ronde avec Andrea Bassi, Alexandre Blanc, Pierre Bonnet, Jean-Paul Jaccaud, Pierre-Alain L'Hôte, Philippe Meier et Rolf Seiler), in Bruno Marchand, *PRELCO. L'Art de la préfabrication*, *op. cit.*, p. 278.

40. Jean-Marc Lamunière et Philippe Meier, *ibid.*, p. 278.

41. Julie Müller-Pellegrini, «Construire sans détruire, le grand virage vaudois», *Le Temps*, samedi 17 janvier 2026, p. 18.



Chênes Bougeries, La Gradelle, vue d'un angle avec les préfabriqués de façade, Jean Hentsch et Jacques Zbinden, 1963–1968. Photo: Kathelijne Reijse-Saillet

LE BÉTON BAS CARBONE

Le Panthéon de Rome abrite la plus grande coupole jamais réalisée en béton non armé; près de 1900 ans après sa construction, celle-ci demeure intacte. DR



LA SEULE ALTERNATIVE AU BÉTON CONVENTIONNEL?

PAR KAREN SCRIVENER ET ÉMILIE ANCEY

KAREN SCRIVENER
CHIMISTE DES MATÉRIAUX, PROFESSEURE ORDINAIRE À L'EPFL, DIRECTRICE DU LABORATOIRE DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION (LMC), EPFL

ÉMILIE ANCEY
INGÉNIEUR EN SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX EPFL, ASSISTANT SCIENTIFIQUE AU LMC, EPFL

LE BÉTON FACE AUX ENJEUX DU XXI^e SIÈCLE

Le béton constitue l'un des matériaux les plus importants de l'histoire de l'humanité. Déjà employé durant l'Antiquité, son usage s'est fortement diffusé à la suite de la révolution industrielle, porté notamment par la redécouverte des liants hydrauliques, dont le ciment Portland est le plus emblématique. En Suisse comme ailleurs, il est aujourd'hui à la base de presque toutes les constructions: habitations, infrastructures routières, ponts, ou encore barrages hydroélectriques.

Malgré son usage millénaire et son rôle central, le béton est encore souvent la cible de critiques peu fondées. Pourtant, ce matériau repose sur une formule simple et sur des constituants abondants (eau, granulats et ciment), issus directement de la chimie et de la géologie de la Terre. Chaque année, près de 30 milliards de m³ de matériaux cimentaires (béton et mortier) sont

Matériau essentiel à nos sociétés, le béton est au cœur d'un paradoxe: indispensable au développement, mais fortement émetteur de CO₂. Face à l'urgence climatique, le béton bas carbone s'impose comme une alternative majeure.

produits. Si la demande reste globalement stable, elle se déplace progressivement vers les pays du Sud global, notamment en Afrique et en Inde où les besoins en infrastructures et en logements sont croissants.

Or, quel autre matériau de construction pourrait aujourd'hui répondre à une telle demande? Il est de fait difficile d'envisager un substitut au béton. Le bois, par exemple, reste limité. Remplacer seulement 25% de la consommation actuelle de béton nécessiterait la création d'une forêt une fois et demie plus vaste que l'Inde et, surtout, plus de vingt ans de croissance. La Suisse, l'un des pays les plus boisés d'Europe — près d'un tiers de son territoire est couvert par les forêts¹ —, importe cependant près des deux tiers du bois qu'elle consomme, soulignant la pression mondiale sur cette ressource. Le béton se distingue non seulement par ses qualités — facilité de mise en œuvre, propriétés mécaniques et durabilité —, mais encore par sa disponibilité en grandes quantités, partout et à faible coût. À ces titres, il serait plus pertinent de chercher à l'améliorer plutôt que de le remplacer.

Parallèlement, le secteur doit relever un défi majeur, celui de la décarbonation. L'industrie du ciment — liant du béton, mais également source principale de son impact environnemental — est responsable de 7 à 8% des émissions mondiales de CO₂, principalement liées à la production du clinker, constituant essentiel du ciment². Environ 60% de ces émissions proviennent de la décomposition chimique du calcaire — matière première dominante du clinker (environ 80%) — lors de sa cuisson, le reste étant imputable à l'énergie nécessaire pour atteindre des températures proches de 1450°C. Face à ces enjeux, le béton bas carbone apparaît comme une solution clé pour concilier les besoins croissants en infrastructures et la réduction des émissions.

LE BÉTON BAS CARBONE

Le béton bas carbone désigne un béton dont l'empreinte grise — sur l'ensemble de son cycle de vie, de l'extraction des matières premières à la fin de vie — est réduite par rapport à un béton de référence, pour une application donnée et dans un contexte précis de classe d'exposition et de résistance. Il s'agit donc d'une notion relative: un béton est dit «bas carbone» vis-à-vis d'une situation de référence, et non de manière intrinsèque.

Les émissions grises d'une structure en béton se concentrent majoritairement lors de la production et de la construction. Ces étapes constituent un levier déterminant, souvent sous-estimé, pour réduire rapidement l'impact environnemental, tandis que la fin de vie demeure une échéance plus lointaine.

1. Office fédéral de l'environnement (OFEV), *Surface forestière de la Suisse*, 1^{er} septembre 2023, publié en ligne: bafu.admin.ch/fr/surface-forestiere-de-la-suisse [consulté le 19 mars 2026].

2. Michael Purton, «Cement is a big problem for the environment. Here's how to make it more sustainable», *The Print*, 15 septembre 2024, theprint.in/environment/cement-is-a-big-problem-for-the-environment-it-can-be-made-more-sustainable/2268401/

L'APPROCHE HOLISTIQUE: LA SOLUTION POUR UN BÉTON BAS CARBONE

Près de 90% de l'empreinte carbone du béton provient de la production du clinker³. Sa substitution partielle par des additions minérales réactives constitue donc l'un des leviers les plus puissants. Cette approche a conduit au développement de ciments composés intégrant, par exemple, du laitier de haut fourneau ou des cendres volantes⁴. En Suisse, elle est déjà largement mise en œuvre: en 2024, 64,3%⁵ des ciments contenaient entre 21 et 35% d'ajouts, principalement du calcaire cru et du schiste calciné. Ces taux de substitution devront encore augmenter pour réduire significativement les émissions.

Les ajouts les plus couramment utilisés se heurtent cependant à deux limites majeures. La première tient à leur disponibilité locale: ces sous-produits industriels ne sont pas disponibles partout — le laitier dépend de la sidérurgie, très limitée en Suisse. La seconde concerne leur disponibilité globale: à l'échelle mondiale, les ressources en laitier et en cendres volantes ne permettraient de substituer qu'environ 15% de la production de ciment. Par conséquent, les ciments fortement composés de ces ajouts, bien qu'adaptés à des contextes locaux, ne peuvent être généralisés à l'échelle mondiale.

Dès lors, se pose la question des matériaux capables de remplacer le clinker et de leur disponibilité. Le ciment de calcaire et d'argile calcinée (*Limestone Calcined Clay Cement* ou LC3), inventé à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), constitue une réponse particulièrement prometteuse. Il s'agit d'un ciment composé permettant de substituer à 50% (ou plus) le clinker par un mélange d'argile calcinée et de calcaire cru. Le principe

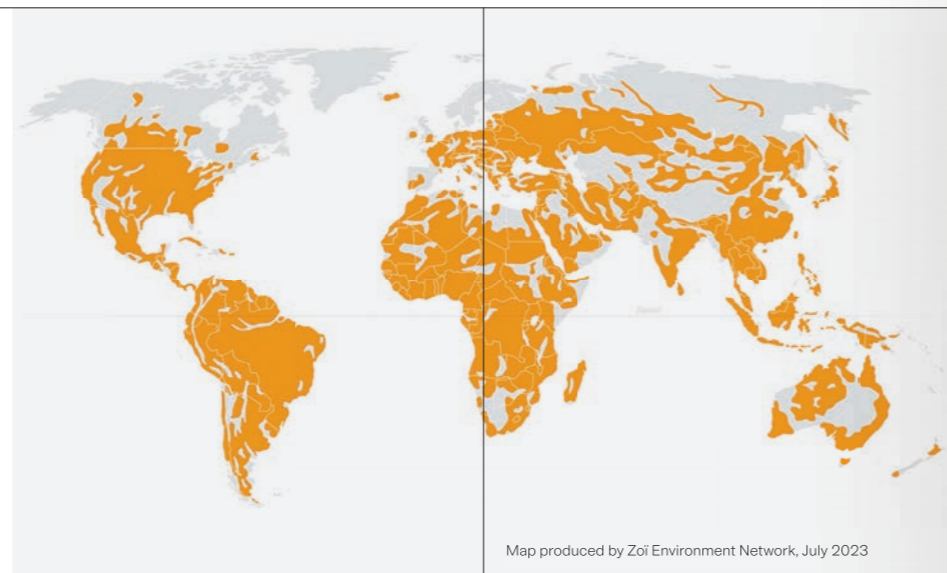


Fig.1: Distribution (en orange) des sols riches en argile kaolinique à l'échelle mondiale. Très largement répandus, ces gisements sont particulièrement présents dans les régions et pays où la demande en ciment est en forte croissance (Afrique, Amérique latine, Inde..)

est relativement simple: l'argile, chauffée à environ 800°C, subit une déshydroxylation⁶; sa structure cristalline se désorganise alors, la rendant hautement réactive. Le béton à base de LC3-50 (avec 50% de clinker substitué) présente des propriétés mécaniques (voir fig.2) ainsi que d'excellentes performances de durabilité comparables, voire supérieures à celles des bétons conventionnels à base de ciment Portland. Les gains environnementaux sont conséquents: une substitution de 50% du clinker réduit d'environ 40% les émissions de CO₂ par kilogramme de ciment. À cela s'ajoute l'intérêt majeur: la disponibilité quasi universelle des constituants du LC3. La plupart des gisements argileux contenant au moins 30% de kaolinite sont exploitables (voir fig.1) et les gisements de calcaire sont extrêmement abondants. Ensemble, ces matériaux pourraient couvrir une part importante, voire la totalité de la demande mondiale en ciment. Le LC3 est aujourd'hui déployé dans plusieurs pays, fruit de travaux de recherche approfondis et d'une collaboration étroite entre milieux académiques, industriels, institutions publiques et acteur-trices promouvant ces pratiques, en particulier où la demande est en pleine transition. Cette mise en réseau a permis de développer un matériau prêt à l'emploi, aux performances éprouvées. On dénombre actuellement environ 35 sites de production d'argile calcinée, pour une production annuelle de l'ordre de 15 millions de tonnes. À l'échelle mondiale, le potentiel de réduction des émissions de CO₂ est estimé entre 400 et 800 millions de tonnes par an en cas d'adoption à grande échelle, soit 10 à 20 fois les émissions d'un pays comme la Suisse. Dans notre pays, ce ciment est d'ores et déjà disponible et

il est utilisé sur de nombreux chantiers (voir fig.3-4), avec des résultats favorables. Les producteur-trices de ciment disposent d'un deuxième levier pour réduire les émissions: l'optimisation de la production elle-même. Celle-ci repose en particulier sur l'amélioration de l'efficacité des fours, le recours à des combustibles alternatifs et l'utilisation de substituts aux matières premières. En Suisse, ces pratiques sont déjà largement déployées. Les installations modernes atteignent des niveaux de performance élevés: environ 73% du mix énergétique des cimenteries provient de combustibles alternatifs et plus de 12% des matières premières du clinker sont issues de matériaux de substitution ou du recyclage du béton⁷.

La fabrication du béton constitue un troisième levier majeur, à travers l'optimisation des formulations. Des techniques éprouvées permettent de réduire significativement la quantité de ciment nécessaire, notamment grâce aux adjuvants (réducteurs d'eau) et à l'optimisation de l'empilement granulaire. Le déploiement

- Mission Possible Partnership, «New insights: Calcined clay tackling carbon embodied in construction», 23 juillet 2025, missionpossiblepartnership.org/news/2025/7/23/calcined-clay-tackling-carbon-embodied-in-construction/
- Le laitier de haut fourneau et les cendres volantes sont des sous-produits, respectivement de la sidérurgie et de la combustion du charbon.
- Cemsuisse — Association suisse de l'industrie du ciment, *Rapport annuel 2025*, p.7, report2025.cemsuisse.ch/

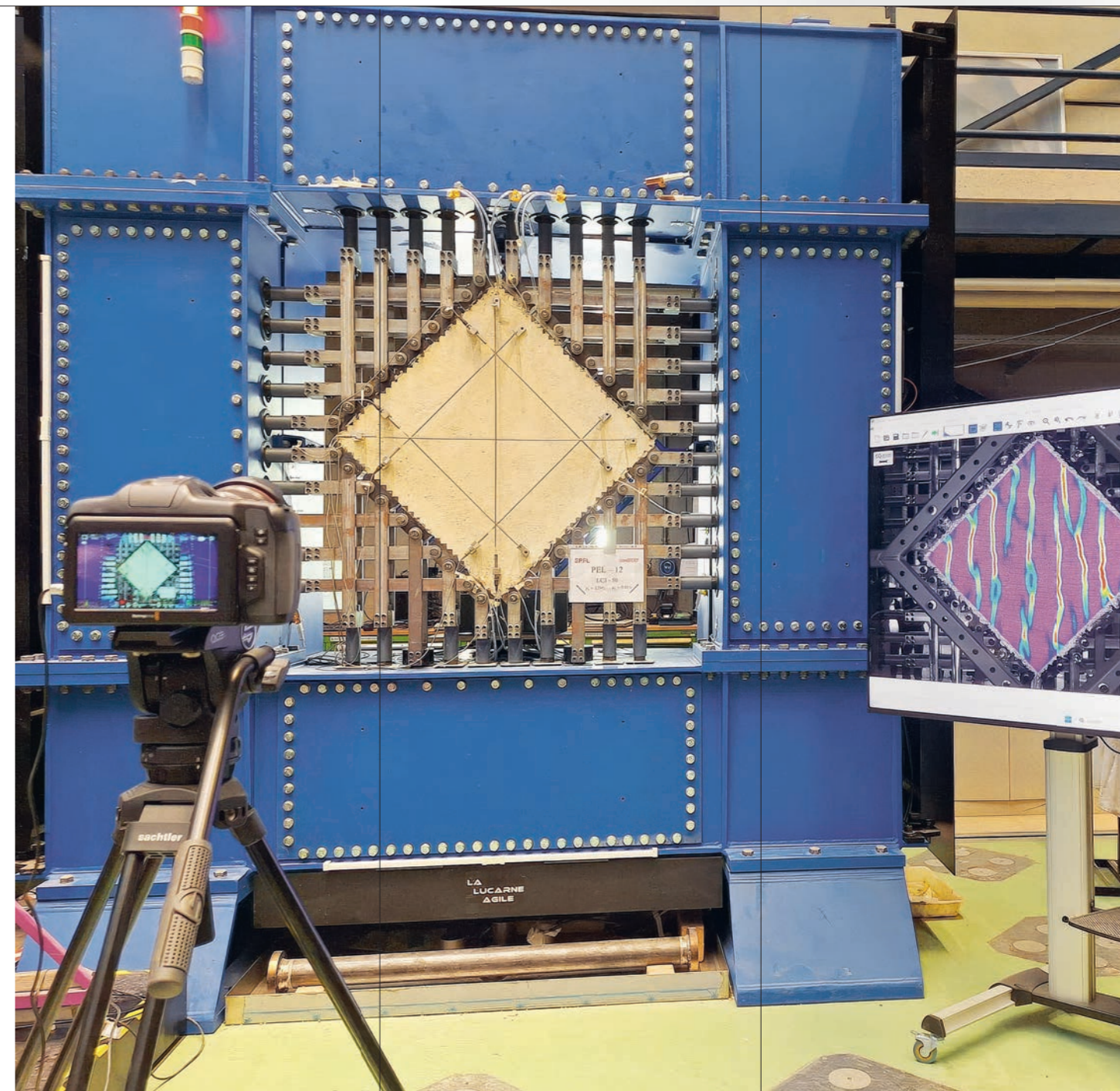


Fig.2: Test d'un panneau armé en LC3 réalisé par le Professeur Ruggiero à l'EPFL. Le LC3 démontre d'excellentes performances pour tous types d'éléments structurels. De nombreuses études et des applications à grande échelle en génie civil, notamment en Colombie, en attestent.

de ces méthodes reste toutefois limité par des normes imposant des dosages minimaux en ciment. Héritées d'une époque antérieure aux superplastifiants de dernière génération (éther de polycarboxylate, PCE), ces prescriptions conduisent souvent à des bétons surdimensionnés, générant des émissions évitables. Une évolution de ces cadres normatifs est donc nécessaire pour exploiter pleinement ces leviers.

L'organisation de la production constitue un ultime levier. Dans de nombreux contextes, une production non centralisée entraîne des pertes de matière et un moindre contrôle des formulations.

À l'inverse, les centrales à béton prêt à l'emploi et les unités de préfabrication permettent une production maîtrisée et efficace. Ces pratiques, déjà bien établies en Suisse, représentent un atout stratégique dans les pays du Sud global.

Au-delà des matériaux et des procédés, le rôle de la conception des structures est déterminant. L'empreinte carbone d'un même élément structurel peut facilement varier du simple au double selon les choix de conception. Dans certains cas, les éléments restent surdimensionnés par prudence. Le recours à des outils avancés et à des méthodes d'optimisation va permettre de réduire significativement les quantités

de matériaux nécessaires, tout en maintenant des niveaux de sécurité élevés. Cette approche suppose une collaboration étroite entre architectes, ingénieurs et maîtres d'ouvrage ainsi que l'utilisation d'outils intégrant des données environnementales. Des initiatives comme la Global Building Data Initiative (GBDI)⁸ ou des logiciels d'optimisation structurelle illustrent le potentiel de ces méthodes.

Enfin, la réduction de l'empreinte grise passe également par le prolongement de la durée de vie des structures et le développement d'une économie circulaire des matériaux. Le choix judicieux de matériaux, des stratégies de maintenance adaptées

Fig.3-4: Écublens, EPFL, chantier du Double Deck en mars 2026, où du béton LC3 a été utilisé, en particulier pour la réalisation des murs. Sur l'image ci-contre, la différence de teinte entre le béton à base de LC3, à gauche, et un béton conventionnel, à droite, est clairement visible. Malgré cet écart, leurs performances sont équivalentes. L'image de droite présente une vue d'ensemble du chantier avec des murs en LC3.



et une conception favorisant la durabilité répartissent l'impact environnemental sur une période plus longue. Parallèlement, le recyclage du béton issu de la déconstruction ou des retours de chantier permet de produire des granulats recyclés ou des matières premières de substitution pour le clinker. L'utilisation de granulats recyclés peut toutefois nécessiter un surdosage en ciment afin de maintenir certaines performances, notamment la fluidité, ce qui renforce encore l'intérêt des ciments bas carbone, malgré les progrès rapides des innovations dans le domaine du recyclage. En Suisse, certaines gammes de béton intègrent déjà ces approches, contribuant à réduire la consommation de ressources naturelles. À l'instar de l'acier ou du PET, le béton est par ailleurs lui aussi recyclable.

La combinaison de tous ces leviers permettrait de réduire les émissions liées à la construction en béton de près de 80% par rapport à un scénario sans évolution des pratiques actuelles⁹. Sans adaptation, la croissance économique des pays du Sud global s'accompagnera vraisemblablement d'une hausse des émissions liées au ciment (voir fig.5A). À l'inverse, la transition vers le LC3, l'optimisation des formulations de béton et une conception plus efficiente découpleraient la croissance et les émissions de CO₂ (voir fig.5B). Des solutions additionnelles, comme le captage et le stockage du CO₂, pourraient permettre d'atteindre la neutralité carbone d'ici à 2050. Toutefois, elles restent coûteuses et ne doivent pas détourner l'attention des leviers les plus efficaces et immédiatement mobilisables.

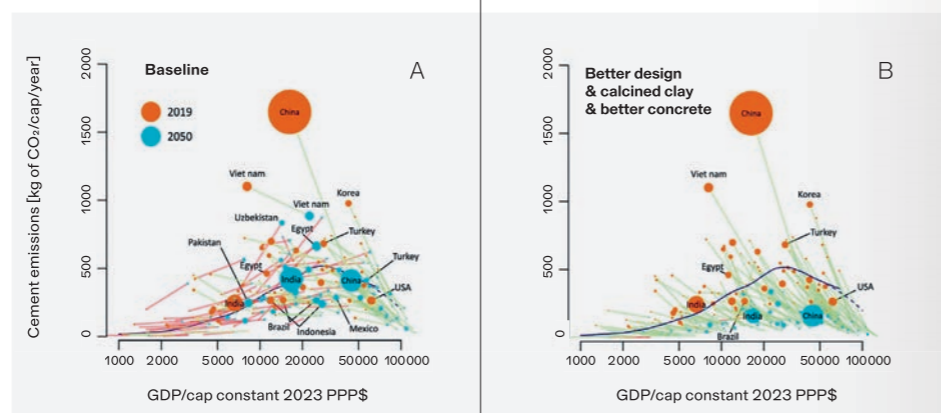


Fig.5: (A) Trajectoires actuelle des émissions liées au ciment selon les pays, en fonction du PIB par habitant; (B) trajectoires intégrant des stratégies d'amélioration dans la conception, de généralisation du LC3 et d'optimisation des formulations de béton. Les trajectoires ascendantes en (A) montrent un développement associé à une augmentation des émissions. À l'inverse, le scénario (B) montre qu'il est possible de réduire les émissions de CO₂, tout en développant la croissance économique¹⁰.

CONCLUSION

Le béton reste, à l'échelle mondiale, irremplaçable: aucun autre matériau ne combine à ce point disponibilité, performance et coût réduit. Il doit toutefois être désormais envisagé et utilisé dans une version à faible empreinte carbone. Cela implique un changement en profondeur des pratiques de toute la chaîne de valeur de la construction. Des solutions existent et sont aujourd'hui connues; leur généralisation suppose toutefois des changements systémiques dans les pratiques des producteur-trices de ciment et de béton, des constructeur-trices, des architectes et des ingénieur-es civil-es, mais également des pouvoirs publics, à travers d'évolutions normatives susceptibles de les soutenir.

En Suisse, cette transition est déjà en marche, notamment dans les domaines de l'enseignement et de la recherche. À l'EPFL, un mineur en construction durable a été lancé à la rentrée 2025-2026. Ouvert à des étudiant-es de disciplines variées — architecture, génie civil,

science et génie des matériaux, entre autres —, il permet d'aborder la durabilité de manière interdisciplinaire par un ensemble de cours facultatifs. Dans cette dynamique, le Centre for Worldwide Sustainable Construction (CWSC) promeut des pratiques plus durables dans le secteur et agit également auprès des professionnel-les. En collaboration avec l'EPFL et l'École nationale des ponts et chaussées (Champs-sur-Marne, France), il lancera en janvier 2027 un Certificate of Advanced Studies (CAS) «Durabilité de l'environnement bâti», destiné à accompagner la transformation concrète des projets et des pratiques actuelles du secteur.

Ces initiatives témoignent d'un engagement fort en faveur de la formation des professionnel-les de demain et de l'évolution des pratiques. Rapidité d'action, collaboration et audace apparaissent comme des leviers essentiels pour réinventer une industrie stratégique et léguer aux générations futures un cadre de vie durable.

6. La déshydroxylation des argiles correspond à la libération des groupes hydroxyles (OH⁻) présents dans leur structure cristalline, généralement entre 400 et 600°C, sous forme de molécules d'eau.
7. Cemsuisse — Association suisse de l'industrie du ciment, *Rapport annuel 2025*, p.18 et 31, report2025.cemsuisse.ch/
8. Voir: gbdlio
9. Josefine A. Olsson, Sabbie A. Miller et Mark G. Alexander, «Near-term pathways for decarbonizing global concrete production», *Nature Communications*, n°14, 2023, doi.org/10.1038/s41467-023-40302-0
10. Cyrille Dunant, Hisham Hafez, Alastair T.M. Marsh et al., «Timely deployment of best-in-class technologies to enable development and decarbonise construction», *Nature Communications*, n°17, 799, 2026, doi.org/10.1038/s41467-025-67489-8

LE RÉEMPLOI DU BÉTON

Lausanne, parking du Simplon avant déconstruction.
Photo: Patrick Klein, CFF, 2025

MALÉNA BASTIEN MASSE
INGÉNIEURE CIVILE SIA, DR ÈS SC. EPFL,
PROFESSEURE HES ASSOCIÉE ET RESPONSABLE
DE LA FILIÈRE GÉNIE CIVIL À HEPIA,
GENÈVE

CÉLIA KÜPFER
ARCHITECTE SIA, DR ÈS SC. EPFL,
PROFESSEURE ASSISTANTE À MCGILL UNIVERSITY,
MONTRÉAL, CANADA



Renens, projet MixCity, sciage d'une dalle en béton coulée sur place. Photo: Célia Küpfer, EPFL, 2023

celui effectué avant une transformation. Il s'agit d'analyser la géométrie de la structure (épaisseur des éléments, disposition et diamètre des armatures), d'identifier les propriétés des matériaux (béton et acier), d'établir un inventaire des éléments et d'évaluer leur état⁵. Pour ce faire, l'étude du dossier de l'ouvrage, des inspections ainsi que des essais — destructifs et non destructifs — sont nécessaires. Bien que le coût de cette démarche puisse sembler élevé de prime abord, il ne représente généralement qu'une fraction des coûts globaux du projet. Sur la base de ce diagnostic, il devient possible d'écartier les éléments trop endommagés et d'élaborer un plan de déconstruction.

Une application rigoureuse de ses principes implique en effet de chercher d'abord à éviter la démolition d'une structure existante, en prolongeant au maximum son utilisation, quitte à en modifier l'affectation, à la transformer ou à la renforcer.

Certains projets récents à Genève témoignent du potentiel de ces transformations lourdes, comme la reconversion de l'ancien manège de Saint-Léger en maison de quartier par la Ville de Genève, réalisée par le bureau Estar (Genève) et livrée en 2021³, ou encore la transformation de l'immeuble Normandie, initialement conçu par Jean-Marc Lamunière en 1978, en 121 logements — une opération menée par Brauen Wälchli Architectes (Lausanne) et finalisée en 2025⁴.

Lorsque la conservation n'est plus possible, notamment en raison de l'évolution des besoins urbains, le réemploi apparaît comme une solution permettant de préserver des éléments entiers d'une structure existante en béton armé. Il consiste à mettre en œuvre une déconstruction soignée afin d'extraire les éléments et de les rendre disponibles pour de nouveaux projets. Idéalement, pour exploiter pleinement leurs capacités, les éléments sont réemployés pour un usage identique: une dalle redevient ainsi une dalle dans un nouveau bâtiment.

Pour une structure en béton coulée sur place, et donc monolithique, la planification de la déconstruction afin d'en extraire plusieurs éléments requiert un travail de conception minutieux de la part de l'ingénieur-e. Il s'agit notamment de déterminer la taille des éléments à extraire, souvent par sciage, de planifier l'échafaudage et de prendre en compte les capacités de levage sur le chantier ainsi que les contraintes de transport. L'objectif est de maximiser le potentiel de réemploi, tout en respectant les contraintes techniques et logistiques du chantier.

Parallèlement, en l'absence de revendeur-euses d'éléments en béton de réemploi, la recherche de projets receveurs capables d'intégrer ces éléments dans leur structure doit être anticipée et activement menée. Le diagnostic réalisé en amont sert alors de base à la conception des nouvelles structures. Pour faciliter cette recherche, deux approches ont été testées avec succès en Suisse ces quatre dernières années.

À Bâle, le parking de Lysbüchel, construit en 1970, devait être déconstruit pour laisser place à un nouveau quartier, Walkeweg Nord. Le Service immobilier de Bâle-Ville (Immobilien Basel-Stadt, IBS) a identifié une opportunité de réemploi des éléments préfabriqués de cette structure. Un inventaire et un diagnostic ont été menés, puis intégrés aux programmes de deux concours d'architecture organisés en 2022-2023⁶, pour lesquels IBS a assuré la maîtrise d'ouvrage. Les deux projets lauréats ont proposé de réutiliser structurellement une grande partie des éléments issus du parking, confirmant l'intérêt d'une déconstruction soignée, qui a débuté en 2024. S'agissant d'une structure largement préfabriquée, la déconstruction a été réalisée en inversant les étapes de construction: les joints ont été sciés avant la dépose de chaque élément. Le fait que le maître d'ouvrage soit identique pour les projets donneurs et receveurs a simplifié les procédures administratives et consolidé la coordination entre structures donneuses et receveuses.

COMMENT GÉNÉRALISER UNE PRATIQUE DE NICHE?

PAR MALÉNA BASTIEN MASSE ET CÉLIA KÜPFER

Le béton est le matériau roi de la construction en Suisse et ailleurs. À l'autre extrémité de la chaîne de valeur, il représente environ un tiers des déchets de construction et de démolition en Suisse¹. La gestion et la valorisation de ce matériau, jusqu'ici considéré comme un déchet, s'imposent comme un enjeu central pour le secteur de la construction, notamment dans un territoire contraint comme le canton de Genève².

L'économie circulaire apparaît comme l'une des réponses à cet enjeu: elle vise à préserver les ressources et à maximiser leur utilisation, en évitant la production de déchets. Son application doit cependant aller au-delà du simple recyclage du béton de démolition en granulats, qui constitue la dernière étape de cette stratégie circulaire.

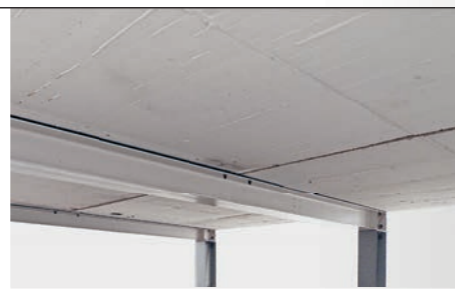
1. Marcel Gauch, Cecilia Matasci, Ingrid Hincapié, Raphael Hörler, Heinz Böni, *Material- und Energieressourcen sowie Umweltauswirkungen der baulichen Infrastruktur der Schweiz*, Projekt MatCH-Bau, Saint-Gall, Empa - Materials Science & Technology, 2016, p. 49, publié en ligne: empa.ch/web/s506/care-project-match
2. «Un marché juteux: les dessous insoupçonnés des gravats suisses», *Temps présent*, Radio Télévision Suisse (RTS), 22 août 2024, rts.ch/play/tv/temps-present/video/un-marche-juteux-les-dessous-insoupconnes-des-gravats-suisse?urn=urn%3Aarts%3Avideo%3A15112222
3. Isabel Concheiro, «Les transformations de l'ancien manège de Genève», *Tracés*, 13 décembre 2021, espazium.ch/fr/actualites/les-transformations-de-lancien-manege-de-geneve
4. «Immeuble Normandie, reconversion d'un immeuble administratif en logements, Genève», Lausanne, Brauen Waelchli Architectes, brauenwaelchli.com/portfolio/featured/Reconversion
5. Julie Devènes, Maléna Bastien Masse et Corentin Fivet, «Reusability Assessment of Reinforced Concrete Components Prior to Deconstruction from Obsolete Buildings», *Journal of Building Engineering*, vol. 84, mai 2024, doi: [10.1016/j.jobe.2024.108584](https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.108584)
6. *Wohnüberbauung Walkeweg Baufelder C/D, Neubau*, Bâle, Kanton Basel-Stadt, Immobilien Basel-Stadt, bs.ch/schwerpunkte/bauprojekte/seiten/hochbau-projekte/wohnüberbauung-walkeweg-baufelder-cd-neubau; *Schliengerweg 31*, bs.ch/schwerpunkte/bauprojekte/seiten/hochbauprojekte/schliengerweg-31-neubau

REPENSER LA DÉCONSTRUCTION

En théorie, le réemploi du béton évoque l'image des briques colorées de notre enfance, que l'on peut assembler et désassembler à l'infini. En pratique, cette approche se révèle souvent complexe à mettre en œuvre pour une structure en béton. Elle exige surtout de repenser les phases de projet, à commencer par la planification de la fin de vie d'un bâtiment, qui doit intégrer une réflexion approfondie sur le potentiel de réemploi de sa structure. Cela implique notamment de réaliser un diagnostic détaillé, similaire à



Genève, éléments de dalles en béton prêtes au réemploi et débris de démolition. Photo: Numa Bertola, EPFL, 2023



Fribourg, EPFL, prototype de plancher porteur FLO:RE construit avec des dalles en béton de réemploi. Photo: Célia Küpfer, EPFL, 2023



Bâle, parking Lysbüchel, nettoyage des éléments déconstruits. Photo: Maléna Bastien Masse, EPFL, 2024

LES CHÂÎNS MANQUANTS

Malgré ces exemples encourageants, le passage à une généralisation du réemploi du béton se heurte encore à des obstacles majeurs. Les projets de déconstruction et de réemploi restent aujourd'hui largement portés par des acteur-trices particulièrement engagé-es, qu'il s'agisse des mandataires ou des maîtres d'ouvrage. Les barrières actuelles sont de trois ordres: logistique, en raison de la complexité de la gestion des flux de matériaux; économique, du fait des investissements nécessaires dès les premières phases de projet; et juridique, avec un cadre normatif et contractuel encore peu adapté à ces nouvelles pratiques.

Cependant, des évolutions législatives, comme l'intégration du réemploi dans les articles 117 et 118 de la *Loi sur les constructions et les installations diverses* (LCI) à Genève¹⁵, commencent à imposer cette approche, incitant progressivement l'ensemble des acteur-trices à s'adapter. Cette contrainte légale devrait accélérer le développement de solutions techniques robustes et accessibles. La mise en place de procédures standardisées, telles que celles proposées par les normes danoises¹⁶ et norvégiennes¹⁷ sur l'évaluation de la réutilisabilité d'éléments préfabriqués, la rédaction de guides pratiques et le développement de formations conçues pour la diversité d'acteur-trices impliqués faciliteraient l'adoption de ces méthodes.

Un autre type d'accélérateur résiderait dans la création d'entreprises spécialisées ou l'extension d'entreprises existantes, éventuellement avec le soutien de l'État pour leur démarrage. Ces entreprises spécialisées pourraient prendre en charge le stockage, la recertification et la redistribution des éléments de béton. Elles permettraient ainsi de rompre le lien de dépendance contraignant entre les projets donneurs et receveurs et de rendre le réemploi plus fluide et systématique. L'objectif final est de tendre vers une vraie économie circulaire du béton, dans laquelle le réemploi deviendrait la norme plutôt que l'exception.

de leur règlement d'application (empreinte carbone des matériaux de construction), Genève, État de Genève, Département du territoire, Office cantonal de l'énergie (OCEN), novembre 2025, ge.ch/node/41052

16. *Guidelines for Reusability Assessment of Existing Concrete Elements — Concrete Technology*, Nordhavn, Danish Standards Foundation, DS/INF 671, 2025.

17. *Norwegian Standards for Hollow Core Slabs for Reuse*, Oslo, Standards Norge, NS 3682, 2022.

À l'inverse, le projet de déconstruction du parking du Simplon à Lausanne — une structure en béton armé coulée sur place construite sur cinq étages en 1986 — illustre les défis que pose une déconstruction soignée dans le cas où le maître d'ouvrage ne peut réemployer lui-même les éléments. Prévue pour 2026–2027, cette déconstruction s'inscrit dans le cadre des travaux de transformation de la gare de Lausanne. Pour explorer le potentiel de réemploi des dalles de la structure, les Chemins de fer fédéraux suisses (CFF) ont commandé un diagnostic, réalisé par AFRY Suisse (Lausanne) au sein du consortium d'ingénierie 4G (Lausanne), avec les conseils de chercheurs et de chercheuses du Laboratoire d'essais des matériaux et structures (LEMS) de la Haute école de paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève (HEPIA). Après l'exclusion des zones dégradées (fissures, éclats et corrosion des armatures), qui ne représentaient que 5% de la surface totale des dalles, un premier plan de sciage a été établi. Celui-ci reposait sur des éléments standards d'environ 2,5 x 3,3 mètres, respectant la trame de la structure existante. Cette approche a ainsi permis d'envisager la mise à disposition d'environ 5000 m² de dalles au réemploi, soit plus de 600 éléments.

Avec le soutien de Matériuum (Genève) — une association qui promeut et facilite le réemploi dans les milieux de la construction et de la culture —, les CFF ont lancé en 2025 un appel à projets auquel plus d'une douzaine d'équipes ont répondu⁷. Une phase de discussions et d'échanges qui s'est ensuite engagée a permis d'évaluer le niveau de maturité des projets

candidats, d'analyser les demandes des porteur-euses de projets (quantités, dimensions des éléments, délais, besoins en transport et en stockage) et de valider la capacité financière de ces dernières à assumer le prix proposé pour les dalles. Celles-ci sont en effet vendues à un prix couvrant les surcoûts liés à la déconstruction par sciage, par rapport à une démolition classique. Une déconstruction de la structure du parking en deux phases, en lien avec le phasage des travaux de la gare, permet également de donner davantage de temps de développement aux projets encore en phase préliminaire. Une fois l'engagement formel des maîtres d'ouvrage des projets receveurs obtenu, la première phase de déconstruction a été validée et le plan de sciage ajusté pour répondre aux exigences spécifiques des différents projets, tout en garantissant une logistique efficace sur le site.

Pour ces deux cas, la planification de la déconstruction a bénéficié d'une anticipation suffisante de la part des maîtres d'ouvrage. Ceux-ci ont planifié les diagnostics des structures, permettant ainsi d'évaluer le potentiel de réemploi des éléments. Sur cette base, les projets receveurs ont pu être identifiés et les discussions nécessaires engagées. Le stockage s'est révélé être une contrainte majeure, en particulier pour les projets receveurs qui n'étaient pas encore en phase d'exécution au moment de la déconstruction des projets donneurs. Dans le cas du parking du Simplon, une autre difficulté est apparue: la nécessité d'un engagement précoce des maîtres d'ouvrage des projets receveurs, parfois même avant la mise à l'enquête ou la validation des budgets de leurs projets. Ce frein a été surmonté grâce à l'engage-

ment actif des mandataires et à la volonté de maîtres d'ouvrage déterminés à adopter une approche «bas carbone», favorable au réemploi du béton.

Si la déconstruction est prévue dès l'appel d'offres, il est possible de bénéficier de l'effet de marché et donc d'obtenir des prix compétitifs de la part des entreprises. Le maître d'ouvrage du bâtiment donneur pourra ensuite répercuter les surcoûts liés à une déconstruction soignée sur les projets receveurs.

METTRE EN ŒUVRE LE RÉEMPLOI

Le réemploi d'éléments de béton devient graduellement une pratique concrète, ainsi qu'en témoignent plus de 70 projets répertoriés à ce jour dans l'*Atlas of Reused Concrete*⁸ — le plus ancien datant des années 1960. Cette plateforme permet d'explorer des études de cas variées, incluant pour chaque projet une fiche descriptive (acteur-trices, données techniques, images et références bibliographiques). En Suisse, des réalisations récentes ont confirmé le potentiel de la méthode. Sur le projet MixCity, à Renens, des éléments de dalles sciées ont été insérés verticalement entre des profilés métalliques fichés dans le sol afin de créer une paroi berlinoise, qui permet de soutenir le terrain plus haut de la parcelle voisine⁹. À Zurich, le même type d'éléments ont servi de semelles de fondation pour des colonnes¹⁰ dans un projet de transformation d'anciennes halles CFF. D'autres initiatives ont également démontré

la faisabilité de concevoir des pavages avec des dalles de béton réemployées, sous réserve d'une évaluation rigoureuse des contraintes de durabilité, notamment face aux cycles de gel-dégel et face à l'exposition aux sels de déverglaçage.

Le développement de nouvelles solutions pour la construction avec du béton de réemploi se poursuit, portées conjointement par le monde académique et par le secteur privé. Plusieurs prototypes récents ont démontré la faisabilité des techniques proposées. Le plancher FLO:RE, développé par le Structural Xploration Lab (SXL) de l'EPFL, montre comment des dalles de réemploi peuvent être associées à des poutres en acier (éventuellement également issues du réemploi) dans des structures porteuses efficaces et bas carbone¹¹. Dans le prolongement de ces travaux, des planchers en béton de réemploi précontraint, composés de modules de 2,4 x 2,4 mètres, ont été récemment développés grâce à la collaboration entre la Société Coopérative 2401 (Lausanne), Itten+Brechbühl (Lausanne) et les entreprises VSL Schweiz (Berne) et Marti Construction (Lausanne)¹². Enfin, la tour Re:bble, également conçue par le SXL de l'EPFL, a révélé une nouvelle approche esthétique du réemploi, par la combinaison de murs en maçonnerie fabriqués à partir de débris de béton issus de démolitions traditionnelles avec des dalles de réemploi¹³. Dans tous ces cas, les bénéfices environnementaux sont indéniables, avec une réduction des émissions de CO₂ pouvant atteindre en moyenne 80% pour des dalles en béton réemployé par rapport à une solution en béton armé traditionnelle¹⁴.

7. «Déconstruction durable: une opportunité pour demain!», Renens, CFF, companysbb.ch/fr/developpement-ferroviaire/projets/suisse-romande-valais/leman-2030/nos-projets/gare-lausanne/deconstruction.html

8. Célia Küpfer, Maléna Bastien Masse et Corentin Fivet, *Atlas of Reused Concrete*, EPFL, concrete-reuse.epfl.ch/

9. A. Collaud, M. Mongillo, E. L. Niederhäuser, J. Pathé, D. Redaelli et H. Buri, «Reuse of Concrete for the Construction of a Retaining Wall: A Case Study», *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 2600, 2023, doi.org/10.1088/1742-6596/2600/19/192016

10. Franziska Quandt, «Ort beton wiederverwenden», *Espazium*, 26 décembre 2023, [espazium.ch/de/aktuelles/kreislaufwirtschaft-beton-werkstadt-sbb](https://www.espazium.ch/de/aktuelles/kreislaufwirtschaft-beton-werkstadt-sbb)

11. Célia Küpfer, Maléna Bastien Masse, Numa Bertola et Corentin Fivet, «Design, Construction and Assessment of FLO:RE — the Prototype of a Low-Carbon Building Floor Made of Reused Concrete Elements and Steel Profiles», *Architecture Structures and Construction*, vol. 5, 2025, doi.org/10.1007/s44150-025-00138-

12. J. Pathé, P. L. Gilbert, R. Schirmer, S. Lasvaux et A. Paquier, «Prestressed Segmental Slabs in Reclaimed Concrete or Stone: A Systemic and Effective Solution for Sustainable Floors», *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 16, 2025, doi.org/10.1088/1742-6596/3140/16/162006

13. Maxence Grangeot, Corentin Fivet et Stefana Parascho, «Concrete Rubble Reuse for Load-bearing Walls», EPFL, epfl.ch/labs/sxl/research/rubble-reuse/

14. C. Küpfer, N. Bertola et C. Fivet, «Reuse of Cut Concrete Slabs in New Buildings for Circular Ultra-Low-Carbon Floor Designs», *Journal of Cleaner Production*, vol. 448, 5 avril 2024, doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141566

15. *Constructions et rénovations bas carbone. Guide de mise en œuvre des articles 117 et 118 LCI et*

Ci-dessous: Mock-up avec réemploi d'éléments découpés (béton noir) en appui sur un portique ou liés à un sommier préfabriqués en béton bas carbone. Photo: archives Prelco

CAS PRATIQUES

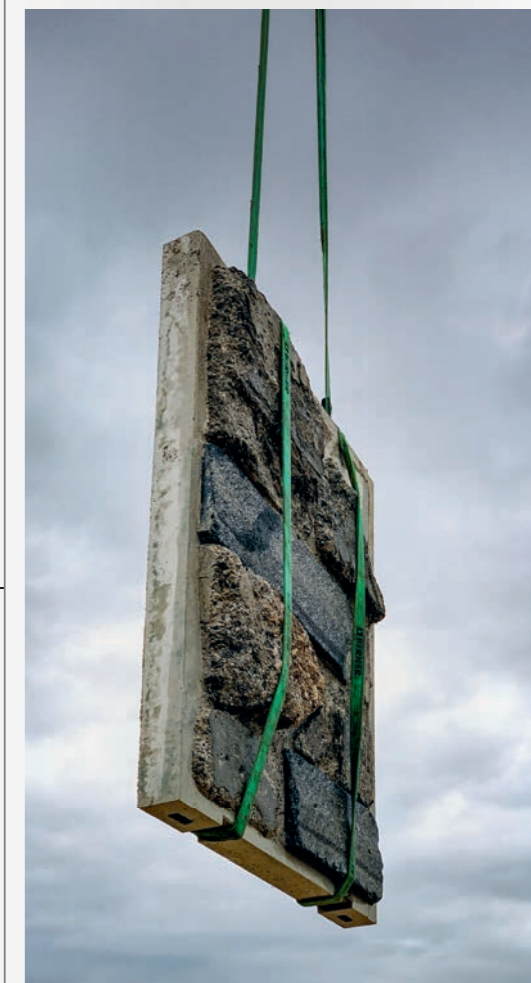
LA RÉDUCTION DE L'EMPREINTE CARBONE DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION



PAR PIERRE-ALAIN L'HÔTE

Face à l'urgence climatique et aux nouvelles exigences réglementaires, le secteur de la construction est appelé à transformer ses pratiques. Entre remise en question du tout-béton, optimisation des structures et innovations matérielles, des solutions concrètes émergent, fondées sur la sobriété, le réemploi et une utilisation plus raisonnée des ressources.

PIERRE-ALAIN L'HÔTE
ENTREPRENEUR, PRÉSIDENT DE LA FÉDÉRATION
GENEVOISE DES MÉTIERS DU BÂTIMENT (FMB)



Mur préfabriqué du Re:bble Pavilion avec insertion de grands blocs de gravats de béton et de pierre provenant de démolitions, liés par un mortier de béton recyclé à faible impact. Photo: Maxence Grangeot, EPFL, 2025

Par sa ratification de l'Accord de Paris en 2017, la Suisse s'est engagée à réduire de moitié ses émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2030 et à zéro d'ici à 2050. C'est dans ce contexte que la *Loi genevoise sur les constructions et les installations diverses* (LCI) a été modifiée en 2021 pour introduire la notion d'empreinte carbone des matériaux de construction¹. Son règlement d'application, adopté en octobre 2025, est désormais adossé à la nouvelle norme sia 390/1².

1. Voir les articles 117 et 118 qui stipulent que toute construction ou rénovation importante doit être conçue et réalisée avec des matériaux permettant de minimiser son empreinte carbone, soit le bilan des émissions de gaz à effet de serre de chaque matériau sur l'ensemble de son cycle de vie. La loi prescrit, en priorité, le réemploi des matériaux existants, puis le recours à des matériaux recyclés ou à faible empreinte carbone.
2. Cette norme fixe des seuils d'émissions de CO₂ équivalents (kgCO₂e/m².an) pour les bâtiments, en fonction de leur usage (logements, bureaux, écoles, etc.). Ces seuils tiennent compte de la performance énergétique du bâtiment, de la sobriété des matériaux, de la durée de vie des composants ainsi que de leur impact environnemental global. L'approche repose sur un budget carbone maximal à respecter sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment (construction et exploitation sur 60 ans). La norme définit deux niveaux d'ambition: la valeur cible B comme valeur de base (par analogie avec les valeurs cibles de la norme SIA 2040) et la valeur cible A, plus ambitieuse, qui explore les limites du réalisable.

Le béton armé fait l'objet de critiques sévères, pas toujours justifiées. Ce matériau, qui fut l'archétype de la modernité, est devenu le symbole des excès de la société consumériste. On confond souvent le matériau, dont les qualités constructives demeurent exceptionnelles, avec l'acte de bétonner le territoire, qui nourrit tant de débats. Notre modèle de développement est questionné, mais la croissance démographique exige des réponses raisonnées.

Le béton pose en réalité moins de problèmes que les quantités mises en œuvre, non pas qu'il faille renoncer à réduire l'impact carbone de ses constituants, à commencer par le ciment et sa part de clinker produit à très hautes températures. Sur ce thème, la recherche commence enfin à porter ses fruits et des substituts arrivent sur le marché — un début pour une industrie à laquelle on réclame une décarbonation progressive depuis au moins une décennie.

C'est une injonction communément admise que de produire moins de matière polluante, émissive ou impactante sur le plan énergétique et environnemental, mais cela est encore plus vrai si on limite l'usage du béton au strict nécessaire: aux besoins essentiels, au dimensionnement de structures performantes ou d'éléments de construction aux propriétés multiples — mécaniques, thermiques, phoniques, protection incendie, etc.

La sobriété n'est pas un concept abstrait; elle constitue une approche systémique structurante. La réduction des sections est non seulement possible, mais économiquement souhaitable. Revenir aux dalles minces, nervurées, voûtées, aux appuis continus, au renforcement des seules parties d'ouvrage sollicitées, au remplissage des sections non structurales par de la terre stabilisée ainsi qu'au recours à un mix de solutions adaptées, constitue des alternatives au tout-béton, au tout-bois, au tout-métal, au tout-verre et vient confirmer la maxime: «Le bon matériau au bon endroit pour le bon usage.»



Bloc de béton cyclopéen non armé.
Photo: archives Prelco

L'usine de préfabrication, en tant que lieu d'expérimentation, d'innovation, d'intégration de la complexité, de préparation, de sélection, de préservation et d'assemblage de techniques diverses, mais également en tant que lieu de réduction des nuisances, de respect et d'optimisation des conditions de travail, est plus que jamais en phase avec les exigences accrues de la société.

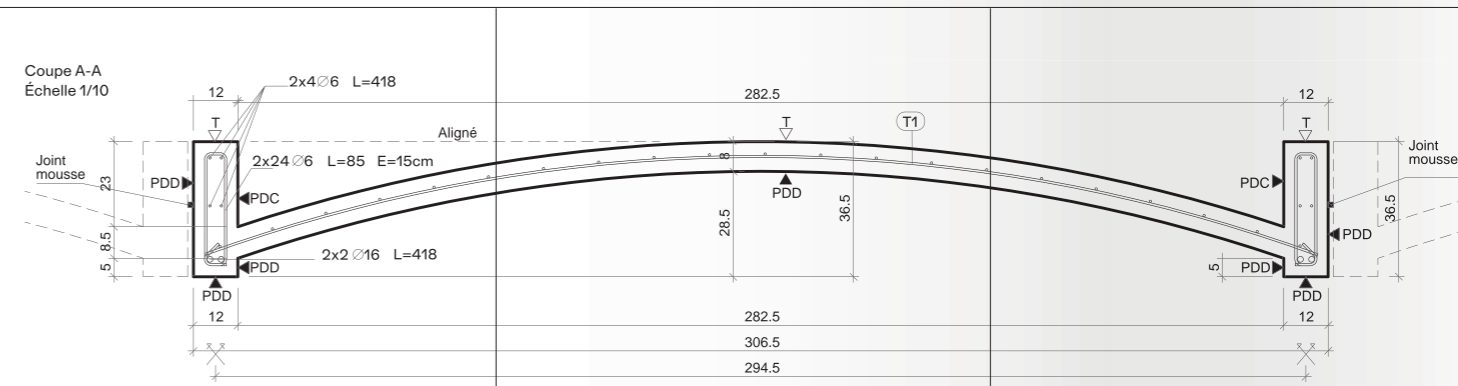
Rappelons que la nouvelle loi cantonale encourage le réemploi des matériaux de construction ou, à défaut, les matériaux recyclés ou à faible empreinte carbone.

QUELQUES EXEMPLES, PISTES DE RÉFLEXION ET RAISONS D'ESPÉRER

La question du réemploi a été investiguée dans le *Réemploi en série*, travail de master de Maxen Lançon à la Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg (HES-SO FR), traduit une ambition d'action à grande échelle. Sur la base d'une préétude de dimensionnement et de la réalisation d'un prototype sur notre site de production, un système permettant la découpe, le stockage et la réutilisation en série de dalles issues de chantiers de déconstruction a été développé. Ces éléments sont réintroduits dans de nouveaux projets à l'aide de pièces de liaison ou de portiques réalisés en béton bas carbone, garantissant leur stabilité structurelle et leur conformité

réglementaire. La valorisation de cette ressource prélevée sur les chantiers requiert une forte implication des différents acteurs concernés, à commencer par celle du maître d'ouvrage, qui devra en porter l'ambition.

Une autre recherche visant à réduire drastiquement le carbone incorporé dans la construction neuve, en lien avec le réemploi structurel et l'économie circulaire, a été menée en collaboration avec Maxence Grangeot du Structural Xploration Lab (SXL) de l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). Le procédé consiste à préfabriquer des murs porteurs à partir de grands blocs en gravats de béton et de pierre issus de la démolition, dans des conditions contrôlées, combinant la logique structurelle de la maçonnerie avec les méthodes industrialisées de la préfabrication en béton.



Ci-dessus et ci-contre: vue et coupe de principe du prototype de dalle préfabriquée voûtée en voile mince de 8[cm]. Photo: archives Prelco



Un processus optimisé a été identifié et testé en usine. Il consiste à sourcer des blocs minéraux plats de grande taille provenant de sites de démolition ou de centres de recyclage, à les inventorier numériquement à l'aide d'une photographie de chaque élément, à déterminer virtuellement leur assemblage optimal afin de maximiser la capacité portante tout en minimisant le volume de vides, à les disposer horizontalement sur une table de préfabrication, à couler un béton recyclé à faible impact dans les interstices, puis à redresser le mur après durcissement. La production de plusieurs murs dans nos ateliers, puis leur assemblage, ont permis d'évaluer la

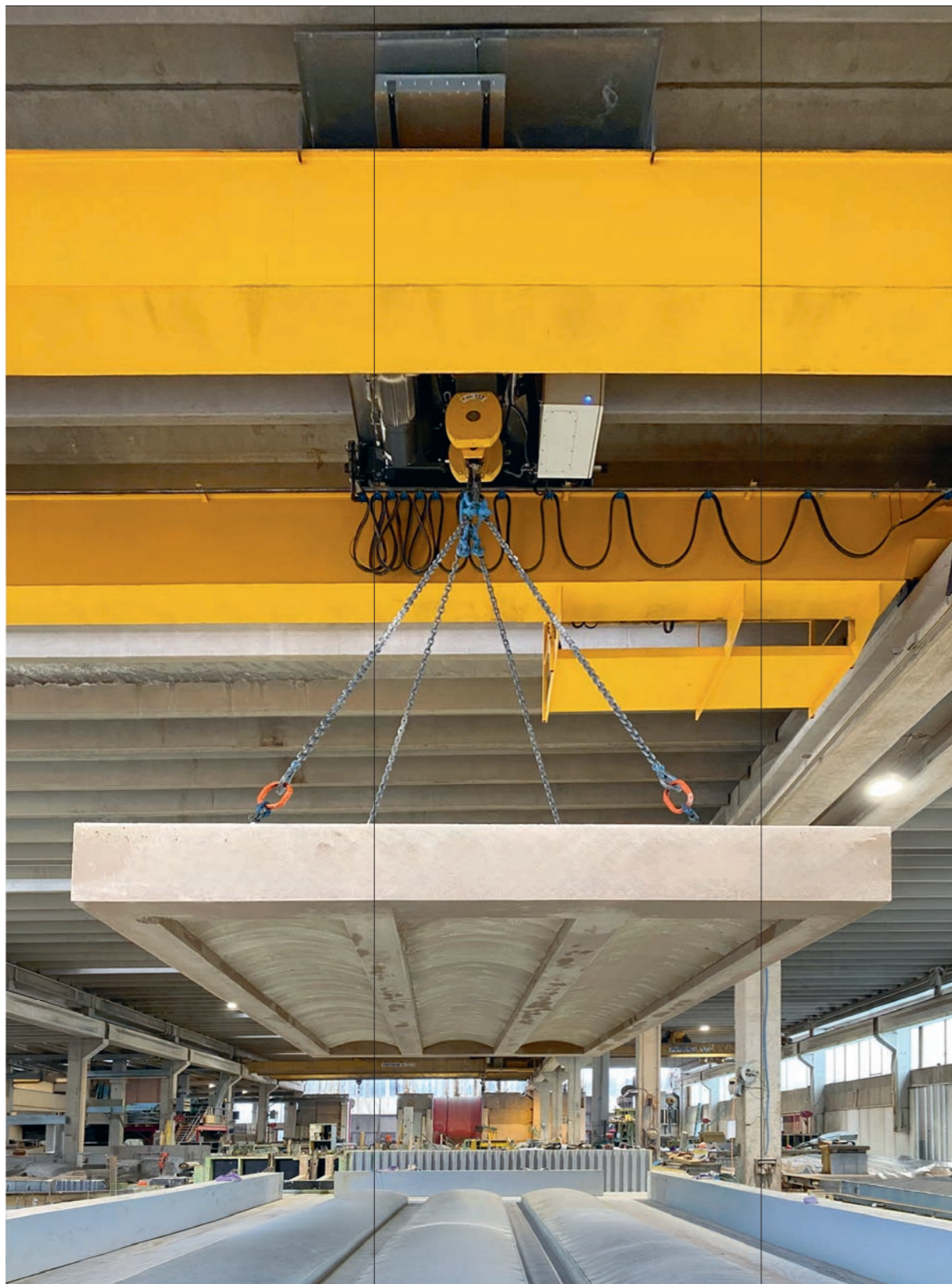
faisabilité, les performances environnementales, le comportement structurel ainsi que la productivité et les possibilités d'amélioration du procédé. Une analyse du cycle de vie indique une réduction potentielle allant jusqu'à 79% des émissions de CO₂ par rapport à des murs en béton recyclé.

Le recyclage des bétons, des rebuts de production ou des déchets industriels n'est pas nouveau. Il est pratiqué depuis plus de vingt ans dans une indifférence presque totale, jusqu'à récemment. La normalisation a progressé en 2021 avec la publication du cahier technique

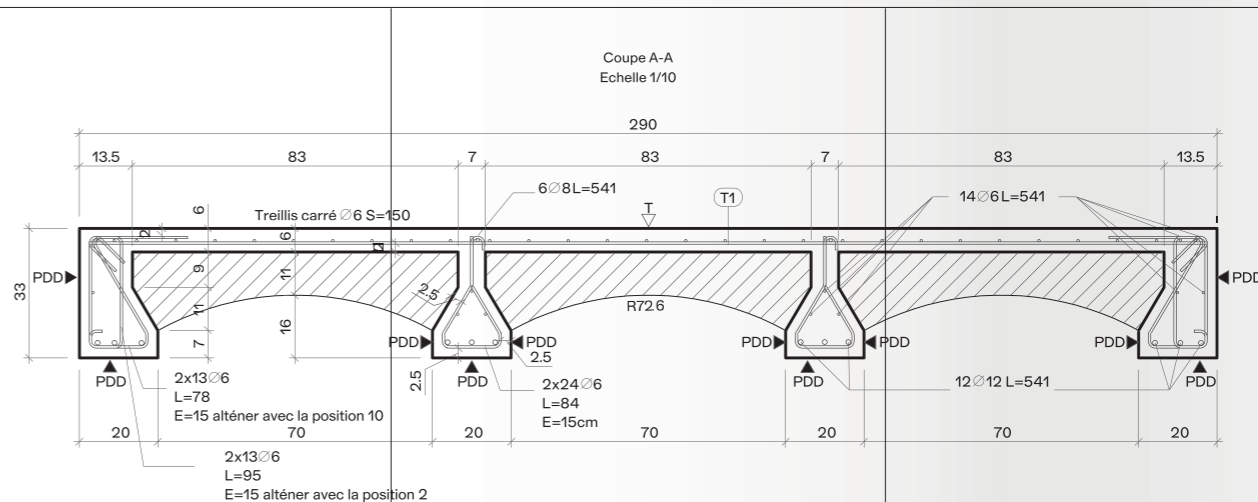
SIA 2030 traitant du béton de recyclage³. Il est désormais courant de voir apparaître les prescriptions RC-C et RC-M, qui correspondent aux nouvelles désignations des bétons recyclés, respectivement composés de granulats recyclés ou de gravats mixtes, constituant ainsi une opportunité de réduire notre dépendance aux ressources naturelles, à préserver en priorité.

La plus grande controverse concernant le béton, outre son usage massif et pas toujours optimisé comme nous l'avons vu, résulte des très hautes températures nécessaires à la production du clinker, principal constituant du ciment Portland. Le clinker, à grands traits, est obtenu par calcination dans un four rotatif à 1450°C d'un mélange de 80% de calcaire et de 20% d'argile. L'enjeu actuel est de réduire significativement cette part de clinker dans les nouveaux ciments dits bas carbone. La recherche a même conduit certain-es industriel-les à développer des liants hydrauliques sans clinker, fabriqués à froid à partir de coproduits industriels — une innovation technologique à base d'argile flashée, dont l'empreinte carbone est considérée comme étant jusqu'à cinq fois inférieure à celle d'un ciment classique (hors transport).

3. Katrin Pfäffli, *La Voie du climat – Bilan des gaz à effet de serre sur le cycle de vie des bâtiments* (SIA 390/1), Zurich, Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA), 1^{er} février 2025.



Ci-contre et à droite:
Vue et coupe de principe
du prototype de dalle
préfabriquée nervurée
avec hourdis en blocs
de terre crue compressée
stabilisée.
Photo et coupe:
archives Prelco



RÉDUIRE L'ACIER, LE REMPLACER PAR DES FIBRES BIOSOURCÉES OU SIMPLEMENT LE SUPPRIMER ?

Et pourquoi ne pas se concentrer sur les propriétés du béton en compression et envisager la production de blocs de béton cyclopéen non armé, à base de chaux ou de ciment bas carbone faiblement dosé et de déchets primaires de carrières situées à proximité? C'est une voie sur laquelle des architectes à la pensée disruptive ont œuvré pour aboutir à un changement radical de notre modèle et pour préfigurer le nécessaire renouvellement de notre catalogue de solutions locales et respectueuses de l'environnement. Les premiers essais mécaniques démontrent une résistance satisfaisante, permettant d'envisager l'emploi de tels blocs comme éléments de construction autoportants, comparables à une solution en pierre massive, dans une logique de préfabrication durable avec une empreinte carbone fortement réduite.

Autre recherche prometteuse, celle qui consiste à questionner la section des dalles dans les projets de construction. Nous savons que le «lot structure» est l'un des principaux postes du budget carbone alloué par la valeur cible de la SIA 390/1, avec un effet de levier bien plus important que celui de l'enveloppe, qui concentre pourtant l'essentiel des attentions. L'optimisation du facteur de forme et de la diffusion des efforts d'une dalle voûtée permet une économie de matière considérable. Au sein de l'entreprise de préfabrication d'éléments de construction Prelco (Satigny), des prototypes ont été testés en hiver 2025 et ont parfaitement résisté à une mise en charge quatre fois supérieure aux exigences normatives. En parallèle, un prototype de dalle en béton bas carbone a été réalisé selon le concept de plancher nervuré intégrant des hourdis en blocs de terre crue compressée stabilisée (BTC). Cet élément combine de bonnes performances structurelles avec une faible énergie grise et une excellente isolation acoustique.

Ces différentes recherches, financées en partie par le programme Bâtiments de l'Office cantonal de l'énergie (OCEN) et issues de partenariats avec des bureaux d'architectes et d'ingénieur-es civil-es, feront l'objet de publications d'ici à la fin du premier semestre 2026 et leurs données seront librement accessibles.

Née à Genève à la fin des années 1950, la préfabrication est une méthode constructive qui vise la recherche d'économies en tous genres: coûts, délais, matière, main-d'œuvre, etc. Cette rationalité demeure pertinente et la possibilité de réaliser une façade porteuse qui facilite l'ancrage de dalles mixtes ou minces, isolée, étanche et au parement intégrant tous les détails architecturaux (tablettes, embrasures, niches de stores), sans l'ajout d'équipements ou de produits manufacturés, constitue une solution extrêmement performante en termes d'émissions de gaz à effet de serre, avec des effets positifs sur l'ensemble des autres lots de la construction.

L'association de stratégies telles que l'optimisation structurelle, la substitution de liants carbonés, la valorisation de sous-produits industriels, le recyclage des matériaux et le réemploi d'éléments existants offre une voie cohérente et scientifiquement fondée pour atteindre les objectifs fixés par la LCI et accompagner la transition écologique du secteur de la construction⁵. L'atelier de préfabrication, alliant sobriété, innovation et performance, devient ainsi le lieu concret de la décarbonation de notre industrie.

On peut par ailleurs citer les travaux de la professeure Karen Scrivener à l'EPFL⁴ sur la durabilité des matériaux, en particulier le développement du projet *Limestone Calcined Clay Cement* (LC3), dont l'objectif est d'allier faible impact à faible coût. Cette scientifique défend depuis longtemps l'idée que, si l'on construit, le béton demeure une solution rationnelle et économiquement pertinente; son impact écologique par kilogramme présentant, selon elle, le bilan le plus favorable parmi les principaux matériaux de construction.

La question de l'armature de renforcement ne peut ni ne doit être éludée. Il est rare d'évoquer le béton sans préciser qu'il doit être armé, sa résistance à la traction et à la flexion étant très faible. La production d'acier est issue d'une industrie énergivore, la fonte de fer et de carbone exigeant également les températures extrêmes de hauts fourneaux. Autre matériau indispensable à la construction de bâtiments: le verre, qui requiert pareillement de très hautes températures pour la fusion de la silice. C'est dans la maîtrise de la production d'énergie, le recours à moins

de combustibles fossiles et à davantage d'énergies renouvelables, mais aussi dans une plus grande sobriété dans l'utilisation de la matière que réside une large part de la solution.

L'analyse sommaire d'un bâtiment de six étages avec murs porteurs en béton armé, dont on réduirait la section tous les deux niveaux et adapterait le ratio d'armatures en fonction d'expériences acquises sur des ouvrages déjà réalisés, permettrait d'économiser plus de 20% de béton et près de 50% d'acier.

4. *Béton avec granulats recyclés*, cahier technique SIA 2030, Zurich, Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA), 1^{er} novembre 2021. Voir Karen Scrivener et Émilien Ancey, «Le béton bas carbone — La seule alternative au béton conventionnel?», p.12 à 17 du présent numéro.
5. Voir l'étude commandée par Prelco: Charlotte Jianoux et Florentzos Florentzou, *Guide de conception: Préfabrication à faible empreinte carbone*, Lausanne, Estia, mai 2025, publié en ligne: prelco.ch/wp-content/uploads/2026/02/Estia_Guide-de-conception-prefabrication-a-faible-empreinte-carbone_A4.pdf



Gérard Pétremand, *Topiques* [Sarajevo], 2003

Par cette prise de vue, le photographe genevois qui vient de nous quitter (1939–2025) évoque à la fois la modernité par la présence d'une structure en béton minimale, mais également une forme de fragilité — métaphore de la situation de la ville de Sarajevo qui sort d'un siège meurtrier (1992–1995). Le flou qui est donné par les profondeurs de champ confère à ce bâtiment typiquement méditerranéen une impression d'inachèvement et d'indétermination, qui fait écho aux questionnements contemporains sur l'avenir du béton. PHM

ENTRETIEN AVEC
AURELIO MUTTONI



PHOTO: DR
AURELIO MUTTONI
INGÉNIEUR CIVIL
EPF/SIA
PROFESSEUR
HONORAIRE EPFL

INT. En tant que professeur en charge du Laboratoire de construction en béton (IBETON) à l'EPFL de 2000 à 2024, comment percevez-vous l'évolution du béton sur le plan des avancées techniques et des critiques récentes dont il fait l'objet ?

AURELIO MUTTONI (AM): Le fait d'enseigner le domaine des structures en béton, parallèlement à une longue pratique professionnelle, m'a donné une certaine distance critique et conduit à toujours rechercher le matériau le plus approprié. Les interrogations que l'on formule aujourd'hui à propos du béton existaient déjà dans les années 1980 et 1990, notamment sous l'influence du rapport Meadows¹. Depuis une vingtaine d'années, le constat s'est toutefois imposé avec davantage d'évidence, en particulier parce que le béton représente environ 7% des émissions mondiales de CO₂.

INT. Malgré la crise que traverse aujourd'hui le béton dans nos sociétés, comment envisagez-vous l'avenir de ce matériau, alors qu'une profonde mutation du secteur est à l'œuvre depuis plusieurs décennies ?

A. M. Le béton ne va pas disparaître, mais il doit être beaucoup mieux utilisé. Depuis 50 ans, plusieurs facteurs ont profondément transformé le secteur. D'abord, les enjeux environnementaux sont devenus centraux. Ensuite, un basculement économique s'est opéré: jusque dans les années 1950, le coût des matériaux était proportionnellement plus important que celui de la main-d'œuvre, qu'il s'agisse des heures de travail de l'ingénieur-e ou de celles des ouvriers sur le chantier. À partir des années 1960–1970, la main-d'œuvre est toutefois devenue plus coûteuse que la matière. On a alors simplifié les structures, souvent au prix d'une surconsommation de matériaux.

On pourrait considérer que la simplification du travail ou la rationalisation des processus constituent en soi des évolutions positives. Le risque, cependant, est que ce qui est le plus simple devienne aussi le plus banal. La période que nous traversons représente sans doute une opportunité de redon-

ner de l'intérêt à la discipline, en revenant à des projets à la fois intelligents, sobres et efficaces.

INT. Face aux impératifs de réduction du bilan carbone et d'économie des ressources, une logique de sobriété matérielle semble s'imposer. Comment envisagez-vous cette transition ?

A. M. Elle nécessitera des évolutions techniques: de nouveaux bétons et de nouvelles armatures. La véritable révolution est toutefois ailleurs: nous devons réapprendre à construire avec beaucoup moins. Cela est pourtant déjà possible: on peut réduire de 30% la quantité de béton et de ciment pour un même fonctionnement et une même résistance de la structure, ce qui diminue l'impact global d'environ la moitié. Il est en outre possible de réaliser des structures plus durables. L'action doit donc se porter sur trois éléments: la quantité, le type de matériau — et son bilan carbone — et la durée de vie.

INT. Réduire le dosage en ciment est l'une des pistes privilégiées pour rendre le béton plus écologique, mais les normes imposent des seuils minimaux. Dans quelle mesure constituent-elles un frein à la transition ?

A. M. L'imposition d'un minimum de ciment n'a plus de sens, car nous sommes aujourd'hui capables de mesurer non seulement la résistance mécanique — comme cela se fait depuis longtemps —, mais aussi d'autres paramètres qui influencent la durabilité. Il faut donc spécifier les performances, et non les moyens pour y parvenir. Pour faire évoluer les normes, une volonté politique est nécessaire, car des intérêts économiques sont en jeu. De plus, il demeure encore et toujours un facteur culturel qui pousse à la simplification, parfois par paresse. On oublie souvent que le béton est un matériau léger et que les structures en béton peuvent donc être très élancées. Le poids volumique du béton étant proche de celui de l'aluminium², nous sommes capables de construire des structures en béton armé très minces. À l'EPFL,

1. Le Rapport Meadows, ou Rapport au club de Rome, désigne le rapport *The Limits to Growth* (Les Limites à la croissance), publié en 1972 à la demande du club de Rome. Il analyse les liens entre croissance économique, limites des ressources et évolution démographique, publié en ligne: fr.wikipedia.org/wiki/Les_Limites_à_la_croissance [consulté le 03.05.2026].

2. Le béton pèse 2,5 tonnes par mètre cube, tandis que l'aluminium pèse 2,7 tonnes par mètre cube.

3. Il est intéressant de comprendre l'origine de cette mesure des 28 jours: en 1903, il n'existait en Suisse qu'un seul laboratoire réalisant des essais sur le béton, le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, EMPA). Il fallait donc le temps de produire le béton sur le chantier, de l'acheminer jusqu'à la gare, de l'envoyer à Zurich, puis de laisser encore quelques jours au laboratoire pour effectuer les essais. Cette durée s'est ensuite imposée comme standard à l'échelle mondiale.

4. Pour le canton de Genève, on estime par exemple que les ressources destinées à la fabrication du béton pourraient s'épuiser dans les prochaines décennies.

5. Le pont de Vessy (1936), conçu par Robert Maillart, illustre bien cette logique d'optimisation des matériaux: les éléments très volumineux et peu sollicités, comme les fondations, contiennent seulement 150 kg de ciment par m³ de béton; les éléments intermédiaires, entre 250 et 300 kg/m³; tandis que la voûte, très mince et très sollicitée, atteint 350 kg/m³.

nous avons mené des recherches sur le béton textile qui ont notamment permis de produire des structures efficaces avec des épaisseurs de 3 à 4 cm. Il s'agit donc bien d'un problème de quantité, et non de poids propre du matériau.

En définitive, les normes techniques concernant les structures permettraient déjà de faire beaucoup mieux. En revanche, celles concernant le feu ou l'acoustique soulèvent de vraies questions, pas seulement pour le béton, mais aussi pour les autres matériaux structurels.

INT. Le ciment à base de clinker doit une grande partie de son succès à la montée rapide en résistance du béton, garantissant la vitesse de construction que l'on connaît aujourd'hui. Les ciments à bas carbone, à prise plus lente, auront un impact sur les chantiers (décoffrage, séchage, étayages...). Le monde de la construction ne devrait-il pas apprendre à ralentir pour atteindre une voie plus écologique ?

A. M. C'est une question fondamentale, car les bétons à bas clinker, donc à faibles émissions, développent leur résistance plus progressivement, ce qui est préférable du point de vue de la durabilité et va dans la bonne direction. On mesure depuis longtemps la résistance du béton à 28 jours³, mais pour faciliter l'usage de bétons plus écologiques, une règle a été introduite dans la norme européenne permettant à l'ingénieur-e de choisir entre 28 et 91 jours comme période de référence.

Malgré cela, la rapidité de construction peut poser problème. Des solutions existent toutefois: développer la préfabrication et mieux combiner éléments préfabriqués et béton coulé sur place. En réalité, ce n'est pas seulement le matériau qui doit évoluer, mais l'ensemble du système constructif.

INT. Pour la réalisation du béton, le gravier reste l'une des matières premières essentielles. Face à la réduction des ressources en gravier⁴, le recyclage des agrégats est-il la seule voie à emprunter ?

A. M. Le problème principal est qu'il n'y a pas encore suffisamment de matériaux recyclés. Mais je pense que cela va se développer. En amont, il existe des cas où c'est un « crime » d'utiliser des bétons et des agrégats de haute qualité. Je pense, par exemple, aux fondations ou aux éléments peu exposés et sollicités.

C'est le même problème que celui du dosage en ciment. Si l'on observe le travail de Robert Maillart⁵ dans les années 1900–1940, on constate qu'il utilisait des dosages en ciment fortement différenciés selon les parties de l'ouvrage. Il faut donc revenir à l'usage de plusieurs types de béton sur un même chantier: cela complique un peu la logistique, mais c'est essentiel du point de vue de la durabilité.

En Suisse, des bétons avec des agrégats de diamètre maximal de 32 mm ont longtemps été utilisés, avant d'être réduits à 16 mm pour faciliter la mise en

œuvre. Cette réduction tend aujourd'hui à devenir systématique, ce qui est préjudiciable, car elle augmente la quantité de ciment et de sable nécessaire. Avec des agrégats recyclés plus gros, notamment dans les fondations et les éléments épais, il est possible de réduire la quantité de sable.

INT. Qu'en est-il du réemploi dans une filière où le « coulé sur place » demeure aujourd'hui le mode de mise en œuvre le plus répandu ?

A. M. Il faut être clair: la priorité devrait être le réemploi des bâtiments, plutôt que celui des éléments. En pratique, on ne démolit presque jamais à cause du matériau, mais à cause des usages. La durabilité dépend donc avant tout du projet. Un bâtiment dure parce qu'il est apprécié, pas seulement parce qu'il est solide.

Construire aujourd'hui de manière à ce qu'un ouvrage reste utilisable dans 100 ans est essentiel — et ce n'est pas seulement un problème technologique: les ouvrages de qualité sont conservés, les autres disparaissent. La qualité architecturale et celle de la conception structurale constituent des facteurs majeurs de durabilité.

Le réemploi des éléments est intéressant, mais reste encore marginal. Je suis convaincu que c'est un champ important d'expérimentation et de sensibilisation. Nous disposons déjà des outils nécessaires pour le faire plus largement. Il faut toutefois commencer par un diagnostic — détecter, par exemple, les armatures dans les éléments — ce qui est désormais possible grâce aux nouveaux outils disponibles.

INT. L'évaluation du bilan carbone est calculée sur la durée de vie conventionnelle d'un bâtiment. La SIA fixe cette durée à 60 ans, ce qui est potentiellement bien en dessous de la durée de vie réelle des éléments en béton. Ces durées de référence vous semblent-elles réalistes et ne mériteraient-elles pas d'être revues à la hausse avec un matériau qui le permet ?

A. M. En effet, il y a une forme de simplification du débat: aucun matériau n'est intrinsèquement bon ou mauvais. Tous présentent des avantages, des limites et des impacts. La crise du béton n'est pas une crise du matériau, mais une crise de son usage. Le béton est souvent associé à des infrastructures qu'on a probablement trop bâties, comme les autoroutes qui vont jusque dans les villes. L'avenir repose sur plusieurs facteurs, dont une durée de vie prolongée, permettant à un ouvrage d'atteindre 100, 150 ans ou davantage. Les ponts en béton armé de Maillart sont toujours debout, et personne ne songe à les démolir.

Les autres points essentiels, je le répète, sont donc: moins de matière, de meilleurs choix de conception, des normes adaptées et une approche multi-matériaux. En résumé, il ne s'agit pas d'une révolution technologique qui est nécessaire, mais d'une révolution culturelle du projet.

BRÈVES

FAI

FÉDÉRATION DES ASSOCIATIONS D'ARCHITECTES ET D'INGÉNIEURS DE GENÈVE

LÉTÉ APPROCHE...



Composition, ou comment le béton s'articule avec d'autres matières pour susciter une émotion. Troinex, quartier résidentiel du Parc des Crêts, Cerutti Architectes SA, Vésenaz; Malnati Architectes Urbanistes, Genève; Trafitec Ingénieurs Conseils, Petit-Lancy; Boccard Parcs et Jardins, Cartigny, 2024. Photo: Hélène Maria

L'actualité est marquée par l'arrivée d'un nouveau magistrat, avec Nicolas Walder désormais en charge de l'urbanisme et de l'environnement. Cette transition s'accompagne d'une volonté affirmée d'assurer la continuité des chantiers en cours et d'instaurer un dialogue renouvelé, auquel la FAI demeure pleinement engagée. La rentrée prochaine sera également l'occasion de présenter un nouvel urbaniste cantonal, tant attendu dans la mise en œuvre du Plan directeur cantonal (PDCn) 2050, ainsi qu'une nouvelle direction à la tête de l'Office des autorisations de construire (OAC).

Sur le plan urbain, la Commission aménagement du territoire et urbanisme (CAU) poursuit son implication soutenue sur les grands axes de développement du canton, véritables pierres angulaires de l'évolution de ce dernier. La participation aux ateliers du PDCn 2050 constitue, aux côtés des associations partenaires, un espace de dialogue créatif et constructif. La mise en œuvre du Plan directeur communal (PDCom) 2040 de la Ville de Genève se poursuit également, avec la création d'outils destinés à faciliter les échanges entre les mandataires de la FAI et les services, autour de problématiques concrètes liées à la construction. Par ailleurs, les relations entre la FAI et la Fondation Praille-Acacias-Vernets (FPAV) se renforcent à travers des échanges portant sur les futurs modes

opératoires. Ceux-ci reposent notamment sur une saine concurrence dans les appels à candidature, tant pour les investisseur-euses que pour les mandataires, qui devrait dynamiser le marché genevois dans les années à venir.

Sur le plan opérationnel, le renouvellement des commissions officielles a fait l'objet d'une présentation aux associations par le nouveau magistrat, dans le cadre d'un projet de loi réformateur. Les associations, dont la FAI, analysent cette proposition, avec pour objectif d'aboutir à un consensus d'ici à la fin de l'année.

Dans la même dynamique de réforme, un dialogue s'est engagé avec la SIA centrale sur la révision des règlements concernant les prestations et honoraires (RPH) ainsi que sur les méthodes de calcul associées. La prise de position de la FAI a permis d'obtenir un délai supplémentaire, jusqu'à mars 2027, afin d'affiner un document qui nécessitait une meilleure prise en compte des réalités professionnelles et une reconnaissance accrue des professions de la construction.

En matière de projets, plusieurs initiatives concrètes avancent: le label «*qualité de quartier*», développé conjointement avec l'Association des promoteurs-construc-teurs genevois (APCG), entre en phase opérationnelle; les ateliers menés en partenariat avec l'État dans le cadre des formations LCI 117/118 progressent; des réflexions sont en cours avec l'OAC sur l'optimisation des zones de la LCI, notamment autour d'une refonte de l'actuelle zone 4; l'Office cantonal de l'énergie (OCEN) associe la FAI à ses objectifs de réduction énergétique; enfin, l'Office cantonal de l'agriculture et de la nature (OCAN) a présenté le nouveau règlement sur la conservation de la végétation arborée (RCVA), auquel la FAI a activement contribué durant deux ans. Sans prétendre à l'exhaustivité, l'ensemble de ces actions s'inscrit dans un objectif constant: simplifier la réglementation et améliorer la qualité du bâti — fondements mêmes de l'engagement de la FAI.

AGA

ASSOCIATION GENEVOISE D'ARCHITECTES

UN CAP COHÉRENT

L'AGA s'engage de longue date à promouvoir une culture de l'acte de bâtir fondée sur la qualité, la responsabilité et le respect des compétences. Elle défend des règlements précis encadrant les prestations d'architectes afin de garantir des conditions d'exercice favorables sur les plans culturel, environnemental, technique et déontologique. Ces outils assurent la cohérence du processus de conception et de réalisation, en offrant une maîtrise claire des différentes phases du projet. Toutefois, leur application varie selon les contextes, les parties prenantes et les modes d'organisation. Les évolutions récentes du secteur, marquées par une spécialisation accrue et une optimisation des procédures, tendent à fragiliser cette approche intégrée. Elles appellent à une vigilance constante afin de préserver une vision cohérente et qualitative du projet.

La fragmentation croissante des prestations, liée aux exigences de gestion et au développement d'expertises pointues, accentue la segmentation des missions. Si elle répond à certains besoins, elle comporte également le risque de diluer la vision d'ensemble et de complexifier la coordination. Or, la complexité des projets contemporains exige au contraire une forte capacité de synthèse et d'arbitrage.

Dans ce contexte, le rôle de l'architecte comme garant de la cohérence globale demeure essentiel. Lui permettre d'assumer pleinement la fonction de coordination contribue à la qualité, à la durabilité et à l'ancrage territorial des réalisations. Les règlements encadrant les prestations et les honoraires constituent, à cet égard, un cadre structurant indispensable pour clarifier ces responsabilités.

Toute évolution réglementaire doit ainsi être examinée avec attention quant à ses effets sur l'équilibre des rôles, sur la lisibilité des missions et sur la qualité des projets. La révision du règlement SIA 102 suscite, à ce titre, des réserves et des inquiétudes de la part de l'AGA, qui s'interroge sur le maintien de conditions propices à un exercice cohérent et responsable de la profession.

AGI

ASSOCIATION GENEVOISE DES INGÉNIEURS

CYCLE DE CONFÉRENCES



Conférence du 31 mars 2026. Photo: AGI

L'AGI a lancé cette année un cycle de conférences sur des thèmes liés au droit de la construction. Ces événements se tiennent dans l'auditoire de la Fédération des entreprises romandes (FER) et s'adressent à toutes les collaboratrices des bureaux membres.

Une première conférence, donnée par M^e Lehner et M^e Fenaroli le 31 mars, a été consacrée à l'expertise privée comme moyen de preuve. La deuxième, portant sur la responsabilité de la direction des travaux en cas d'accident et présentée par M^e Carron, aura lieu le 10 juin. Les éléments présentés lors des conférences seront mis à la disposition des membres dans l'espace privé du site de l'association.

La troisième conférence, qui portera sur les limites du contrat forfaitaire et sera animée par M^e Siegrist, se tiendra le 1^{er} septembre prochain. Les informations seront transmises aux membres au début de l'été.

AGG

ASSOCIATION GENEVOISE DES GÉOMÈTRES

UN PEU PLUS D'AUTONOMIE

Avec l'entrée en vigueur de la nouvelle *Loi sur la géoinformation* (LGéo-GE) en 2025, de nouvelles prérogatives sont désormais accordées aux ingénieur-es géomètres breveté-es. Lors de mises en conformité de propriétés par étage (PPE) ou de cadastration liées à une mutation de projet, il n'est désormais plus nécessaire de recourir aux services d'une notaire pour procéder à des modifications mineures de surfaces ou à des ajustements de la géométrie des lots. Dorénavant, au terme d'une construction, les ingénieures géomètres breveté-es sont habilité-es à établir des cahiers de PPE correctifs — sous certaines conditions, mais sans modification des millèmes de copropriété — ainsi qu'à adapter les limites parcellaires (par exemple en cas de décalage des limites sans variation significative des surfaces). Cette nouvelle compétence allège les démarches, tant pour les copropriétaires que pour les régies, en permettant un traitement rapide, avec l'accord des propriétaires, mais sans recours à un acte authentique. Une marge de manœuvre bienvenue, qui permet aux ingénieures géomètres brevetées de résoudre avec pragmatisme les petites incohérences qui subsistent dans la base de données cadastrale. Ces avancées ne doivent rien au hasard: elles couronnent un travail patient de dialogue avec les autorités et de défense de la profession.

FIN D'UN CYCLE

PRÉSIDENTIEL ?

Au terme de quatre années au service de l'AGG, Gaëtan Martin devrait passer le relais et les clefs de la présidence de l'association. Durant son mandat, il a su porter la voix de celle-ci avec conviction, écouter chacune et chacun avec attention et faire avancer des dossiers parfois ardu avec une remarquable constance et un engagement soutenu. Sous sa présidence, l'association a pu mener à bien de nombreux projets et gagner en visibilité comme en cohésion dans un environnement chahuté. Les nouvelles prérogatives, aujourd'hui reconnues à l'AGG, en sont une illustration tangible. Les membres de l'AGG remercient chaleureusement Gaëtan Martin pour son investissement et son sens du collectif. Les défis qui attendent désormais l'association offriront l'occasion de poursuivre le travail engagé, peut-être à travers une nouvelle organisation.

FAS

GE

FÉDÉRATION DES ARCHITECTES SUISSES

ATELIER *TERRESTRE*

Un atelier de la FAS, intitulé *Terrestre*, s'est tenu au printemps dernier. Face au constat préoccupant d'une réserve cantonale de terres arables susceptible d'être épuisée à l'horizon 2030, il a questionné la manière dont cette terre, richesse vivante et bien commun, doit aujourd'hui être reconnue, dans un contexte environnemental sous tension. Alors que le Plan directeur cantonal est en cours de révision, l'atelier a proposé de dépasser les approches strictement réglementaires pour interroger nos liens culturels et affectifs au sol. En croisant des points de vue et des pratiques ancrées à Genève, il visait à reconnaître les interdépendances et à formuler un récit commun ancré dans le territoire.

PUBLICATION

La collection des *Ensembles urbains* s'est enrichie d'un nouveau cahier: *Montfalcon, Carouge* par Guillaume Yersin (n°23). Cet ensemble, composé de sept immeubles d'habitation et d'une chapelle, se situe à la croisée de la tradition et de la modernité, entre le Vieux-Carouge et le Grand Genève. Organisé en fer à cheval ouvert sur l'École des Pervenches, le site déploie une richesse typologique qui en fait un exemple emblématique de densification progressive et différenciée — une ode à la diversité morphologique en milieu urbain.

PRIX FAS MASTER EPFL 2025

La FAS Genève et la FAS Romandie ont remis le Prix FAS Master EPFL 2025 à Isabel-Marie Grohe et Hanna Lindenberg. Afin de saluer la qualité de leur projet *Pass This On — Protocols and Fictions for Ruins of Coal Extraction in Germany* et leur permettre d'approfondir leurs recherches, une résidence leur est offerte à Bauhaus Earth, à Berlin, tout comme à Nathalie Marj, lauréate du prix en 2024. Une discussion en visioconférence avec des enseignantes de cette remarquable plateforme transdisciplinaire de recherche, de culture et d'action a suivi la présentation du projet récompensé.

FSAP

GE

FÉDÉRATION SUISSE DES ARCHITECTES PAYSAGISTES, SECTION GENÈVE

RÉUNION ANNUELLE

DES MEMBRES



Photo: Nicolas Waechter

La soirée du 25 mars 2026, qui s'est tenue à Genève, a confirmé le dynamisme de la FSAP romande et genevoise. Conçue comme un temps d'information, d'échange et d'atelier, cette rencontre annuelle des membres a permis de présenter la nouvelle structuration de la FSAP romande, désormais portée par une codirection, ainsi que le rôle du sous-groupe genevois dans le relais des enjeux locaux.

Au-delà de cette évolution organisationnelle, la soirée a surtout mis en évidence l'influence croissante des architectes paysagistes dans les instances où se discutent les transformations du territoire. La présence de la FSAP au sein des commissions officielles et de la FAI se renforce, témoignant d'une reconnaissance accrue du métier et de sa capacité à répondre aux enjeux contemporains.

Les tables thématiques consacrées à la formation, à la pratique professionnelle et au fonctionnement de l'association ont révélé une profession soucieuse de mieux transmettre ses savoirs, d'accompagner les jeunes bureaux et de consolider sa place dans les procédures, les projets et les politiques publiques. Les discussions autour du patrimoine arboré, des appels d'offres, des honoraires, ou encore de l'enseignement traduisent une volonté partagée de faire progresser la discipline.

Dans une atmosphère collégiale et ouverte aux nouvelles et nouveaux membres, cette soirée a confirmé que l'architecture du paysage s'affirme aujourd'hui comme une voix toujours plus forte et structurée.

SIA

SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES, SECTION GENÈVE

FONDATION BRAILLARD

«*Croissants Outside The Box*» constitue un cycle de rencontres matinales ouvert aux professionnelles curieux-ses ainsi qu'à toute personne intéressée par la construction, l'urbanisme et les enjeux contemporains qui touchent au cadre de vie.

Chaque mois, la Fondation Brillard Architectes (FBA) et la SIA, section Genève, proposent un rendez-vous inédit avec des figures clés du territoire genevois, engagées dans la conception et la construction de projets favorisant la transition écologique des villes et des territoires. Leur intervention offre un éclairage original et concret sur une problématique en lien avec la pratique, tout en ouvrant des perspectives nouvelles. Pour stimuler la curiosité et favoriser la découverte, le thème et l'identité de la personne invitée restent volontairement tenus secrets jusqu'au jour J. Ce parti pris, assumé, laisse place à la surprise et encourage l'échange.

Ces rencontres s'adressent aux professionnelles du bâtiment, de l'architecture et de l'aménagement ainsi qu'à toute personne désireuse d'élargir ses horizons et de contribuer à une réflexion collective. Le programme est conçu pour s'adapter à leurs horaires et pour offrir aux plus jeunes la possibilité de participer à un temps d'échange interdisciplinaire avant leur journée de travail. Il vise à la fois le partage des connaissances et la mise en valeur des activités des partenaires (FBA et SIA), tout en encourageant l'engagement au sein de la SIA, notamment en rejoignant le comité d'organisation des «*Croissants*» ou d'autres groupes de travail.

Chaque année, une publication rassemblant les résumés des rencontres ainsi que les coordonnées des intervenantes permettra de prolonger les échanges et de faciliter les collaborations.

Les membres de la SIA sont invités à relayer cette initiative au sein de leurs bureaux et à contribuer à sa dynamique.

Pour plus d'informations sur ces événements gratuits: brillard.ch

VOIR

HISTOIRE DE L'ÉCOLE D'ARCHITECTURE DE LAUSANNE



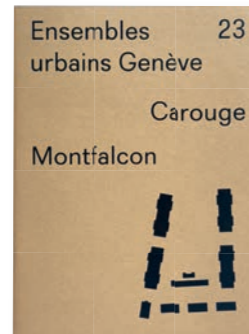
L'offre de formation en architecture en région lémanique fut, à une époque, particulièrement riche avec le Technicum — devenu aujourd'hui, sous une forme profondément renouvelée, la Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève (HEPIA) —, l'École d'architecture de l'Université de Genève, aujourd'hui disparue, ainsi que l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). La grande majorité des architectes et ingénieurs genevois-es y a d'ailleurs suivi leur formation.

L'exposition *Des Cèdres à Dorigny, bâtir l'école d'architecture* revient sur la création du remarquable outil pédagogique lausannois, de ses débuts à nos jours. Elle retrace autant une histoire humaine qu'architecturale. D'abord, la figure de Jean Tschumi, mise en valeur par son célèbre discours du 18 novembre 1943 prononcé lors de sa leçon inaugurale à l'École d'architecture et d'urbanisme de l'Université de Lausanne, ainsi que par son Aula des Cèdres (1961–1962), placée sous l'élégante coque en béton ouverte sur le paysage alpin. L'exposition fait également ressurgir les souvenirs des ateliers répartis dans les étages de l'ancienne usine Veillon, à l'avenue de l'Église-Anglaise, de sa cafétéria jouxtant l'espace d'exposition et de conférence ainsi que de son généreux atelier de maquettes. Puis apparaissent les planches du concours ayant conduit au grand déménagement de l'EPFL à Dorigny, dont le projet lauréat (1970) de Jakob Zweifel, et la célèbre proposition des architectes tessinois, parmi lesquels Luigi Snozzi, qui y deviendra professeur dès 1982. Enfin, l'exposition évoque la création de la Faculté de l'environnement naturel, architectural et construit (ENAC)², que l'École d'architecture rejoint en 2002 afin de partager les enseignements d'une structure pédagogique pluridisciplinaire.

Des Cèdres à Dorigny, bâtir l'école d'architecture. Écublens, EPFL campus, place Ada Lovelace, Archizoom, Bâtiment SG. Exposition publique jusqu'au 29 septembre 2026. Du lundi au vendredi, de 9 h à 17 h ; ouverture les mardis soirs jusqu'à 20 h. Fermé les samedis, les dimanches et les jours fériés. Pour plus d'informations : epfl.ch/campus/fr

LIRE

UN EXEMPLE EMBLÉMATIQUE DE DENSIFICATION PROGRESSIVE ET DIFFÉRENCIÉE



Initiée en 2018, la collection des *Ensembles urbains Genève* de la Fédération des architectes suisses (FAS), section Genève, accueille un 23^e ouvrage : *Montfalcon, Carouge*. Cette nouvelle parution prolonge le dessein d'offrir une documentation précise sur des exemples pertinents [...] pour enrichir le débat sur la production de logements, tout en donnant une profondeur de champ identitaire à l'architecture urbaine de Genève³.

Dans ce contexte de frange urbaine où l'application des préceptes modernistes est incarnée par les Tours de Carouge, l'ensemble analysé par Guillaume Yersin met en lumière toute la pertinence d'une réflexion urbaine préalable à celle de l'architecture. À travers un temps relativement long, l'auteur révèle les qualités d'une implantation oscillant entre le square ouvert et la répétition d'objets bâtis le long d'un alignement de rues. La justesse de l'insertion dans le tissu préexistant se trouve renforcée par une grande diversité de typologies dont le minutieux travail de redessin constitue une véritable bibliothèque de références, venant enrichir la connaissance du bâti genevois.

Guillaume Yersin, *Montfalcon, Carouge*, collection *Ensembles urbains Genève*, n°23, Gollion, Infolio, 2026. Les cahiers peuvent être commandés aux éditions Infolio (infofolio.ch) ou à fas.e.u@bonnet-architectes.ch au prix de CHF 29.- l'exemplaire.

- Office fédéral de l'environnement (OFEV), « Matières premières, déchets et économie circulaire : en bref », 25 septembre 2025, publié en ligne : bafu.admin.ch/fr/matieres-premieres-dechets-et-economie-circulaire-en-bref, [consulté le 27 avril 2026].
- La Faculté réunit science et ingénierie de l'environnement, architecture et génie civil — trois disciplines pour « préparer [la] société à l'un des défis les plus importants de ce siècle ». Voir epfl.ch/schools/enac/fr/ [consulté le 23 mai 2026].
- Comité FAS, section Genève, *Rue De-Candolle, Bastions* [extrait de la deuxième de couverture], collection *Ensembles urbains Genève*, n°1, Gollion, Infolio, 2019.

FOCUS

Ci-dessous : Fribourg, EPFL, tour Rebble faite de murs en maçonnerie réalisés à partir de débris de béton et de dalles de réemploi. Photo : Maxence Grangeot, EPFL, 2025

CHANGEMENT

Le secteur de la construction contribue de manière significative à l'épuisement des ressources naturelles, à la destruction des milieux liée à l'extraction des matières premières ainsi qu'à la production massive de déchets de chantier (plus de 80% des déchets produits en Suisse) et d'émissions de gaz à effet de serre. À Genève, les articles 117 et 118 de la *Loi sur les constructions et les installations diverses* (LCI), entrés en vigueur en 2025, imposeront progressivement des exigences de réduction de l'empreinte carbone pour tous les bâtiments soumis à une demande d'autorisation de construire.

Sur le plan national², la publication de la norme SIA 390/1, dédiée au bilan des gaz à effet de serre sur le cycle de vie des bâtiments, constitue une étape clé que les acteur-trices de la construction doivent désormais intégrer. Une norme SIA sur le réemploi est actuellement en préparation pour favoriser des logiques circulaires. Parallèlement, les exigences liées à la protection incendie et au confort acoustique tendent à accroître l'usage de matériaux résistants, augmentant ainsi l'empreinte carbone.

Parmi les pratiques les plus émettrices de CO₂ figure le béton armé, dont le ciment — composant principal — représente à lui seul environ 8% des émissions mondiales de CO₂. Dans sa fabrication, le sable, considéré comme la « deuxième ressource naturelle la plus exploitée après l'eau³ », demeure un composant incontournable ; sa demande a d'ailleurs triplé en vingt ans. À l'instar du sable, l'extraction du gravier engendre d'importantes destructions des milieux naturels, souvent insuffisamment encadrées. De plus, l'acier des armatures alourdit un bilan carbone déjà défavorable.

Néanmoins, si le succès de ce matériau composite reste aussi important, c'est qu'il repose sur des qualités objectives : d'excellentes performances structurelles, une durabilité, une résistance au feu et de bonnes propriétés acoustiques. Les professionnel·les du secteur se retrouvent donc confrontés à un véritable dilemme dans le choix des matériaux pour répondre aux exigences de durabilité et de sobriété⁴. Au-delà de ces arbitrages techniques, la réflexion sur des alternatives constructives plus

D'ÈRE

durables ouvre un champ d'exploration fertile, capable de renouveler les imaginaires des architectes et ingénieures ainsi que les manières d'habiter.



Il est essentiel de rappeler que les fondations et structures porteuses représentent près de 45% des émissions de CO₂ autorisées (4 kgCO₂/m²/an selon les articles LCI 117–118), d'après les statistiques actuelles. Bien que le béton armé demeure prépondérant pour certaines structures de grande portée ou fortement sollicitées ainsi que pour les fondations et les ouvrages de génie civil, son rôle futur dans les bâtiments et infrastructures soulève des interrogations.

Il est désormais crucial d'évaluer objectivement ce matériau et de prendre des mesures pour améliorer ses performances environnementales. Plusieurs pistes peuvent être explorées : la réduction des quantités de matière et de la teneur en clinker, le développement de nouveaux types de ciment, le recyclage des granulats, la recherche d'alternatives au sable, l'utilisation d'aciers recyclés ou à faible empreinte carbone et, bien sûr, le réemploi des matériaux. Ces leviers sont déterminants pour une utilisation plus durable du béton dans la construction.

BÉTON

Cependant, le prix à payer pourrait être une diminution du confort et de la rapidité de mise en œuvre auxquels nous sommes habitués. Les ciments Portland, par exemple, doivent leur succès à leur montée rapide en résistance, permettant des délais de décoffrage et de désétalement qui pourraient devenir des exceptions à l'avenir.

Le réemploi du béton armé constitue une piste prometteuse, même si ses modalités restent à préciser. Certaines conditions doivent être réunies : anticipation des phases de déconstruction, disponibilité de lieux de stockage adaptés et capacité à concevoir de nouvelles structures en fonction des éléments récupérés.

Il n'en demeure pas moins que les normes actuelles, qu'elles soient structurelles, acoustiques ou liées à la protection incendie, ont tendance à freiner plus qu'à encourager une évolution rapide. Leur adaptation nécessiterait un travail de révision conséquent et un engagement politique fort pour ouvrir de nouvelles perspectives. Face à des intérêts établis, cette transformation exigera une réelle détermination de la part des professionnel·les du secteur.

Enfin, il convient de souligner que les évolutions techniques, normatives et légales résultent des efforts déployés depuis des décennies par les acteur-trices du secteur pour faire progresser les pratiques, sensibiliser les maîtres d'ouvrage et explorer des alternatives. C'est dans cette continuité qu'un engagement renouvelé est nécessaire pour que l'ensemble des intervenant·es — architectes, ingénieures, entreprises et maîtres d'ouvrage — repensent leurs habitudes et contribuent à une manière de construire plus responsable, au service de l'environnement et de la société.

CONSEIL FAI, JUIN 2026

- Office fédéral de l'environnement (OFEV), « Matières premières, déchets et économie circulaire : en bref », 25 septembre 2025 bafu.admin.ch/fr/matieres-premieres-dechets-et-economie-circulaire-en-bref, [consulté le 27 avril 2026].
- Office fédéral de topographie (swisstopo), *Matériaux premières nécessaires à la fabrication du ciment. Besoins et état de l'approvisionnement en Suisse*, Rapports du Service géologique national, swisstopo, Wabern, 2020.
- « La Guerre du sable », *Géopolitis*, Radio Télévision Suisse (RTS), 24 août 2025.
- Voir l'interview d'Aurelio Muttoni, p. 30–31 du présent numéro.

P.P.
CH — 1211
Genève



FAI | FÉDÉRATION DES
ASSOCIATIONS
D'ARCHITECTES
ET D'INGÉNIEURS
DE GENÈVE

RUE DE SAINT-JEAN 98
1211 GENÈVE 3
CASE POSTALE 5278
FAI-GE.CH

Associations constitutives et membres de la FAI:

- AGA Association genevoise d'architectes
- AGG Association genevoise des ingénieurs
géomètres brevetés
- AGI Association genevoise des ingénieurs
- FAS Fédération des architectes suisses, section Genève
- FSAP Fédération suisse des architectes paysagistes,
section Genève
- SIA Société suisse des ingénieurs et des architectes,
section Genève

Associations, commissions, archives et informations
sur le site de la FAI: fai-ge.ch

Abonnement: interface@fai-ge.ch
