

Les bétons : des solutions d'avenir pour répondre aux besoins d'une société responsable

Le matériau béton et les enjeux du développement durable

EDITON 2024

l'architecture

BETOCIB



et Les bétons

Les bétons : des solutions d'avenir pour répondre aux besoins d'une société responsable

Le matériau béton et les enjeux du développement durable



Recueil collectif d'informations et de témoignages avec la participation de :

Claire Barbou, Bétocib,

Alexandre Buisson, GBE,

Alina Dulaurent, Heidelberg Materials France, présidente
de la commission technique de Bétocib,

Gilles Florentin, CMEG,

Stéphane Herbin, Cimbéton,

Giovanni Lelli, Lelli Architectes,

Dominique Sestillange, CEMEX,

Etienne Tricaud, architecte-ingénieur, président de Bétocib,

et l'ensemble des adhérents de BETOCIB, architectes, ingénieurs, bureaux d'études,
centres de recherches, industriels, entreprises,
fournisseurs de matériaux et partenaires (liste sur betocib.net)
pour la mise à disposition des informations, des photos et des visuels.



Ouvrage édité par BETOCIB, association de loi 1901,
présidée par Etienne Tricaud, architecte-ingénieur.
Bétocib a pour mission la valorisation et la promotion
de la qualité esthétique, technique et environnementale
de l'architecture en béton.

Sommaire

Préambule	11
La construction durable : enjeux et solutions en béton	13
La construction de demain, nécessairement durable	13
<i>Réglementation de la construction : d'une préoccupation purement énergétique vers une approche de développement durable</i>	<i>13</i>
<i>Évolution des réglementations énergétiques : de la RT2012 à la RE2020</i>	<i>13</i>
<i>La RE2020.....</i>	<i>14</i>
<i>Vers une approche de développement durable réglementée.....</i>	<i>14</i>
Le béton, allié de la construction durable	14
La dimension sociale du béton	14
<i>Sécurité et bien-être des occupants</i>	<i>15</i>
<i>Sécurité incendie.....</i>	<i>15</i>
<i>Sécurité au travail.....</i>	<i>15</i>
<i>Sécurité et résilience face aux conditions naturelles extrêmes</i>	<i>17</i>
<i>Structure, grandes portées, sismicité.....</i>	<i>17</i>
<i>Usages et urbanisme</i>	<i>17</i>
<i>Maîtriser l'artificialisation des sols</i>	<i>17</i>
Ancrage local	21
<i>Produits.....</i>	<i>21</i>
<i>Expertises professionnelles.....</i>	<i>21</i>
<i>Choix architectural</i>	<i>21</i>
La dimension environnementale du béton.....	24
<i>Les ressources naturelles, un capital essentiel à préserver</i>	<i>24</i>
<i>Les composants du béton</i>	<i>24</i>
<i>Le ciment</i>	<i>24</i>
<i>Les granulats</i>	<i>24</i>
<i>L'eau.....</i>	<i>25</i>
<i>Les adjuvants.....</i>	<i>25</i>
<i>Réduction de l'empreinte environnementale des composants du béton</i>	<i>25</i>
<i>Les ciments</i>	<i>25</i>
<i>Usage raisonné de l'eau</i>	<i>28</i>

<i>Angle industriel</i>	28
<i>Le recours aux solutions adjuvantées pour une meilleure gestion de l'eau sur site</i>	28
<i>Les granulats</i>	28
<i>Les granulats alternatifs, une approche responsable pour préserver les ressources de la planète...</i>	29
<i>Préserver les ressources naturelles par le recyclage</i>	29
<i>Réaménagement des carrières</i>	34
<i>Prescrire des bétons à empreinte environnementale réduite</i>	37
<i>Formulations des bétons à empreinte environnementale réduite</i>	37
<i>La proximité, garantie d'un impact environnemental réduit</i>	41
<i>Le transport responsable</i>	41
<i>Mise en œuvre</i>	41
<i>Des chantiers plus respectueux de l'environnement</i>	41
<i>Le savoir-faire des entreprises de construction : un gage de bonne gestion des ressources et des flux</i>	41
<i>Vie en œuvre</i>	42
<i>Réduction de l'impact environnemental lié aux opérations d'entretien</i>	42
<i>Pérennité des bâtiments en béton</i>	42
<i>L'inertie thermique du béton, alliée de l'éco-conception</i>	42
<i>Maîtriser les îlots de chaleur urbains (ICU) avec des solutions béton à fort pouvoir réflecteur</i>	42
La conception des ouvrages durables	49
<i>L'approche qualité et le cadre normatif et réglementaire en face des besoins d'économie de matière</i>	51
<i>Les engagements de la filière (RSE)</i>	52
<i>Choisir des acteurs du béton prêt à l'emploi ou de béton préfabriqué responsables</i>	52
Le béton, matériau durable : dimension économique	54
<i>Économie d'un projet urbain</i>	54
<i>L'inertie thermique du béton, un levier important pour réduire les besoins en climatisation</i>	54
<i>Les bétons structurels à propriété isolante : une alternative économique aux rupteurs de ponts thermiques</i>	54
<i>Le béton, un allié durable pour réduire les coûts de maintenance des ouvrages</i>	54
<i>L'industrie du béton : un acteur de proximité résilient face aux fluctuations du marché</i>	55
<i>Le béton, acteur de l'économie circulaire</i>	55
Construction durable et mixité des matériaux	55
La RE2020, élément historique dans le paysage réglementaire français	58
<i>La RE2020 : des objectifs ambitieux pour la performance énergétique et l'impact carbone</i>	58
<i>Évaluation de l'impact carbone par analyse de cycle de vie (ACV)</i>	58
<i>Qu'est-ce qu'une ACV ?</i>	58
<i>Qu'est-ce qu'une ACV « dynamique » ?</i>	59
<i>FDES et PEP : comment ça fonctionne ?</i>	59
<i>Évaluation de l'impact carbone des composants et du chantier (IC_{construction})</i>	60
<i>A retenir</i>	62

Demain est maintenant	65
ANNEXES	67
Rappel des éléments significatifs de l'optimisation de l'emploi du béton	67
<i>Environnement du projet</i>	<i>67</i>
<i>Concevoir un bâtiment ambitieux d'un point de vue énergétique, en atteignant un juste équilibre dans l'emploi des matériaux.....</i>	<i>68</i>
<i>Dimensionnement des structures et analyse complète au regard des réglementations:</i>	<i>68</i>
Les références normatives, les réglementations et les recommandations	69
<i>Références normatives.....</i>	<i>69</i>
<i>Texte réglementaire et normes environnementales</i>	<i>69</i>
<i>Constituants</i>	<i>70</i>
<i>Essais Béton</i>	<i>71</i>
<i>Produits de protection et de réparation</i>	<i>72</i>
<i>DTU, Recommandations</i>	<i>72</i>
<i>Eurocode.....</i>	<i>73</i>
<i>Texte réglementaire, recommandations techniques, guides, etc.</i>	<i>73</i>
Classes d'exposition.....	74
<i>Les classes d'exposition courantes</i>	<i>74</i>
<i>Les classes d'exposition particulières</i>	<i>75</i>
Organismes Professionnels.....	76
Bibliographie	78



Parking Silo P+R (44), architectes: R architecture (architecte mandataire) et Claas Architectes (Architecte partenaire) – Crédits: Maxime Devaux

« *Le béton n'a pas fini de nous surprendre.
Nous sommes encore au début de son histoire.* »

Paul Chemetov, Président d'Honneur de Bétocib de 2013 à 2024

Bienvenue dans cet ouvrage collectif, rédigé par la commission technique de Bétocib, association composée d'experts pluridisciplinaires : architectes, BET, compagnons, industriels, entreprises. Nous allons explorer ensemble le rôle essentiel du béton dans l'architecture de demain, un monde en perpétuel changement où la nécessité d'agir en faveur d'une construction durable est plus que jamais cruciale.

La réglementation RE2020 a ouvert la porte sur trois critères fondamentaux : la réduction de l'empreinte carbone, la consommation énergétique maîtrisée et le confort en période estivale. Pourtant, la réalisation d'un projet viable et responsable repose sur une multitude de critères, comme l'avait déjà montré Vitruve depuis le 1^{er} siècle av. J.C. (*Utilitas, Firmitas, Venustas*). Ainsi, le coût, la sécurité, la solidité, le confort, la diversité des usages, l'esthétique doivent être soigneusement évalués au même titre que l'impact environnemental.

Vous allez découvrir (ou redécouvrir) à travers ces pages comment le béton reste un matériau incontournable pour relever tous les défis de la construction de demain. Nous nous pencherons sur les réglementations actuelles qui encadrent son utilisation, sur les formulations spécifiques du béton ainsi que sur la diversité de ses composants. Par une approche holistique, nous mettrons en évidence que le choix du béton, lorsqu'il est réalisé de manière réfléchie, contribue pleinement à une architecture à la fois résiliente et durable.

En explorant les multiples facettes du béton, nous espérons vous éclairer sur son importance capitale pour façonner un avenir bâti sur des bases respectueuses de l'environnement et en harmonie avec les besoins de notre société en constante évolution. Vous pourrez ainsi constater que le béton, loin d'être figé dans le passé, évolue et s'adapte pour répondre aux exigences de demain.

Nous souhaitons que ce document soit une source d'inspiration et un guide pour aider les lecteurs à comprendre comment le béton demeure un partenaire inestimable dans la construction d'un monde durable et épanouissant pour les générations à venir.

La commission technique de Bétocib vous souhaite une bonne lecture.



*Mémorial international de Notre Dame de Lorette, (62),
architecte : Philippe Prost, AAPP – Crédits : Aitor Ortiz*

Préambule

Le béton constitue depuis la 2^e moitié du XX^e siècle le matériau principal de construction des infrastructures et bâtiments à travers le monde. S'il a soutenu le développement socio-économique de nombreux pays et donné lieu à des ouvrages d'art et des architectures de grande qualité, il est également décrié pour les effets sur l'urbanisme de son usage excessif et pour les effets sur l'architecture de mises en œuvre parfois médiocres. Plus récemment, comme pour tout autre matériau, sont venues s'ajouter les préoccupations à propos de son impact sur l'environnement (empreinte carbone et utilisation des ressources).

Le béton est un matériau indispensable à une grande partie des travaux d'infrastructure (barrages, travaux souterrains...) et de bâtiments (fondations notamment). Savamment articulé avec d'autres matériaux, sa « juste place » dans la conception des structures de bâtiment reste aujourd'hui à redéfinir : une place moins hégémonique qu'elle n'a pu l'être, en France par exemple, pendant les « 30 glorieuses », mais une place où l'on utilise le béton pour la pleine exploitation de ses atouts : résistance structurelle (tour de contreventement abritant les circulations verticales, grandes portées ou porte-à-faux...), résistance dans la durée et capacité de réemployer ou d'offrir de nouveaux usages (réversibilité) à une structure, propriétés acoustiques, inertielles (thermique) et de résistance au feu.

Pour ce faire, le béton se réinvente dans ses compositions comme dans ses emplois. En ce qui concerne les compositions, déjà apparaissent des bétons haute résistance, des bétons « bas carbone », des bétons de site (extraction sur site) et des bétons de terre, des matériaux de substitution et des adjuvants qui en modifient les propriétés. Pour ce qui relève des emplois du béton, les pistes les plus prometteuses concernent la mixité de matériaux (articulations avec le métal, le bois, la terre, la pierre et la brique) et l'économie de matière par la conception des systèmes structurels optimisés.

Cette évolution du béton est l'objet du travail de chercheurs, de physiciens et de chimistes, mais également d'architectes et d'ingénieurs. Par leurs projets, ils proposent de pousser toujours plus loin l'usage d'un matériau qui, au-delà de ses propriétés structurelles, thermiques ou acoustiques, a ouvert une nouvelle page de l'histoire de l'architecture et permis la réalisation d'espaces aux qualités plastiques et sensibles inconnues auparavant.

Etienne Tricaud, architecte-ingénieur, président de Bétocib