



Enfouir le carbone dans les bâtiments

**Guide
d'approvisionnement
en béton à faible
teneur en carbone**

CAGBC

Canada
Green
Building
Council

Conseil du
Bâtiment
Durable du
Canada

Ce projet a été réalisé avec l'appui financier
du gouvernement du Canada.

This project was undertaken with the financial support
of the Government of Canada.

Canada 

Copyright © 2026 Conseil du bâtiment durable du Canada (CBDCA)

ISBN: 978-1-998647-24-8

Le présent document peut être reproduit, en tout ou en partie, sans frais ni autorisation écrite, à condition que la source soit dûment mentionnée et qu'aucune modification n'y soit apportée. Tous les autres droits sont réservés.

Les analyses et les points de vue présentés dans le présent document sont ceux du Conseil du bâtiment durable du Canada (CBDCA). Ils ne reflètent pas nécessairement ceux de ses organisations affiliées, y compris ses partenaires, bailleurs de fonds, membres et autres participants. Les organisations affiliées au CBDCA n'endossent ni ne garantissent quelque partie ou aspect que ce soit du présent document. Elles déclinent toute responsabilité, directe ou indirecte, à l'égard de toute question pouvant découler du présent document ou de son utilisation.

Le CBDCA tient à remercier le gouvernement du Canada pour sa contribution à la préparation du présent rapport, ainsi que les membres du comité consultatif d'experts du CUC-MCC et l'ensemble des parties prenantes consultées dans le cadre de son élaboration.

À propos du Conseil du bâtiment durable du Canada

Le CBDCA (cagbc.org/fr) fait de la durabilité un avantage concurrentiel. Chef de file du bâtiment durable au Canada, le CBDCA accélère la réalisation de bâtiments performants et à faibles émissions de carbone. Il offre au secteur les solutions nécessaires pour protéger les actifs et créer de la valeur, notamment grâce à ses certifications reconnues, à ses analyses fondées sur les données, à ses activités de représentation auprès des gouvernements et au perfectionnement des compétences professionnelles.

Pour en savoir plus, visitez : cagbc.org/fr.

À propos de Pratus Group, en partenariat avec Quasar Consulting Group

Pratus Group (pratusgroup.com), en partenariat avec Quasar Consulting Group, est une société d'experts-conseils offrant des services complets en mécanique, en électricité, en technologies de l'information, des communications et de l'automatisation (ICAT), en durabilité, en modélisation énergétique et en mise en service. Elle compte plusieurs bureaux au Canada. Ensemble, Pratus Group et Quasar offrent une expertise en conception, en développement et en exploitation de bâtiments et d'infrastructures durables à faibles émissions de carbone.

Table des matières

Introduction	4
Contexte du projet	4
Notions de base sur le ciment et le béton	6
Avantages du béton à faible teneur en carbone	10
Enseignements tirés	12
Objectif du rapport	12
Consultation des parties prenantes	13
Principaux thèmes ressortis des entrevues	14
Résumé	16
Spécification des matériaux en béton : rôles et processus	17
Élaboration des spécifications tout au long du processus de conception et de construction	19
Considérations supplémentaires relatives à la spécification des technologies CUC-MCC	23

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Orientation de niveau 1 – Stratégie 1	28
Orientation de niveau 1 – Stratégie 2	29
Orientation de niveau 2 – Stratégie 1	30
Orientation de niveau 2 – Stratégie 2	32
Orientation de niveau 2 – Stratégie 3	33
Orientation de niveau 2 – Stratégie 4	34
Orientation de niveau 3 – Stratégie 1	36
Orientation de niveau 3 – Stratégie 2	39
Orientation de niveau 3 – Stratégie 3	41

Annexes

Annexe A : Remerciements	42
Annexe B : Références	43

Introduction

Contexte du projet

Introduction

Contexte du projet

Notions de base sur le ciment
et le béton

Avantages du béton à faible
teneur en carbone

L'atteinte des objectifs climatiques du Canada exigera une réduction rapide et à grande échelle des émissions de gaz à effet de serre de l'environnement bâti. Cet effort devra porter à la fois sur les émissions liées à l'exploitation des bâtiments et sur celles associées à la fabrication des matériaux de construction, une importante source d'émissions de carbone. La décarbonation de ces secteurs industriels est essentielle à l'atteinte des objectifs climatiques du Canada, mais elle nécessitera des approches adaptées.

Le béton et le ciment sont au cœur de ce défi. Ils sont indispensables à la quasi-totalité des projets de construction et d'infrastructure au Canada, et leur profil d'émissions en fait une priorité en matière de décarbonation industrielle.

Le ciment est responsable d'environ 7 pour cent des émissions mondiales de CO₂ chaque année. Au Canada, il représentait environ 1,4 pour cent des émissions totales en 2020. La décarbonation du béton et des matériaux de ciment constitue un défi commun. Elle exigera de nouvelles méthodes de fabrication et d'utilisation de ces matériaux, ainsi que de nouvelles approches en matière de conception et de construction.

La demande de béton demeurera néanmoins forte. Chaque année, plus de 14 millions de tonnes de ciment et 60 millions de tonnes de béton sont produites au Canada. Comptant 14 cimenteries et plus de 1 100 usines de béton, l'industrie canadienne du ciment et du béton contribue directement à l'économie pour plus de 5 milliards de dollars, soit plus de 2 pour cent du produit intérieur brut (PIB) manufacturier canadien.

Le béton continuera de soutenir la croissance des collectivités et la réalisation de projets d'envergure nationale, qu'il s'agisse de logements, d'infrastructures énergétiques, de ports, d'aéroports, d'autoroutes, de corridors de transport, de barrages ou de ponts.

Cette demande soutenue représente une occasion à saisir. Les politiques publiques, les certifications en bâtiment durable et les initiatives du secteur privé stimulent de plus en plus la demande de matériaux à faible teneur en carbone, y compris le béton. Toutefois, leur adoption par le marché demeure limitée. Les moyens de réduire les émissions de façon significative ne sont pas toujours clairs pour les équipes de projet, les maîtres d'ouvrage et les professionnels de l'approvisionnement. Les technologies de capture et d'utilisation du carbone pour les matériaux de construction cimentaires (CUC-MCC) offrent une avenue prometteuse pour réduire les émissions tout en maintenant les niveaux de performance, de durabilité et de capacité de déploiement exigés par l'environnement bâti.

Le Canada a été un pionnier dans le développement de technologies à faible teneur en carbone pour la production de ciment et de béton, y compris les technologies CUC-MCC. Pour exploiter pleinement le potentiel de ces technologies, il faut définir clairement leur contribution à la réduction des émissions à l'échelle des bâtiments et des portefeuilles, ainsi que les modalités de leur intégration aux cadres existants d'approvisionnement et de certification.

Saisissant cette occasion, le CBDCA a lancé le projet Enfourir le carbone dans les bâtiments afin d'élaborer, de mettre à l'essai et de définir des recommandations visant à quantifier et à maximiser les réductions potentielles des émissions associées aux technologies CUC-MCC. Mené en neuf étapes entre 2022 et 2026, le projet visait à quantifier les réductions d'émissions, à évaluer les répercussions sur le marché et à transformer les innovations techniques en mesures concrètes.

Le projet *Burying Carbon in Buildings* (« *Enfouir du carbone dans les bâtiments* ») s'est déroulé en neuf étapes entre 2022 et 2026. Le présent rapport constitue la dernière étape du projet. Il fournit des orientations sur l'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone, en mettant l'accent sur le béton fabriqué à l'aide des technologies CUC-MCC.

Introduction

Contexte du projet

Notions de base sur le ciment
et le béton

Avantages du béton à faible
teneur en carbone



Figure 1 : Étapes du projet *Enfouir le carbone dans les bâtiments*

Notions de base sur le ciment et le béton

Le présent rapport n'a pas pour objectif de présenter de façon exhaustive les notions fondamentales relatives au ciment et aux matériaux en béton. Pour une introduction à ces notions, consultez le *Guide d'introduction au marché : Captage et utilisation du carbone dans les matériaux de construction cimentaires*, publié précédemment.

Vous y trouverez notamment de l'information sur :

- la fabrication du ciment et des matériaux en béton;
- le carbone intrinsèque et les incidences environnementales des matériaux cimentaires;
- les stratégies de décarbonation des matériaux cimentaires;
- l'état d'avancement du déploiement de ces stratégies au Canada;
- les points de vue des principales parties prenantes sur les obstacles et les possibilités liés au béton à faible teneur en carbone.

Les pages suivantes présentent les principaux concepts relatifs aux matériaux cimentaires et aux produits de béton.

Introduction

Contexte du projet

Notions de base sur le ciment et le béton

Avantages du béton à faible teneur en carbone

D'autres ressources sont également offertes dans des rapports techniques publiés par des associations sectorielles, des firmes d'experts-conseils, des organismes gouvernementaux et des organismes sans but lucratif, notamment :

- L'Association Canadienne du Ciment : Béton Zéro
- Concrete Ontario: A Guideline for Specifying Low Carbon Ready Mixed Concrete in Ontario (en anglais seulement)
- Lower Carbon Concrete Task Force: Lower Carbon Concrete Guide (en anglais seulement)
- Conseil national de recherches du Canada : Low-Carbon Concrete Materials: Current and Emerging Technologies (en anglais seulement)
- Pembina Institute: Building One Canadian Economy (en anglais seulement)
- ZGF, Fast+Epp, EllisDon, & Lafarge : Concrete: A Pragmatic Approach to Lowering Embodied Carbon (en anglais seulement)

Introduction

Contexte du projet

Notions de base sur le ciment et le béton

Avantages du béton à faible
teneur en carbone

Béton et carbone intrinsèque

Le carbone intrinsèque correspond à l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre (GES) associées à un matériau, à un produit ou à un bâtiment, à l'exclusion des émissions liées à son exploitation. Ces émissions sont générées tout au long du cycle de vie, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie du matériau, en passant par la fabrication, le transport, l'installation et l'entretien.

Dans le cas du béton, la majeure partie du carbone intrinsèque est attribuable à la fabrication du ciment. Bien que le béton soit composé de ciment, de sable, de gravier, d'eau, d'air et d'autres constituants en faibles quantités, le ciment est à lui seul responsable d'environ 90 pour cent du carbone intrinsèque du béton. Cette empreinte s'explique principalement par la fabrication du clinker, composant essentiel du ciment Portland. Sa production exige une importante quantité d'énergie, ce qui entraîne des émissions liées à la combustion de combustibles fossiles. À cela s'ajoutent les émissions de CO₂ directement libérées par la réaction chimique de calcination.

La composition d'un mélange de béton influence également son intensité carbone. Les variations dans les proportions des constituants permettent d'obtenir des bétons aux propriétés mécaniques et à la durabilité différentes, mais elles modifient aussi les émissions associées au produit.

En règle générale, les mélanges contenant davantage de ciment présentent une intensité carbone plus élevée. À l'inverse, ceux qui incorporent des substituts au ciment ou qui répondent à des exigences de résistance moins élevées affichent généralement une intensité carbone plus faible.

Il importe toutefois de considérer ces résultats dans leur contexte. Les exigences de performance, notamment en matière de durabilité, de durée de vie utile et d'efficacité structurale, influencent aussi les émissions sur l'ensemble du cycle de vie du béton. Dans certaines conditions d'exposition, un béton plus performant peut ainsi réduire les émissions globales en prolongeant sa durée de vie utile et en limitant les besoins d'entretien.

Méthodes de quantification du carbone intrinsèque

Les émissions de carbone intrinsèque sont quantifiées au moyen d'une analyse du cycle de vie (ACV). Cette méthodologie permet d'évaluer les incidences environnementales d'un matériau à chacune des étapes de son cycle de vie, y compris les processus en amont et en aval. Les résultats sont ensuite cumulés pour l'ensemble des composantes et présentés au moyen d'indicateurs normalisés.

Lorsqu'elle est appliquée à un produit ou à un matériau de construction, l'ACV permet de communiquer sa performance environnementale au moyen d'une déclaration environnementale de produit (DEP). En plus des émissions de carbone, une DEP rend généralement compte d'autres incidences environnementales, notamment le potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone et le potentiel d'acidification. L'ACV peut également être réalisée à l'échelle d'un bâtiment afin de quantifier son carbone intrinsèque. Elle s'appuie alors sur les DEP des matériaux qui le composent ainsi que sur les quantités ou les volumes de matériaux utilisés pour sa construction.

Enfin, des valeurs de référence et des valeurs moyennes de l'intensité carbone sont déjà établies au Canada pour différents mélanges de béton. Il est ainsi possible de comparer l'intensité carbone d'un mélange à ces références afin d'estimer son potentiel de réduction des émissions par rapport à un mélange de référence.

Stratégies de réduction du carbone intrinsèque du béton

RECOURIR À DES STRATÉGIES D'APPROVISIONNEMENT FAVORISANT L'INNOVATION

Les produits de béton peuvent être spécifiés au moyen d'une approche prescriptive ou fondée sur le rendement. Les spécifications prescriptives définissent précisément les proportions du mélange et les quantités de matériaux à utiliser. Elles laissent ainsi peu de place à l'ambiguïté ou aux divergences d'interprétation, mais limitent également les possibilités d'innovation. Elles exigent en outre des rédacteurs de devis une bonne connaissance des matériaux disponibles, des résultats attendus et des pratiques exemplaires en vigueur. À l'inverse, les spécifications fondées sur la performance offrent aux fournisseurs de béton la souplesse nécessaire pour optimiser leurs mélanges afin de satisfaire à des critères de performance mesurables. Elles exigent toutefois une collaboration étroite entre les partenaires afin que tous comprennent clairement les objectifs et les exigences du projet. Les spécifications fondées sur la performance constituent un levier essentiel pour favoriser l'utilisation de béton à faible teneur en carbone.

PASSER À DES COMBUSTIBLES À PLUS FAIBLE INTENSITÉ CARBONE

Les fours à ciment doivent maintenir des températures élevées et constantes, d'environ 1 450 °C. Historiquement, ces températures étaient obtenues au moyen de combustibles fossiles, comme le charbon. Le recours à des combustibles de remplacement à plus faible intensité carbone permet de réduire les émissions générées par la fabrication du ciment, principalement en diminuant celles attribuables à la combustion. Parmi les combustibles de remplacement figurent notamment les déchets municipaux, commerciaux et industriels non dangereux, les résidus agricoles, les déchets de construction et de démolition ainsi que les plastiques non recyclables. Certains de ces combustibles contiennent également des matières d'origine biologique.

Leur utilisation dans les fours à ciment peut avoir une empreinte environnementale plus faible que les méthodes traditionnelles d'incinération, de valorisation énergétique des déchets ou d'enfouissement. Enfin, d'autres sources d'énergie sont actuellement à l'étude pour alimenter les fours à ciment, notamment l'hydrogène et l'électrification.

REMPACEMENT DU CLINKER ET OPTIMISATION DES MÉLANGES

Comme près de 90 pour cent du carbone intrinsèque des produits en béton est attribuable à la production du ciment Portland, la réduction de la teneur en clinker constitue l'une des principales stratégies de décarbonation. L'utilisation de matériaux cimentaires supplémentaires (MCS), de ciment Portland au calcaire (CPC) ou de mélanges de béton optimisés peut permettre de réduire le carbone intrinsèque de 10 à 40 pour cent.

L'ampleur des réductions obtenues dépend toutefois de la disponibilité de ces matériaux et des exigences de performance du béton. Une autre stratégie couramment utilisée consiste à optimiser les mélanges de béton afin de réduire la quantité totale de ciment ou d'en remplacer une partie par d'autres liants. Toutefois, ces matériaux de remplacement ne sont pas toujours disponibles à l'échelle régionale et leur utilisation peut avoir une incidence sur les coûts du projet. Par ailleurs, les cendres volantes et le laitier de haut fourneau granulé, deux matériaux de remplacement couramment utilisés en substitution du ciment Portland, devraient se faire de plus en plus rares. En effet, ces matériaux sont des sous-produits d'industries, comme la production d'électricité à partir du charbon, qui réduisent progressivement leurs émissions de carbone. De nouveaux MCS sont toutefois en cours de développement afin de remplacer progressivement ces matériaux traditionnels.

Introduction

Contexte du projet

Notions de base sur le ciment et le béton

Avantages du béton à faible teneur en carbone

Introduction

Contexte du projet

Notions de base sur le ciment et le béton

Avantages du béton à faible
teneur en carbone

CARBONATATION NATURELLE

Les produits en béton peuvent absorber du CO_2 par un processus appelé carbonatation naturelle. Cette absorption peut se produire pendant leur durée de vie utile ou après. La vitesse et l'importance de l'absorption du CO_2 varient selon les conditions environnementales, la composition initiale du béton et les matériaux qui le constituent. Selon l'Association européenne du ciment, les produits en béton pourraient éventuellement séquestrer une quantité de CO_2 équivalant à 23 pour cent des émissions générées par la calcination lors de la production du clinker. Des recherches récentes menées par l'Université de Toronto indiquent toutefois qu'à partir de mesures effectuées en 12 endroits au Canada, le taux d'absorption du CO_2 était inférieur à 10 pour cent.

EFFICACITÉ DE LA CONSTRUCTION

La réduction des déchets et l'optimisation des calendriers de construction peuvent contribuer à diminuer à la fois les coûts des matériaux en béton et les émissions de carbone. Le béton prêt à l'emploi est l'un des rares matériaux de construction fabriqués spécialement pour un chantier ou directement sur celui-ci. Le choix de la durée de la cure peut influencer la quantité de ciment nécessaire pour atteindre les performances recherchées. En prévoyant un délai plus long avant que les ouvrages en béton n'atteignent leur résistance de service, il est parfois possible de réduire la quantité de ciment utilisée, ce qui contribue à diminuer les émissions de carbone. Cette approche peut toutefois avoir une incidence sur les échéanciers et les coûts du projet. Enfin, un contrôle rigoureux de la qualité et un suivi continu de la cure du béton permettent de limiter les pertes de matériaux. De même, les éléments préfabriqués assemblés sur le chantier peuvent contribuer à réduire les déchets de béton.

CAPTAGE ET UTILISATION DU CARBONE

Le captage des émissions de procédé à la cimenterie peut réduire de 95 pour cent ou plus les émissions associées à la fabrication du ciment. Le CO_2 peut être capté de différentes façons, notamment au moyen de solvants chimiques ou physiques, de membranes ou de matériaux solides

qui réagissent avec le CO_2 afin de l'extraire des gaz de combustion. Une fois capté, le CO_2 peut être stocké de façon sécuritaire ou valorisé dans la fabrication de produits tels que des carburants synthétiques, des plastiques ou du béton, évitant ainsi son rejet dans l'atmosphère. Les technologies CUC-MCC permettent de capter le CO_2 provenant de sources ponctuelles de la chaîne de valeur du ciment et du béton ou de l'utiliser directement dans les procédés de fabrication. Ces technologies donnent déjà lieu à diverses applications dans la production de béton. Le CO_2 est notamment utilisé pour produire des granulats, injecté dans le béton frais au moment du malaxage ou encore employé pour fabriquer des matériaux cimentaires de remplacement à partir de matières résiduelles. Pour en savoir davantage sur ces approches, consultez le *Guide d'introduction au marché : Captage et utilisation du carbone dans les matériaux de construction cimentaires*, ainsi que les autres ressources produites dans le cadre de ce projet.



Avantages du béton à faible teneur en carbone

Le béton à faible teneur en carbone est un béton dont l'empreinte carbone est inférieure à celle d'un mélange de référence produit selon les pratiques courantes, tout en satisfaisant aux exigences de performance applicables. Au-delà de la réduction des émissions de carbone, il présente également d'autres avantages.

Introduction

Contexte du projet

Notions de base sur le ciment et le béton

Avantages du béton à faible teneur en carbone

Des emplois locaux

L'industrie canadienne du ciment et du béton emploie directement près de 29 000 personnes, soit environ 2 pour cent de l'ensemble des emplois du secteur manufacturier au Canada. Parmi ces emplois, 90 % sont des emplois à temps plein, dont le salaire horaire dépasse de 30 % la moyenne du secteur manufacturier. À ces emplois directs s'ajoutent environ 34 000 emplois dans les secteurs qui approvisionnent l'industrie du ciment et du béton. Ces emplois sont, pour la plupart, ancrés dans les collectivités où le ciment et le béton sont produits. En effet, les caractéristiques de ces matériaux favorisent un approvisionnement local. Bien que d'importantes quantités de ciment et de matériaux cimentaires supplémentaires soient importées et exportées, les coûts de transport limitent les échanges de produits finis en béton.

Le béton prêt à l'emploi doit être livré et mis en place dans un rayon limité, puisque sa prise et son durcissement peuvent commencer en moins de 90 minutes. Quant aux matériaux préfabriqués et précontraints, ils peuvent être transportés sur de plus longues distances, mais les coûts logistiques favorisent généralement le recours à des fournisseurs locaux. C'est pourquoi des usines de béton sont implantées dans des collectivités de toutes tailles partout au Canada afin d'approvisionner les chantiers de leur région.

Performance du béton

Bien que la teneur en ciment influence la résistance du béton, l'ajout d'une plus grande quantité de ciment ne se traduit pas nécessairement par une meilleure performance. En revanche, il augmente directement l'intensité des émissions de GES associées au béton.

Il est donc possible de réduire les émissions sans compromettre les performances, ce qui explique l'intérêt des approches de fabrication à faible teneur en carbone. Par exemple, certains MCS, comme le laitier d'aciérie, améliorent la durabilité du béton, réduisent sa perméabilité et peuvent lui conférer des propriétés esthétiques qui nécessiteraient autrement des traitements additionnels. Les technologies CUC-MCC offrent également des avantages sur le plan de la performance. Elles peuvent accélérer le développement de la résistance du béton et réduire la quantité de ciment nécessaire pour atteindre les performances recherchées.

En somme, les mélanges de béton à faible teneur en carbone présentent souvent des avantages qui dépassent la seule réduction des émissions. Ils constituent donc une option avantageuse, même lorsque la décarbonation n'est pas l'objectif principal du projet.

Innover pour réduire les coûts

Les innovations dans les procédés de fabrication et les matériaux peuvent également générer des économies, tant pour l'industrie du ciment et du béton que pour les utilisateurs finaux. Les mélanges de béton à faible teneur en carbone peuvent notamment contribuer à réduire les coûts de plusieurs façons :

- Les MCS peuvent coûter moins cher, à quantité équivalente, que le ciment Portland.
- Les technologies qui réduisent la durée de la cure peuvent accélérer la production et les travaux de construction, ce qui permet de diminuer les coûts de main-d'œuvre.
- Des produits en béton plus durables et plus résistants ont une durée de vie plus longue et nécessitent un remplacement moins fréquent.
- Lorsqu'elles sont déployées à grande échelle, les technologies CUC-MCC qui favorisent la valorisation des déchets industriels ou des granulats de béton recyclé peuvent réduire les coûts de gestion des matières résiduelles et diminuer le recours à l'extraction de nouvelles matières premières dans les sablières et les carrières.

À plus long terme, la croissance du marché canadien du béton à faible teneur en carbone, conjuguée à une demande stable et prévisible pour ces innovations, contribuera à réduire les coûts de déploiement. Elle permettra également aux fabricants canadiens de ciment et de béton d'accroître leur production tout en réduisant l'empreinte environnementale de ce matériau essentiel.

Introduction

Contexte du projet

Notions de base sur le ciment et le béton

Avantages du béton à faible teneur en carbone



Enseignements tirés

Objectif du rapport

Enseignements tirés

Objectif du rapport

Consultation des parties prenantes

Principaux thèmes ressortis des entrevues

Résumé

Le présent rapport vise à aider les maîtres d'ouvrage ainsi que les professionnels de la conception, de la construction et du développement immobilier à renforcer leur capacité à intégrer des matériaux en béton à faible teneur en carbone à leurs pratiques de spécification, d'approvisionnement et de construction. Il présente également des orientations propres à l'approvisionnement en matériaux fabriqués à l'aide des technologies CUC-MCC, reconnaissant que ces technologies reposent sur les mêmes stratégies fondamentales que celles utilisées pour produire du béton à faible teneur en carbone de façon plus générale.

Le rapport propose des orientations claires et concrètes aux organisations qui souhaitent réduire l'empreinte carbone de leurs projets grâce à l'utilisation de béton à faible teneur en carbone, en général, et des technologies CUC-MCC, en particulier. Il s'adresse à l'ensemble des professionnels qui participent, directement ou indirectement, à la spécification, à l'approvisionnement ou à l'utilisation du béton, afin d'éclairer la prise de décision.

Il montre également comment la spécification et l'approvisionnement en béton peuvent, ensemble, stimuler la demande pour des matériaux à faible teneur en carbone, mieux outiller les professionnels et, à terme, réduire l'empreinte carbone des bâtiments et des infrastructures.

Comme les lecteurs de ce rapport possèdent des niveaux d'expérience variés en matière d'approvisionnement et d'utilisation du béton, le rapport est structuré de manière à :

- présenter les concepts fondamentaux qui influencent les émissions de carbone associées aux matériaux cimentaires;

- préciser les rôles et les leviers d'action des partenaires du projet tout au long du processus de conception et de construction afin d'orienter le choix et l'utilisation des matériaux cimentaires;
- favoriser une collaboration efficace entre les partenaires de l'ensemble de la chaîne de valeur du ciment et du béton;
- proposer des orientations pouvant être mises en œuvre dans les projets pour favoriser l'utilisation du béton à faible teneur en carbone.

Bien que les principes présentés dans ce rapport s'inspirent des meilleures pratiques internationales, les orientations proposées ont été élaborées en fonction des réalités du marché canadien et s'adressent d'abord aux professionnels qui y exercent. Enfin, bien que ce guide soit axé sur la réduction du carbone intrinsèque du béton, cet enjeu ne représente qu'un aspect de la conception et de la construction à faible teneur en carbone. Réduire l'empreinte carbone du béton est essentiel, mais cette mesure, à elle seule, ne suffira pas à atteindre une décarbonation à grande échelle.

Consultation des parties prenantes

Lorsque le béton constitue le matériau le plus approprié, la façon dont il est spécifié et approvisionné offre le plus grand potentiel pour améliorer l'efficacité et réduire les émissions. C'est pourquoi ce projet s'est intéressé en priorité aux défis et aux possibilités liés à l'intégration du béton à faible teneur en carbone dans les pratiques de spécification et d'approvisionnement. Les consultations menées auprès d'experts du secteur ont permis de cerner les besoins actuels du marché, ainsi que les principaux obstacles et les possibilités d'accélérer l'adoption du béton à faible teneur en carbone.

À cette fin, des entrevues ont été réalisées à la fin de 2025 auprès d'experts canadiens possédant une vaste expérience de la spécification du béton à faible teneur en carbone. Les consultations ont pris la forme d'entrevues structurées menées par un animateur à l'aide d'un questionnaire normalisé.

La liste complète des personnes interrogées figure à l'**annexe A**.

Enseignements tirés

Objectif du rapport

Consultation des parties prenantes

Principaux thèmes ressortis des entrevues

Résumé



Principaux thèmes ressortis des entrevues

L'EXPÉRIENCE DES TECHNOLOGIES CUC-MCC DEMEURE LIMITÉE

Les professionnels canadiens des secteurs de l'architecture, de l'ingénierie et de la construction ont indiqué avoir peu, voire aucune, expérience des technologies CUC-MCC. Cette méconnaissance s'accompagne de plusieurs préoccupations, notamment en ce qui concerne les coûts supplémentaires potentiels, les répercussions possibles sur les échéanciers des projets, les avantages environnementaux réels du CO₂ utilisé par ces technologies ainsi que la permanence du carbone capté ou stocké dans les matériaux en béton.

Les rédacteurs de devis ont également souligné que peu de fournisseurs de béton ont recours aux technologies CUC-MCC au Canada et que leur disponibilité demeure limitée à certaines régions. Malgré cela, ils ont manifesté un vif intérêt pour ces technologies. L'ensemble des personnes interrogées se sont dites favorables à l'utilisation de béton fabriqué à l'aide des technologies CUC-MCC, pourvu qu'elles disposent de renseignements et de données suffisants pour en évaluer les avantages.

Les fournisseurs de technologies ont pour leur part indiqué que la faible présence des technologies CUC-MCC sur le marché canadien, combinée au manque de sensibilisation et de demande de la part des rédacteurs de devis, freine leur adoption par les fabricants canadiens de ciment et de béton.

Enfin, plusieurs personnes interrogées s'attendent à ce que les prochaines éditions du Code national du bâtiment du Canada intègrent des exigences et des lignes directrices relatives au carbone intrinsèque. Selon elles, cette évolution favorisera l'intérêt et le déploiement des différentes approches visant à réduire le carbone intrinsèque du béton, y compris les technologies CUC-MCC.

CONNAISSANCE LIMITÉE DES STRATÉGIES DE SPÉCIFICATION FAVORISANT LE BÉTON À FAIBLE TENEUR EN CARBONE

Les approches prescriptives demeurent la norme pour la spécification du béton dans la plupart des régions du Canada, particulièrement dans les projets dirigés par le secteur public. Elles laissent peu de marge de manœuvre aux producteurs de béton pour optimiser leurs mélanges ou proposer d'autres solutions. À l'inverse, les spécifications fondées sur la performance ont été unanimement reconnues comme le point de départ de toute démarche visant à produire du béton à faible teneur en carbone et à intégrer les technologies CUC-MCC.

Les DEP sont un outil bien connu des professionnels canadiens de la conception, mais leur disponibilité varie selon les régions et les types de produits. Des déclarations sont offertes pour le ciment dans l'ensemble du Canada, de même que des déclarations sectorielles pour les mélanges de béton. En revanche, les déclarations propres à une centrale à béton ou à un mélange particulier sont beaucoup moins répandues.

De plus, l'expertise nécessaire pour les interpréter et les utiliser demeure principalement concentrée dans les grands centres urbains. Cette situation s'explique en partie par les normes municipales de construction durable en vigueur dans des villes comme Toronto et Vancouver. Les personnes interrogées ont indiqué que les normes municipales, lorsqu'elles fixent des seuils précis d'intensité des émissions pour les matériaux, incitent fortement les ingénieurs et les entrepreneurs à revoir leurs pratiques de spécification du béton.

Enseignements tirés

Objectif du rapport

Consultation des parties
prenantes

Principaux thèmes ressortis des entrevues

Résumé

LES AVANTAGES COMPLÉMENTAIRES RENFORCENT L'INTÉRÊT DES MATÉRIAUX À FAIBLE TENEUR EN CARBONE

Les personnes interrogées mentionnent que la réduction du carbone intrinsèque du béton offre une excellente occasion de démontrer que la conception durable peut aussi créer de la valeur économique. En effet, les approches à faible teneur en carbone peuvent permettre de réduire les coûts en diminuant la quantité totale de matériaux utilisés ou en remplaçant une partie du ciment par des matériaux moins coûteux. Les fournisseurs de technologies CUC-MCC ont également indiqué que les projets réalisés avec succès au Canada jusqu'à maintenant reposaient souvent sur les multiples avantages qu'offrent leurs technologies.

Si la réduction des émissions demeure le principal avantage recherché, d'autres caractéristiques, comme la performance du béton, son apparence ou son coût, sont également des facteurs déterminants dans le processus décisionnel. Les technologies qui offrent des avantages au-delà de la seule réduction des émissions sont plus susceptibles d'être adoptées et de s'imposer sur le marché.

BESOIN DE DIRECTIVES D'APPROVISIONNEMENT CLAIRES ET PRÉCISES

Les professionnels de la conception et de la construction doivent souvent composer avec des clients, des collègues ou des partenaires de projet qui continuent d'utiliser des spécifications devenues désuètes et qui ne reflètent plus les réalités actuelles du secteur. Dans bien des cas, ces documents ne sont plus conformes aux normes en vigueur ni aux pratiques du marché. Certaines personnes interrogées ont même indiqué que certaines exigences portent sur des produits de béton qui ne sont plus offerts localement. Selon plusieurs répondants, cette situation s'explique en grande partie par la facilité avec laquelle les clauses existantes sont reprises d'un projet à l'autre, sans être révisées de façon critique.

Les intervenants ont également souligné que les directives relatives à l'approvisionnement en béton sont complexes et que les exigences ou les approches adoptées par les administrations provinciales et fédérales ne sont pas toujours harmonisées. Enfin, certaines catégories de technologies CUC-MCC pourraient nécessiter des clauses particulières afin d'être intégrées adéquatement aux devis.

BESOIN D'UNE RESSOURCE CENTRALISÉE

Les personnes interrogées s'entendent pour dire qu'il n'existe pas d'approche universelle pour la spécification du béton à faible teneur en carbone. Elles estiment également que les professionnels canadiens auraient besoin de ressources supplémentaires pour les accompagner dans cette démarche. À l'extérieur des grands centres urbains, les connaissances et l'expérience liées à la spécification de ces matériaux demeurent plus limitées, notamment parce que la disponibilité des technologies et des matériaux varie d'une région à l'autre.

Bien que de nombreuses ressources de référence existent déjà, les documents portant sur le béton à faible teneur en carbone sont souvent très techniques et peu accessibles aux professionnels qui commencent à spécifier ce type de mélanges. La création d'une ressource centralisée a donc été recommandée afin de regrouper ces documents, d'en présenter une synthèse et d'orienter les utilisateurs vers les ressources techniques pertinentes.

Enseignements tirés

Objectif du rapport

Consultation des parties prenantes

Principaux thèmes ressortis des entrevues

Résumé

Enseignements tirés

Objectif du rapport

Consultation des parties
prenantes

Principaux thèmes ressortis
des entrevues

Résumé

Résumé

Les réponses recueillies lors des entrevues ont directement contribué à l'élaboration du présent guide sur la spécification et l'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone. Afin de répondre aux besoins exprimés par les professionnels de la conception et de la construction au Canada, le guide propose des recommandations pratiques, concrètes et faciles à mettre en œuvre, fondées sur des principes éprouvés d'approvisionnement à faible teneur en carbone. Cette orientation reflète les meilleures pratiques actuelles et émergentes sur le marché canadien et vise à appuyer des réductions significatives et vérifiables du carbone incorporé des produits de béton utilisés dans la construction.

Pour répondre aux besoins mis en évidence au cours des consultations, les sections Rôles dans la spécification des matériaux en béton et Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone présentent :

- les rôles et les responsabilités des différents professionnels participant à la spécification et à l'approvisionnement des matériaux en béton;
- des recommandations générales à l'intention des professionnels responsables de la spécification et de l'approvisionnement afin de réduire le carbone intrinsèque des matériaux en béton;
- des stratégies de réduction du carbone intrinsèque adaptées à différents niveaux de connaissances et d'expérience, afin que le guide soit accessible à un large éventail de lecteurs;
- des considérations particulières relatives à la spécification du béton fabriqué à l'aide des technologies CUC-MCC.



Spécification des matériaux en béton : rôles et processus

Spécification des matériaux en béton : rôles et processus

Élaboration de la spécification au fil du processus de conception et de construction

- Définition du projet
- Élaboration du concept
- Conception technique et élaboration de spécifications
- Coordination préalable à l'appel d'offres et à la construction
- Élaboration du mélange de béton et documents à soumettre
- Construction et mise en place du béton

Considérations supplémentaires relatives à la spécification des technologies CUC-MCC

La spécification et l'approvisionnement en matériaux de béton font intervenir de nombreux acteurs tout au long de la chaîne d'approvisionnement. Dans un mode d'approvisionnement traditionnel, les principaux intervenants sont les suivants :

RÔLE	RESPONSABILITÉS
 Maître d'ouvrage	Définit les objectifs du projet et précise les attentes auxquelles les équipes de conception et de construction devront répondre.
 Architecte	Détermine la forme et la fonction du bâtiment afin de répondre aux objectifs du maître d'ouvrage. Détermine les exigences esthétiques et fonctionnelles applicables au béton. Précise les exigences relatives au béton architectural et aux éléments non structuraux, telles que les éléments de maçonnerie en béton.
 Conseiller en développement durable	Peut accompagner le maître d'ouvrage ou l'architecte dans la réalisation de l'analyse du cycle de vie des matériaux du projet et dans le respect des exigences réglementaires ou des exigences liées aux programmes de certification. Aussi appelé praticien de l'ACV du bâtiment..
 Ingénieur en structure	Détermine les quantités prévues ainsi que les exigences de performance du béton pour chaque élément du projet. Révise et approuve les mélanges proposés par le producteur de béton.
 Entrepreneur général	Coordonne les travaux et l'échéancier du projet, retient les services des entrepreneurs spécialisés et assure l'approvisionnement des matériaux.
 Entrepreneur en béton	Conseille l'équipe de projet sur les propriétés du béton frais et les exigences applicables au jeune béton. Repère les incompatibilités potentielles dans les spécifications et supervise la mise en place du béton.
 Producteur de béton	Conçoit les mélanges, produit et livre des mélanges de béton conformes aux exigences des spécifications.

Figure 2 : Principaux intervenants de la chaîne d'approvisionnement en matériaux de béton

Les spécifications du béton définissent les exigences détaillées relatives aux performances attendues, y compris les propriétés du béton frais et du béton durci. Les objectifs du projet établis par le maître d'ouvrage et l'architecte doivent se refléter dans les spécifications. Les spécifications sont élaborées par des ingénieurs qualifiés pendant la phase de conception du projet. Elles peuvent ensuite être révisées ou mises à jour par l'entrepreneur en béton avant le début des travaux ou au début de ceux-ci.

Les producteurs de béton peuvent avoir accès à diverses technologies et à différents matériaux constitutifs, ce qui leur permet de proposer des mélanges de béton répondant aux critères de performance tout en réduisant les coûts ou les impacts environnementaux. Lorsqu'ils font partie de l'équipe de projet, les conseillers en développement durable réalisent généralement les analyses du carbone intrinsèque et facilitent l'intégration des exigences découlant des normes municipales ou des programmes de certification des bâtiments durables.

Spécification des matériaux en béton : rôles et processus

Élaboration de la spécification au fil du processus de conception et de construction

- Définition du projet
- Élaboration du concept
- Conception technique et élaboration de spécifications
- Coordination préalable à l'appel d'offres et à la construction
- Élaboration du mélange de béton et documents à soumettre
- Construction et mise en place du béton

Considérations supplémentaires relatives à la spécification des technologies CUC-MCC

La spécification du béton est donc une responsabilité partagée. Une communication et une coordination soutenues entre tous les partenaires du projet sont essentielles à la réalisation de projets en béton à faible teneur en carbone.

Élaboration de la spécification au fil du processus de conception et de construction

La spécification des matériaux en béton est un processus collaboratif et itératif. Une communication efficace et un travail d'équipe entre les partenaires de la chaîne d'approvisionnement sont essentiels à la réussite d'un projet et à l'atteinte des objectifs de réduction du carbone.

La présente section résume les possibilités de favoriser l'utilisation de matériaux en béton à faible teneur en carbone grâce à la spécification et au processus d'approvisionnement.

La figure 3 présente plus en détail les différentes étapes de la conception et de la construction d'un projet.

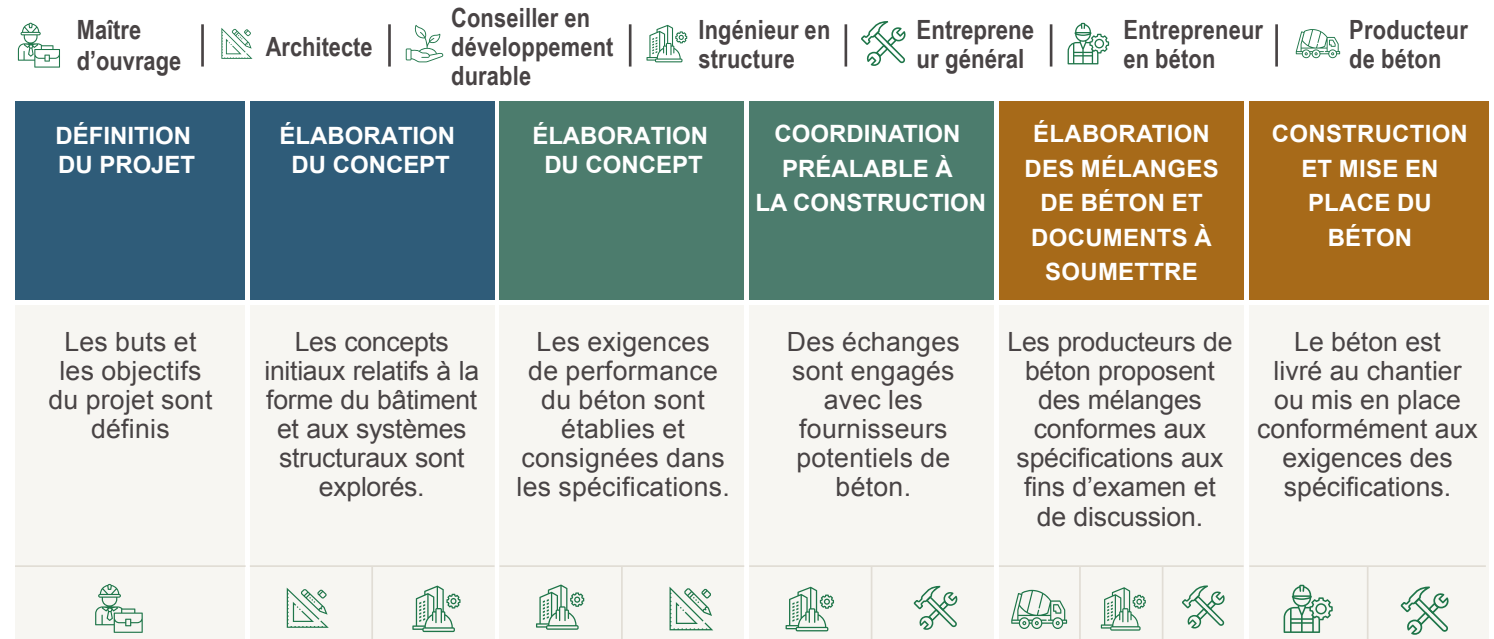


Figure 3 : Activités de spécification et d'approvisionnement en béton au cours de la planification, de la conception et de la construction d'un projet

Spécification des matériaux en béton : rôles et processus

Élaboration de la spécification au fil du processus de conception et de construction

- Définition du projet
- Élaboration du concept
- Conception technique et élaboration de spécifications
- Coordination préalable à l'appel d'offres et à la construction
- Élaboration du mélange de béton et documents à soumettre
- Construction et mise en place du béton

Considérations supplémentaires relatives à la spécification des technologies CUC-MCC

Spécification des matériaux en béton : rôles et processus

Élaboration de la spécification au fil du processus de conception et de construction

- Définition du projet
- Élaboration du concept
- Conception technique et élaboration de spécifications
- Coordination préalable à l'appel d'offres et à la construction
- Élaboration du mélange de béton et documents à soumettre
- Construction et mise en place du béton

Considérations supplémentaires
relatives à la spécification des
technologies CUC-MCC

Définition du projet

Intervenant principal : Maîtres d'ouvrage

- Le maître d'ouvrage définit les objectifs du projet en matière de carbone intrinsèque en fonction des objectifs de l'organisation et des conseils d'experts.
- À cette étape, il évalue les répercussions que le recours à des solutions de béton à faible teneur en carbone peut avoir sur les coûts, l'échéancier et les risques du projet.
- Il recense les éléments critiques du projet susceptibles de limiter le recours à d'autres mélanges de béton (p. ex., béton architectural, finis apparents, éléments structuraux critiques).
- Il communique clairement les objectifs du projet aux partenaires de conception (p. ex., l'architecte et l'ingénieur en structure) au moyen des exigences du maître d'ouvrage et les documents de base de la conception.
- Il définit clairement, dans les ententes contractuelles conclues avec les partenaires de conception, les exigences relatives à la quantification du carbone intrinsèque et à la communication des résultats, ainsi que les responsabilités liées à la réalisation de ces analyses.
- Il communique également aux partenaires de conception toute demande visant l'évaluation ou la mise à l'essai de technologies ou de matériaux novateurs pour le béton.

Élaboration du concept

Intervenant principal : Architecte

Avec l'appui de l'ingénieur en structure

- Au cours de cette phase, les systèmes structuraux et la forme du bâtiment sont définis, ce qui permet d'optimiser le volume de matériaux en ajustant les portées, les dimensions des éléments structuraux et les systèmes retenus.
- Les quantités préliminaires de béton et les types d'éléments sont déterminés, ainsi que la possibilité de réduire le volume de béton requis.
- Les exigences préliminaires en matière de durabilité et les classes d'exposition applicables sont établies. Les exigences susceptibles d'entraîner une surconception sont ensuite examinées (p. ex., lorsqu'une classe d'exposition est prescrite dans les spécifications alors que les conditions d'exposition correspondantes ne sont pas présentes ou ne sont pas exigées par les codes et les normes).
- La méthodologie retenue pour quantifier le carbone intrinsèque, ainsi que les responsabilités associées, sont définies pour le projet. Les exigences relatives à l'examen, après la mise en place du béton, des mélanges, des résultats d'essai et des DEP sont également précisées afin de vérifier que les exigences de la spécification en matière de béton à faible teneur en carbone ont été respectées par l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement.
- L'analyse du carbone intrinsèque du bâtiment réalisée au moyen d'une ACV, ou une analyse plus ciblée des matériaux en béton, peut être effectuée dès cette phase. Elle sera ensuite mise à jour et affinée au fur et à mesure de l'avancement du projet et de la disponibilité de nouvelles données.

Conception technique et élaboration de spécifications

**Intervenant principal : Ingénieur en structure
Avec l'appui de l'architecte**

- Les exigences de performance du béton sont définies en fonction des objectifs du maître d'ouvrage en matière de carbone intrinsèque. Les spécifications peuvent établir une cible de carbone intrinsèque pour l'ensemble du projet ou des cibles propres au béton, de manière à atteindre ou à dépasser les objectifs du maître d'ouvrage.
- Les éléments critiques susceptibles de limiter le recours à des stratégies de réduction du carbone dans le béton sont recensés et pris en compte (p. ex., limiter ou éviter les spécifications prescriptives, prévenir toute surconception, établir des rapports eau-ciment minimaux appropriés, etc.).
- Les stratégies de réduction du carbone sont intégrées aux éléments de conception et clairement définies dans les spécifications.

Spécification des matériaux en béton : rôles et processus

Élaboration de la spécification au fil du processus de conception et de construction

- Définition du projet
- Élaboration du concept
- Conception technique et élaboration de spécifications
- Coordination préalable à l'appel d'offres et à la construction
- Élaboration du mélange de béton et documents à soumettre
- Construction et mise en place du béton

Considérations supplémentaires relatives à la spécification des technologies CUC-MCC

Coordination préalable à l'appel d'offres et à la construction

**Intervenant principal : Ingénieur en structure
Avec l'appui de l'entrepreneur général**

- L'ingénieur en structure entreprend des échanges préliminaires avec les entrepreneurs en béton et les producteurs de béton de la région afin de connaître les options de mélanges de béton offertes sur le marché local.
- Le maintien d'un dialogue avec les producteurs permet également de cerner d'autres possibilités de réduire le carbone intrinsèque.
- Lorsque le maître d'ouvrage souhaite explorer de nouvelles technologies ou de nouveaux matériaux pour le béton, l'ingénieur en structure collabore avec des entrepreneurs locaux qualifiés afin de confirmer la faisabilité des spécifications proposées.
- Le niveau d'information communiqué à l'entrepreneur en béton et(ou) au producteur de béton est soigneusement évalué afin de préserver un processus d'approvisionnement concurrentiel.

Spécification des matériaux en béton : rôles et processus

Élaboration de la spécification au fil du processus de conception et de construction

- Définition du projet
- Élaboration du concept
- Conception technique et élaboration de spécifications
- Coordination préalable à l'appel d'offres et à la construction
- Élaboration du mélange de béton et documents à soumettre
- Construction et mise en place du béton

Considérations supplémentaires relatives à la spécification des technologies CUC-MCC

Élaboration des mélanges de béton et documents à soumettre

Intervenant principal : Producteur de béton
Avec l'appui de l'ingénieur en structure et de l'entrepreneur général

- Les exigences de performance du béton, y compris les objectifs en matière de carbone intrinsèque, sont clairement communiquées au producteur de béton dans les spécifications.
- L'ingénieur en structure établit les méthodes acceptables permettant aux producteurs de béton de communiquer l'intensité carbone des mélanges proposés (p. ex., DEP, intensité du carbone intrinsèque, quantités de matériaux, etc.).
- Le libellé des spécifications encourage ou exige que les producteurs de béton proposent un ou deux autres mélanges de béton qui satisfont aux exigences de performance, mais qui pourraient nécessiter une modification des spécifications ou entraîner des coûts supplémentaires afin d'obtenir une réduction plus importante des émissions.
- L'ingénieur en structure, l'entrepreneur en béton et le producteur de béton collaborent afin d'évaluer les possibilités de mettre à l'essai des innovations en matière de béton à faible teneur en carbone dans le cadre du projet.

Construction et mise en place du béton

Intervenant principal : Entrepreneur en béton
Avec l'appui de l'entrepreneur général

- L'entrepreneur planifie et gère les travaux de manière à éviter le gaspillage de béton et le refus de chargements de béton.
- Lorsque les spécifications le permettent expressément, l'entrepreneur accepte un délai plus long pour l'atteinte de la résistance spécifiée.
- L'entrepreneur collabore avec les producteurs de béton afin de bien comprendre et d'appliquer les exigences particulières relatives à la mise en place, au durcissement et à la finition des bétons à faible teneur en carbone ou fabriqués à l'aide des technologies CUC-MCC.

Considérations supplémentaires relatives à la spécification des technologies de CUC-MCC

Spécification des matériaux en béton : rôles et processus

Élaboration de la spécification au fil du processus de conception et de construction

- Définition du projet
- Élaboration du concept
- Conception technique et élaboration de spécifications
- Coordination préalable à l'appel d'offres et à la construction
- Élaboration du mélange de béton et documents à soumettre
- Construction et mise en place du béton

Considérations supplémentaires relatives à la spécification des technologies CUC-MCC

La spécification de matériaux en béton fabriqués à l'aide des technologies de CUC-MCC nécessite généralement des considérations supplémentaires afin d'assurer une intégration réussie dans les projets. Les codes et les normes canadiens reposent sur une approche fondée sur le rendement et font rarement référence à des technologies particulières. Comme les technologies de CUC-MCC sont relativement nouvelles, les codes et les normes en vigueur n'abordent généralement pas leur utilisation de façon explicite. Même si rien n'interdit leur utilisation, l'absence de directives techniques précises peut représenter un risque réel ou perçu pour les rédacteurs de devis. Des lignes directrices plus prescriptives devraient éventuellement être élaborées pour les technologies émergentes, mais l'évolution des codes et des normes s'échelonne généralement sur plusieurs années.

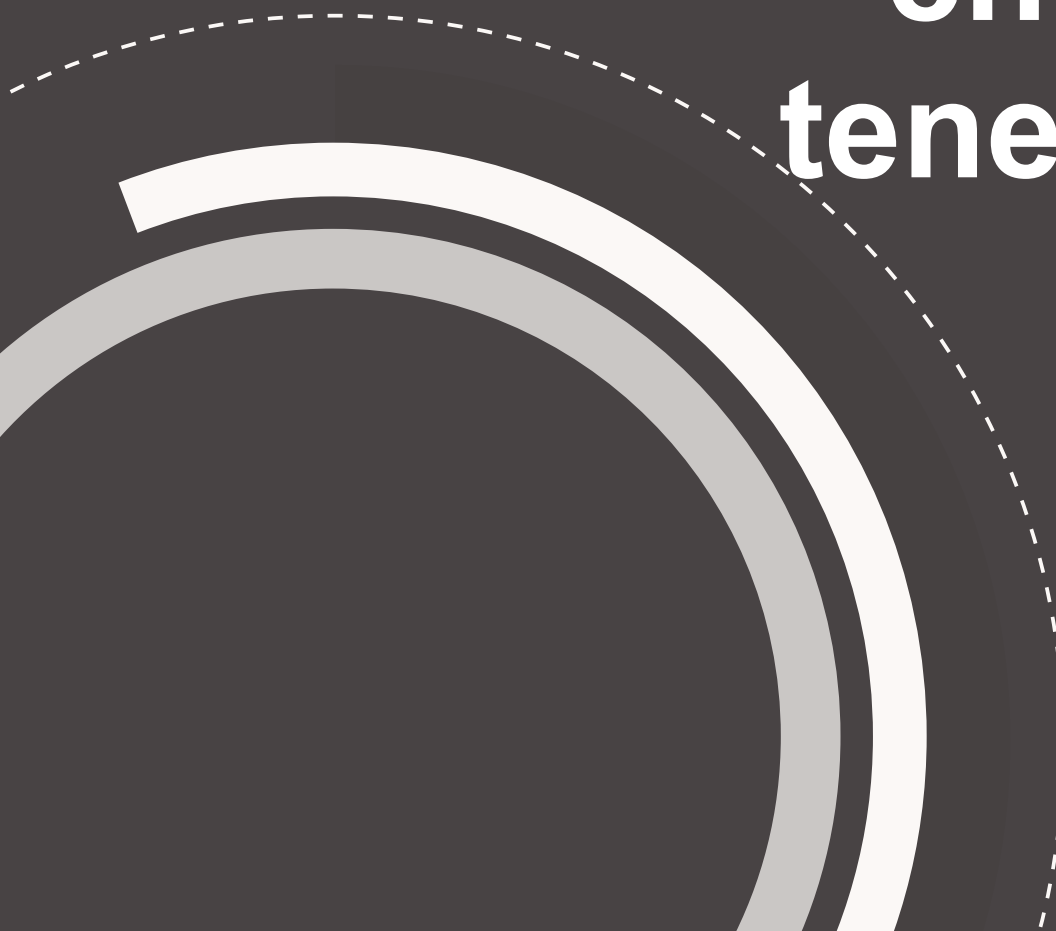
Certains produits de béton fabriqués à l'aide des technologies de CUC-MCC utilisant du CO₂ peuvent être considérés comme des bétons novateurs. Il s'agit normalement de bétons contenant des matériaux constitutifs qui ne sont pas encore visés par les normes existantes. Cette situation peut s'expliquer par le fait que les normes ont été publiées avant l'apparition de ces technologies et ne tiennent donc pas compte de ces nouvelles approches. Dans d'autres cas, certaines technologies ne sont offertes que dans un nombre limité de marchés, de sorte que les directives techniques correspondantes n'ont pas encore été intégrées aux codes ou aux normes d'application générale. Par exemple, la minéralisation du CO₂ dans le béton est actuellement mentionnée à l'annexe S de la norme CSA A23.1, mais n'est pas abordée dans le corps de la norme.

Même si les modifications apportées aux matériaux constitutifs du béton par les technologies de CUC-MCC sont nouvelles, leurs effets sur le rendement du béton peuvent être bien connus et bien documentés. Selon la technologie, il

existe déjà des données substantielles sur les bétons produits à l'aide de ces technologies, et leur mode d'action est bien compris. Toutefois, ces bétons exigent généralement des essais supplémentaires ou des garanties de performance de la part des producteurs de béton. Le recours à des matériaux exclusifs peut également limiter la concurrence entre les producteurs de béton.

La disponibilité des technologies de CUC-MCC varie actuellement d'une région à l'autre du Canada, ce qui reflète le fait que plusieurs d'entre elles en sont encore aux premières étapes de leur commercialisation. Certaines sont offertes à l'échelle du pays, tandis que d'autres ne sont disponibles que dans certaines régions, selon l'emplacement des installations de production ou des marchés desservis. Les technologies qui en sont encore aux premières étapes de leur développement ne sont pas toujours en mesure de répondre aux besoins de projets de grande envergure, même lorsqu'elles sont disponibles. De plus, tant qu'elles n'ont pas atteint une production à grande échelle, leur utilisation peut entraîner des coûts supplémentaires que le maître d'ouvrage devra être prêt à assumer.

Compte tenu de la disponibilité géographique et de la capacité de production limitées de certaines technologies de CUC-MCC, il est préférable que les spécifications permettent le recours aux approches ou aux technologies souhaitées, plutôt que d'exiger l'utilisation d'un matériau ou d'une technologie en particulier sur un vaste territoire (p. ex. dans des devis directeurs ou des devis d'application nationale). Une approche indépendante des technologies, fondée sur l'évaluation du rendement global du béton, y compris son carbone intrinsèque, est généralement la plus susceptible de donner de bons résultats. Elle facilite le travail des équipes de projet tout en favorisant l'innovation et en stimulant la demande pour des produits de béton à faible teneur en carbone.

A decorative graphic on the left side of the page consisting of several concentric arcs. The outermost arc is dashed and light gray. Inside it are two solid arcs, one white and one light gray, creating a sense of depth and movement.

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

CAGBC

Canada
Green
Building
Council

Conseil du
Bâtiment
Durable du
Canada

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Orientation de niveau 1 – Stratégie 1

Orientation de niveau 1 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 1

Orientation de niveau 2 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 3

Orientation de niveau 2 – Stratégie 4

Orientation de niveau 3 – Stratégie 1

Orientation de niveau 3 – Stratégie 2

Orientation de niveau 3 – Stratégie 3

Comment utiliser ces lignes directrices

La présente section regroupe des lignes directrices détaillées sur la spécification et l'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone. Elles sont structurées de manière à fournir des recommandations pratiques adaptées à différents niveaux de connaissances et d'expérience.

Le présent guide d'approvisionnement comporte trois niveaux de recommandations :

NIVEAU 1 DÉMARRAGE

Destiné aux professionnels qui ont jusqu'ici utilisé des spécifications prescriptives ou qui souhaitent entreprendre, pour la première fois, une démarche de spécification et d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone.

NIVEAU 2 RENFORCEMENT DES CAPACITÉS

Destiné aux professionnels qui utilisent des spécifications fondées sur le rendement et qui possèdent déjà une certaine expérience des matériaux ou des technologies de béton à faible teneur en carbone.

NIVEAU 3 MAÎTRISE AVANCÉE

Destiné aux professionnels qui possèdent une connaissance approfondie des matériaux ou des technologies de béton à faible teneur en carbone ainsi qu'une solide expérience de leur utilisation.

Figure 4: Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Orientation de niveau 1 – Stratégie 1

Orientation de niveau 1 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 1

Orientation de niveau 2 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 3

Orientation de niveau 2 – Stratégie 4

Orientation de niveau 3 – Stratégie 1

Orientation de niveau 3 – Stratégie 2

Orientation de niveau 3 – Stratégie 3

Pour chaque niveau, plusieurs stratégies sont proposées. Chaque stratégie présente les éléments suivants :

- Contexte : Description générale de l'objectif de la stratégie et des conditions nécessaires à sa mise en œuvre.
- Responsabilité : Désigne le partenaire de projet principalement responsable de la mise en œuvre de la stratégie.
- Phase : Précise à quel moment de l'échéancier du projet la stratégie doit être mise en œuvre. Certaines stratégies pourront être réexaminées à des étapes ultérieures du projet, à mesure que de nouveaux renseignements deviennent disponibles.
- Ressources pertinentes : Présente les ressources de référence à consulter pour obtenir des renseignements techniques complémentaires à ceux fournis dans la stratégie.

La liste complète des stratégies est résumée au **tableau 1**.

Tableau 1 : Stratégies d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Stratégies de niveau 1	Stratégies de niveau 2	Stratégies de niveau 3
Adopter des spécifications fondées sur le rendement	Demander des déclarations environnementales de produit	Établir un objectif de réduction du carbone intrinsèque des matériaux en béton
Connaître les mélanges de béton offerts sur le marché local	Réaliser une analyse du cycle de vie de l'ensemble du bâtiment et établir le scénario de référence du projet	Autoriser explicitement le recours aux technologies CUC-MCC
	Explorer les possibilités d'optimisation de la conception	Vérifier les mélanges de béton et les volumes livrés
	Explorer les possibilités de réduction ou de remplacement du ciment	

Limites

Toutes les lignes directrices présentées dans ce rapport reposent sur un ensemble de pratiques exemplaires qui peuvent être mises en œuvre en totalité ou en partie. Leur application est facultative et doit être évaluée et approuvée par les professionnels compétents en fonction du contexte propre à chaque projet.

Ces lignes directrices visent à compléter, et non à remplacer, les ressources techniques telles que les codes, les normes et les guides de l'industrie. Chaque stratégie renvoie à des ressources techniques pertinentes. Les lecteurs sont invités à les consulter pour obtenir des renseignements complémentaires sur les pratiques exemplaires en matière de spécification et d'approvisionnement des matériaux en béton.

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Orientation de niveau 1 – Stratégie 1

Orientation de niveau 1 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 1

Orientation de niveau 2 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 3

Orientation de niveau 2 – Stratégie 4

Orientation de niveau 3 – Stratégie 1

Orientation de niveau 3 – Stratégie 2

Orientation de niveau 3 – Stratégie 3

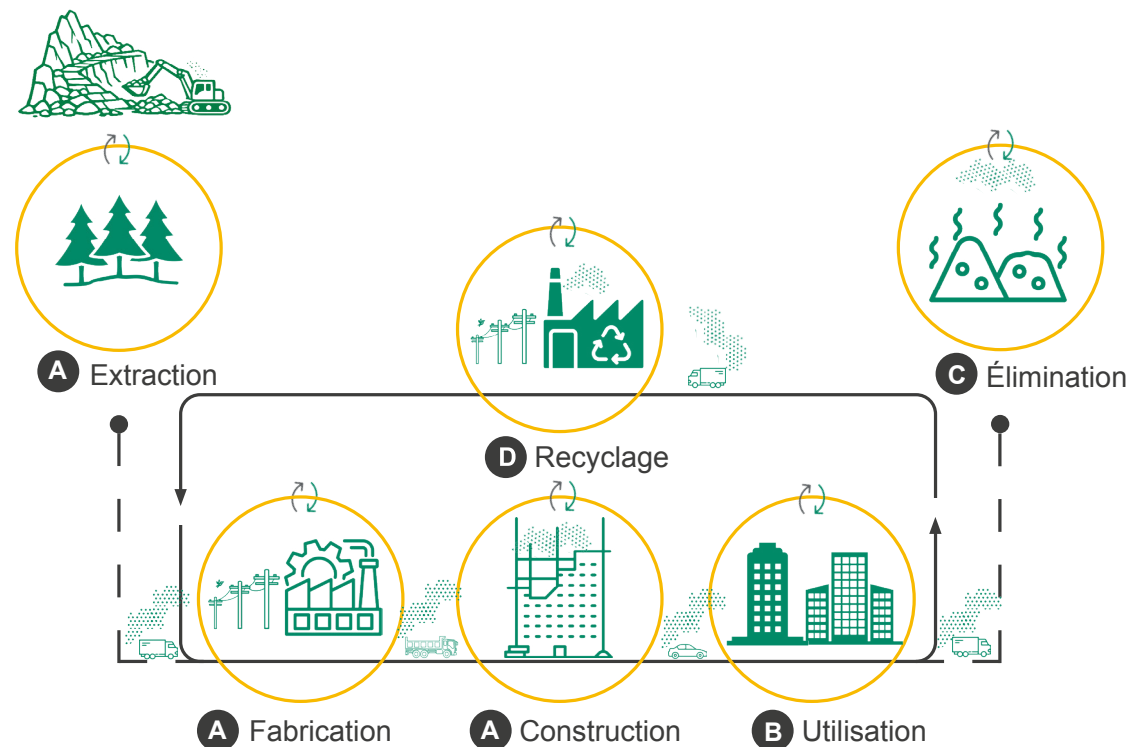


Figure 5: : Étapes du cycle de vie généralement prises en compte dans la quantification du carbone intrinsèque des matériaux cimentaires

Orientation de niveau 1

Stratégie 1 : Adopter des spécifications fondées sur le rendement

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Orientation de niveau 1 – Stratégie 1

Orientation de niveau 1 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 1

Orientation de niveau 2 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 3

Orientation de niveau 2 – Stratégie 4

Orientation de niveau 3 – Stratégie 1

Orientation de niveau 3 – Stratégie 2

Orientation de niveau 3 – Stratégie 3

Au Canada, les rédacteurs de devis établissent les critères de performance que les matériaux en béton doivent satisfaire. Les producteurs de béton et les entrepreneurs en béton sont ensuite responsables de livrer un produit conforme à ces exigences. Cette répartition des responsabilités est définie dans la norme nationale CSA A23.1, Béton : constituants et exécution des travaux. La norme CSA A23.1 exige que les spécifications du béton soient entièrement fondées soit sur une approche prescriptive, soit sur une approche fondée sur le rendement.

Dans une approche prescriptive, le maître d'ouvrage ou le rédacteur de devis assume la responsabilité du rendement du béton prescrit. À l'inverse, une spécification fondée sur le rendement définit les résultats attendus sans imposer les procédés, les matériaux ou les méthodes que doivent utiliser les entrepreneurs, les fabricants ou les fournisseurs de matériaux. Le choix des moyens permettant d'atteindre les exigences de performance leur est laissé. L'adoption de spécifications fondées sur le rendement offre à l'équipe de conception et de construction la souplesse nécessaire pour retenir les matériaux, les technologies et les méthodes les mieux adaptés à l'atteinte des objectifs du projet.

Les spécifications fondées sur le rendement constituent un levier essentiel pour favoriser l'utilisation de béton à faible teneur en carbone. Elles servent également de fondement aux autres stratégies présentées dans le présent guide. Une spécification fondée sur le rendement précise les responsabilités de chaque partie dans les documents contractuels et établit un cadre permettant aux partenaires du projet de vérifier et d'assurer la qualité des matériaux en béton. Elle définit également les exigences relatives :

- à la résistance du béton (p. ex., résistance à la compression, résistance à la flexion);
- à la durabilité (p. ex., résistance au gel-dégel, résistance aux sulfates);
- à la cure et au temps de prise du béton;
- à la maniabilité et à la mise en place;
- à la perméabilité et à la porosité.

Intervenants

INGÉNIEUR EN
STRUCTURE

Phases

Conception technique et
élaboration de spécifications

RESSOURCES PERTINENTES

CODE-323-24: Low Carbon Concrete ➔ (en anglais seulement)

Technical Bulletin 4: Alternate Methods for Specifying Concrete ➔ (en anglais seulement)

A Guideline for Specifying Low Carbon Ready Mixed Concrete in Ontario ➔ (en anglais seulement)

CSA A23.1:24 Concrete Materials and Methods of Concrete Construction ➔

Guide to Improving Specifications for Ready Mixed Concrete ➔ (en anglais seulement)

SE2050 Specification Guidance ➔ (en anglais seulement)

Orientation de niveau 1

Stratégie 2 : Connaître les mélanges de béton offerts sur le marché local

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Orientation de niveau 1 – Stratégie 1

Orientation de niveau 1 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 1

Orientation de niveau 2 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 3

Orientation de niveau 2 – Stratégie 4

Orientation de niveau 3 – Stratégie 1

Orientation de niveau 3 – Stratégie 2

Orientation de niveau 3 – Stratégie 3

Une collaboration en amont avec les producteurs de béton permet aux équipes de projet de mieux connaître et d'évaluer toutes les options offertes pour produire des mélanges de béton à faible teneur en carbone. L'examen de ces options dès les premières étapes de la conception offre la meilleure occasion de cerner des possibilités d'optimisation et de réduction des émissions.

Les producteurs peuvent conseiller les équipes de projet sur les matériaux et les technologies disponibles sur le marché local, ainsi que sur les approches les plus réalistes pour atteindre les objectifs du projet en matière de carbone intrinsèque. Les producteurs peuvent également conseiller les ingénieurs en structure sur le mélange le mieux adapté et sur l'âge auquel le béton devrait atteindre sa résistance de conception. Il est recommandé de demander aux producteurs de proposer deux options de mélange de béton. L'une devrait viser une réduction plus ambitieuse des émissions, tandis que l'autre pourrait privilégier un meilleur équilibre entre la réduction des émissions, les coûts et d'autres facteurs déterminants du projet, notamment les répercussions sur l'échéancier.

Lorsque des bétons novateurs sont offerts sur le marché local, cette collaboration en amont permet également de répondre aux questions qu'ils soulèvent et de dissiper les préoccupations liées à leur utilisation. Au besoin, l'ingénieur en structure et le producteur de béton peuvent convenir d'exigences d'essai supplémentaires afin qu'elles soient intégrées aux spécifications avant leur publication.

Le niveau de collaboration entre les producteurs de béton, les entrepreneurs, les ingénieurs en structure et les architectes dépend en partie du mode de réalisation du projet. Les projets réalisés en mode conception-construction offrent généralement les meilleures possibilités de collaboration directe. Dans les modes de réalisation plus traditionnels, les échanges sont souvent plus limités et portent principalement sur les solutions offertes sur le marché local. Dans tous les cas, la communication, dès les premières étapes du projet, des objectifs en matière de carbone intrinsèque favorise l'adhésion des partenaires et permet aux producteurs de béton de contribuer pleinement à l'atteinte des objectifs du projet.

Intervenants

INGÉNIEUR EN
STRUCTURE



PRODUCTEUR
DE BÉTON



ENTREPRENEUR
GÉNÉRAL



Phases

Coordination préalable
à l'appel d'offres et à la
construction

RESSOURCES PERTINENTES

[Guide to Improving Specifications for Ready Mixed](#) ➤ (en anglais seulement)

[Top 10 Ways to Reduce Concrete Carbon Footprint](#) ➤ (en anglais seulement)

Orientation de niveau 2

Stratégie 1 : Demander des déclarations environnementales de produit

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Orientation de niveau 1 – Stratégie 1

Orientation de niveau 1 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 1

Orientation de niveau 2 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 3

Orientation de niveau 2 – Stratégie 4

Orientation de niveau 3 – Stratégie 1

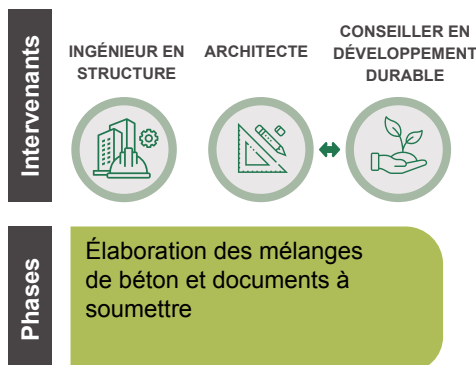
Orientation de niveau 3 – Stratégie 2

Orientation de niveau 3 – Stratégie 3

Comme l'explique la stratégie consacrée à l'analyse du cycle de vie (ACV) du bâtiment, les déclarations environnementales de produit (DEP) fournissent des renseignements essentiels sur le carbone intrinsèque des matériaux de construction, ainsi que sur d'autres indicateurs environnementaux, présentés selon un format normalisé. Ces renseignements servent à réaliser l'ACV et à estimer le carbone intrinsèque du projet. Dans une DEP, les émissions de carbone sont présentées au moyen de l'indicateur du potentiel de réchauffement planétaire (PRP) et exprimées en équivalent dioxyde de carbone (CO₂ éq.).

Les DEP se déclinent en plusieurs types, offrant des niveaux de précision variables. Les spécifications devraient exiger des DEP de type III vérifiées par un tiers. Pour les matériaux en béton, les DEP se classent selon le niveau de précision suivant (de la plus précise à la moins précise) :

1. DEP propre au lot;
2. DEP propre à l'usine ou au produit;
3. DEP sectorielle pour les classes de mélanges de béton.



CONCRETE COMPANY
ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION
Mix 1234567X • Seattle Plant

1. WHO

This Environmental Product Declaration (EPD) reports the impacts for 1 m³ of ready mixed concrete mix, meeting the following specifications:

- ASTM C94: Ready-Mixed Concrete
- UNSPSC Code 30111505: Ready Mix Concrete
- CSI Section 03 30 00: Cast-In-Place Concrete

2. WHAT

Declared Product:
Mix 1234567/458374X • Seattle Plant
F0, #8 CA, ADVA, 8" Slump Compressive strength: 5000 PSI at 28 days

Declared Unit: 1 m³ of concrete

3. GWP

Environmental Indicator	Value
Global Warming Potential (kg CO ₂ -eq)	354
Ozone Depletion Potential (kg CFC-11-eq)	0.00
Acidification Potential (kg SO ₂ -eq)	19.2
Eutrophication Potential (kg N-eq)	1.6E-3
Photochemical Smog Creation Potential (kg O ₃ -eq)	0.01
Total Primary Energy Consumption (MJ)	2,321
Nonrenewable (MJ)	2,206
Renewable (MJ)	115
Total Concrete Water Consumption (m ³)	2.86
Batching Water (m ³)	1.6E-3
Washing Water (m ³)	0.01
Nonrenewable Material Resource Consumption (kg)	2,413
Renewable Material Resource Consumption (kg)	2.84
Hazardous Waste Production (kg)	0.02
Nonhazardous Waste Production (kg)	3.42

4. IS IT VALID

DATE OF ISSUE
02/11/2019 (valid for 5 years until 02/11/2024)

5. PCR FOLLOWED

The Carbon Leadership Forum PCR: Product Category Rules (PCR) for ISO 14025 Type III Environmental Product Declarations (EPDs) for Concrete, Version 1.1 dated 12/4/2013, serves as the PCR for this EPD. <http://www.carbonleadershipforum.org>

PCR review was conducted by: Nicholas Santero • thinkstep (formerly PE International).

Independent verification of the declaration, according to ISO 14025:2006: ☐ internal ☒ external

Third party verifier: Thomas P. Gloria (t-gloria@industrial-ecology.com) • Industrial Ecology Consultants

LCA and EPD developer: Laurel McEwen (laurel.mcewen@)

6. IS IT VERIFIED

Figure 6: Éléments d'une DEP

Adapté de : Hines Embodied Carbon Reduction Guide (en anglais seulement).

Orientation de niveau 2

Stratégie 1 : Demander des déclarations environnementales de produit

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Orientation de niveau 1 – Stratégie 1

Orientation de niveau 1 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 1

Orientation de niveau 2 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 3

Orientation de niveau 2 – Stratégie 4

Orientation de niveau 3 – Stratégie 1

Orientation de niveau 3 – Stratégie 2

Orientation de niveau 3 – Stratégie 3

Les spécifications devraient demander, sans l'exiger, que tous les soumissionnaires fournissent des DEP propres au lot ou à l'usine, lorsqu'elles sont disponibles. Ces DEP sont à privilégier, puisqu'elles tiennent compte des incidences propres au procédé de fabrication et aux matériaux constitutifs utilisés. Une fois la DEP de l'usine établie, la production de DEP propres au lot est relativement simple. La DEP fournie doit correspondre à l'usine qui approvisionnera le projet.

Si aucune DEP propre à l'usine ou au lot n'est disponible, le rédacteur de devis devrait utiliser les DEP sectorielles disponibles dans les bases de données pertinentes. En l'absence de DEP, la quantité totale de matériaux cimentaires utilisée dans le mélange du béton peut également servir d'indicateur pour estimer le carbone intrinsèque des matériaux en béton, puisque ces matériaux représentent généralement 90 % ou plus du carbone intrinsèque total.

Les DEP sont fournies par le producteur de béton au moment du dépôt de sa soumission.

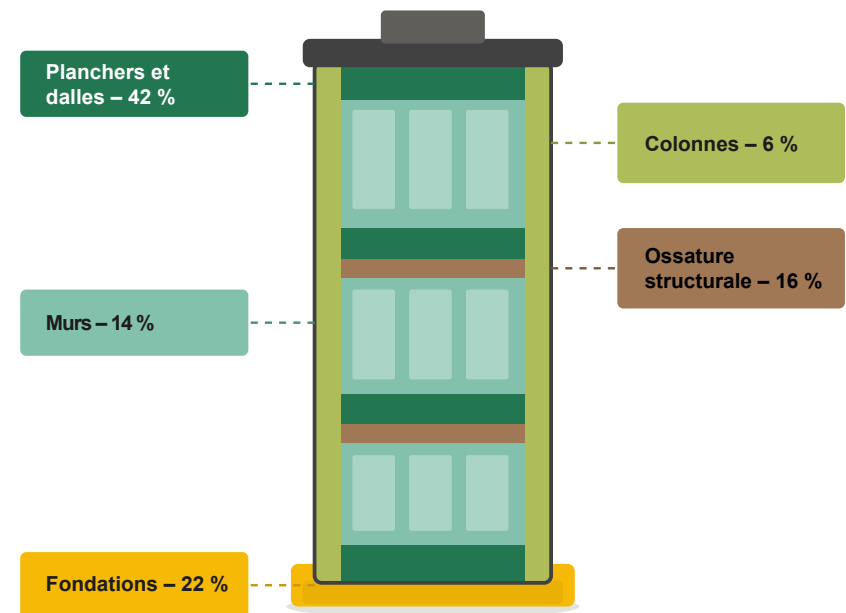


Figure 7: Contribution moyenne des éléments structuraux en béton au carbone intrinsèque total du bâtiment

Adapté de : Fang, Kenny et Mueller (2025).

RESSOURCES PERTINENTES

Building Transparency: Draft Specification Modifications for Low Carbon Concrete [↗](#) (en anglais seulement)

Building Transparency: The EC3 Tool [↗](#) (en anglais seulement)

Canadian Concrete Masonry Producers Association: DEP [↗](#)

Institute Canadien du béton préfabriqué/précontraint : DEP [↗](#)

Carbon Leadership Forum: Model LCA Specification [↗](#)

CarbonStar Standard [↗](#) (en anglais seulement)

Béton Canada : DEP régionaux [↗](#)

Ready Mixed Concrete Association of Ontario: Best Practices Guidelines for Concrete Construction [↗](#)

Hines Embodied Carbon Reduction Guide [↗](#) (en anglais seulement)

Fang, Kenny & Mueller (2025): Material Efficiency and Embodied Carbon in Structural Systems [↗](#) (en anglais seulement)

Intervenants

INGÉNIEUR EN
STRUCTURE

ARCHITECTE

CONSEILLER EN
DÉVELOPPEMENT
DURABLE



Phases

Élaboration des mélanges
de béton et documents à
soumettre

Orientation de niveau 2

Stratégie 2 : Réaliser une analyse du cycle de vie de l'ensemble du bâtiment et établir le scénario de référence du projet

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Orientation de niveau 1 – Stratégie 1

Orientation de niveau 1 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 1

Orientation de niveau 2 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 3

Orientation de niveau 2 – Stratégie 4

Orientation de niveau 3 – Stratégie 1

Orientation de niveau 3 – Stratégie 2

Orientation de niveau 3 – Stratégie 3

Il est essentiel d'estimer le carbone intrinsèque de l'ensemble du bâtiment, puisque cette information oriente les stratégies retenues pour réduire le carbone intrinsèque des matériaux en béton. Cette estimation repose sur une analyse du cycle de vie (ACV) de l'ensemble du bâtiment.

La réalisation d'une ACV nécessite deux catégories de données :

- les quantités de matériaux prévues pour les mélanges de béton utilisées dans le projet;
- les données sur le carbone intrinsèque des matériaux de construction.

Les données sur le carbone intrinsèque peuvent être obtenues à partir des DEP. Les producteurs de béton et les autres fabricants de matériaux peuvent fournir des DEP propres à leurs produits. À défaut, il est possible d'utiliser les DEP sectorielles publiées par les associations provinciales du béton. Bien que moins précises, ces DEP conviennent aux premières étapes de la conception ou lorsque les producteurs locaux ne disposent pas de DEP propres à leurs produits.

Les quantités de matériaux en béton sont généralement

estimées par l'ingénieur en structure, mais elles peuvent également être établies par l'architecte du projet, un estimateur en construction ou le praticien de l'ACV du bâtiment. Ces estimations sont habituellement disponibles dès la phase d'élaboration du concept et sont mises à jour au fur et à mesure de l'évolution du projet.

L'ACV peut être réalisée à différentes étapes de la conception. Il est toutefois recommandé de l'entreprendre dès la phase d'élaboration du concept, une fois les principaux paramètres structuraux et architecturaux établis, puis de la mettre à jour à mesure que des renseignements plus précis deviennent disponibles sur les quantités de matériaux et les mélanges de béton retenus.

Les résultats de l'ACV fournissent au maître d'ouvrage une estimation de référence de l'empreinte carbone globale du projet. Ils permettent de repérer les matériaux et les éléments du bâtiment qui offrent le meilleur potentiel de réduction du carbone intrinsèque et d'orienter les efforts d'optimisation. Plusieurs des stratégies proposées dans le présent guide pour réduire le carbone intrinsèque du béton découlent directement des recommandations issues des analyses du cycle de vie.

RESSOURCES PERTINENTES

[Athena Impact Estimator for Buildings](#) ↗
(en anglais seulement)

[Le carbone intrinsèque : un bilan pour les bâtiments au Canada](#) ↗

[Norme BCZ-Design v3](#) ↗

[Material Baselines for North America](#) ↗

[National Whole-Building Life Cycle Assessment Practitioner's Guide](#) ↗

[National Guidelines for Whole-Building Life Cycle Assessment](#) ↗

[Academy Online LCA Courses](#) ↗

[Didacticiel et ressources sur Tally LCA](#) ↗
(en anglais seulement)

[Norme sur le carbone intrinsèque en construction](#) ↗

Intervenants

ARCHITECTE
CONSEILLER EN
DÉVELOPPEMENT
DURABLE



Phases

Élaboration du concept

Orientation de niveau 2

Stratégie 3 : Explorer les possibilités d'optimisation de la conception

La conception de la structure a une incidence importante sur le volume de béton requis. Une structure plus efficace permet d'atteindre les objectifs fonctionnels et architecturaux du projet tout en réduisant la quantité de béton nécessaire.

Parmi les stratégies permettant de réduire le volume total de béton requis, on peut notamment :

- obtenir des renseignements détaillés sur les conditions géotechniques du projet;
- concevoir un bâtiment de géométrie simple afin de limiter les retraits et de réduire au minimum le recours aux dalles de transfert;
- privilégier des plans d'étage réguliers et répétitifs ainsi qu'un espacement uniforme des colonnes;
- réduire les besoins en stationnement et la superficie des parcs de stationnement grâce à des stratégies de gestion de la demande en transport.
- repérer les éléments du bâtiment qui peuvent être réalisés avec un béton présentant une résistance à la compression moins élevée ou qui ne nécessitent pas un développement rapide de la résistance;
- réduire au minimum le recours aux dalles sur sol.

L'ingénieur en structure devrait collaborer avec l'architecte afin d'examiner d'autres possibilités d'optimisation et de concevoir une structure efficace qui minimise le volume de béton nécessaire pour atteindre les objectifs du projet.

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Orientation de niveau 1 – Stratégie 1

Orientation de niveau 1 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 1

Orientation de niveau 2 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 3

Orientation de niveau 2 – Stratégie 4

Orientation de niveau 3 – Stratégie 1

Orientation de niveau 3 – Stratégie 2

Orientation de niveau 3 – Stratégie 3

Intervenants

INGÉNIEUR EN
STRUCTURE



Phases

Élaboration du concept

Conception technique et
élaboration de spécifications

RESSOURCES PERTINENTES

[Structural Engineers Study Embodied Carbon of 600 Buildings](#) ➤
(en anglais seulement)

[Structural Engineering and Embodied Carbon](#) ➤
(en anglais seulement)

[Practice Advisory: Embodied Carbon Considerations for Structural Engineers](#) ➤ (en anglais seulement)

[The Structural Carbon Tool, Version 3](#) ➤
(en anglais seulement)

[ECOM, Embodied Carbon Estimator](#) ➤
[Beacon Tool](#) ➤ (en anglais seulement)

Orientation de niveau 2

Stratégie 4 : Explorer les possibilités de réduction ou de remplacement du ciment

La façon la plus efficace et la plus immédiate de réduire le carbone intrinsèque du béton consiste à diminuer la quantité totale de ciment Portland utilisée dans les mélanges. Il est possible d'y parvenir en adoptant diverses stratégies, sans compromettre la résistance ni les performances du béton.

Ces stratégies comprennent notamment :

- l'utilisation de ciment Portland au calcaire;
- l'utilisation de ciments composés contenant des matériaux cimentaires supplémentaires (MCS), comme les cendres volantes, le laitier, les fumées de silice ou d'autres matériaux servant au remplacement partiel du ciment;
- l'utilisation de ciments à faible teneur en carbone (p. ex. des ciments dérivés de silicates de calcium, de la chaux décarbonatée ou des ciments réactifs à base de silice);
- le recours aux technologies CUC-MCC, combiné à une optimisation des mélanges de béton;
- l'utilisation d'adjuvants chimiques, notamment des réducteurs d'eau à moyenne ou à grande portée;
- éviter la surconception des mélanges de béton;
- éviter de spécifier ou de commander plus de béton que nécessaire afin de réduire les pertes;
- éviter ou limiter le recours à des mélanges de béton à résistance initiale élevée;
- permettre des périodes de cure plus longues pour les éléments du projet qui s'y prêtent.

Plusieurs de ces stratégies peuvent être combinées afin d'obtenir des réductions encore plus importantes des émissions. Les mélanges de béton devraient être examinés et validés conjointement par l'ingénieur en structure, l'entrepreneur en béton et le producteur de béton.

Il est courant d'exiger que le producteur de béton fournisse les renseignements relatifs aux mélanges proposés au moment du dépôt de sa soumission. En plus d'exiger que le producteur de béton fournisse les renseignements habituels sur les mélanges de béton spécifiés pour le projet, l'ingénieur en structure devrait également lui demander de soumettre une ou plusieurs propositions de mélanges de béton à faible teneur en carbone. Ces mélanges doivent continuer de satisfaire aux exigences de performance établies par l'ingénieur en structure.

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Orientation de niveau 1 – Stratégie 1

Orientation de niveau 1 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 1

Orientation de niveau 2 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 3

Orientation de niveau 2 – Stratégie 4

Orientation de niveau 3 – Stratégie 1

Orientation de niveau 3 – Stratégie 2

Orientation de niveau 3 – Stratégie 3

Intervenants

INGÉNIEUR EN
STRUCTURE



PRODUCTEUR
DE BÉTON



ENTREPRENEUR
GÉNÉRAL



Phases

Conception technique et
élaboration de spécifications

Élaboration des mélanges de
béton et documents à soumettre

Cette approche permet au maître d'ouvrage de retenir, s'il le souhaite, une solution de rechange à faible teneur en carbone, tout en laissant aux producteurs de béton la possibilité de présenter leurs offres les plus concurrentielles. Elle permet également à l'équipe de projet d'évaluer les avantages et les contraintes associés aux différentes options de béton à faible teneur en carbone afin de retenir la solution qui répond le mieux aux objectifs, au budget et à l'échéancier du projet.

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Orientation de niveau 1 – Stratégie 1

Orientation de niveau 1 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 1

Orientation de niveau 2 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 3

Orientation de niveau 2 – Stratégie 4

Orientation de niveau 3 – Stratégie 1

Orientation de niveau 3 – Stratégie 2

Orientation de niveau 3 – Stratégie 3

RESSOURCES PERTINENTES

[American Concrete Institute: Cementitious Materials for Concrete ↗](#) (en anglais seulement)

[Concrete BC: Specifying Sustainable Concrete ↗](#) (en anglais seulement)

[Mineral Products Association: Specifying Sustainable Concrete: Supplementary Cementitious Materials ↗](#)

[Conseil national de recherches du Canada. Low-Carbon Concrete Materials: Current Emerging Technologies ↗](#) (en anglais seulement)

[Rocky Mountain Institute: Concrete Solutions Guide ↗](#) (en anglais seulement)

[Structural Engineers 2050: Specifying ↗](#) (en anglais seulement)

[Sustainable Concrete: Using 56-Day ↗](#)
[Concrete Strengths ↗](#)

Intervenants

INGÉNIEUR EN
STRUCTURE



PRODUCTEUR
DE BÉTON



ENTREPRENEUR
GÉNÉRAL



Phases

Conception technique et
élaboration de spécifications

Élaboration des mélanges de
béton et documents à soumettre

Orientation de niveau 3

Stratégie 1 : Établir un objectif de réduction du carbone intrinsèque des matériaux en béton

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Orientation de niveau 1 – Stratégie 1

Orientation de niveau 1 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 1

Orientation de niveau 2 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 3

Orientation de niveau 2 – Stratégie 4

Orientation de niveau 3 – Stratégie 1

Orientation de niveau 3 – Stratégie 2

Orientation de niveau 3 – Stratégie 3

L'établissement d'un objectif global de réduction du carbone intrinsèque peut découler d'exigences réglementaires (p. ex., des normes municipales de construction durable), de cadres de certification tiers (p. ex., la Norme du bâtiment à carbone zéro – Design du CBDCA ou LEED), ou encore des objectifs propres au maître d'ouvrage.

Comme le béton représente généralement l'une des principales sources de carbone intrinsèque d'un bâtiment, il peut être pertinent de fixer un objectif de réduction propre aux matériaux en béton. Pour établir cet objectif, l'équipe de projet devrait :

1. déterminer les différents mélanges de béton qui seront vraisemblablement utilisés ainsi que leurs principales caractéristiques (p. ex. résistance à la compression, classe d'exposition, exigences relatives à la cure, etc.);
2. estimer le volume total de béton requis pour le projet, par mélange;
3. déterminer le carbone intrinsèque prévu de chaque mélange.

Les valeurs régionales publiées dans les DEP de Béton Canada devraient servir de valeur de référence pour chacun des mélanges de béton. Comme ces DEP sont mises à jour périodiquement, les rédacteurs de devis devraient toujours utiliser la version la plus récente.

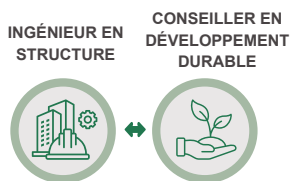
L'objectif de réduction du carbone intrinsèque devrait être exprimé en pourcentage de réduction par rapport à cette valeur de référence régionale. Il est fortement recommandé de fixer un objectif global de réduction, auquel contribuent l'ensemble des mélanges de béton utilisés dans le projet.

Cette approche permet à l'entrepreneur et au producteur de béton d'optimiser les mélanges de béton afin de satisfaire aux exigences de performance sans compromettre les autres exigences du projet. En pratique, certains mélanges de béton se prêtent davantage à l'optimisation que d'autres. Un objectif global offre donc une plus grande souplesse tout en permettant d'obtenir une réduction significative du carbone intrinsèque.

Il est recommandé d'établir cet objectif dès le début du projet. Le communiquer rapidement à l'ensemble des partenaires oriente les décisions de conception et maximise les possibilités de réduire le carbone intrinsèque du projet. Selon le contexte du projet, des objectifs plus ambitieux peuvent également être fixés.

L'objectif global devrait viser une réduction d'au moins 10 pour cent du carbone intrinsèque des matériaux en béton, par rapport à la valeur de référence régionale correspondant à l'étape de production (A1 à A3). Les objectifs de réduction doivent être ambitieux, tout en demeurant réalistes. Ils devraient tenir compte du type de projet, des exigences structurales, des conditions d'exposition et de la disponibilité locale des matériaux. Pour en savoir plus sur cette approche, consulter la *Norme sur le carbone intrinsèque en construction du Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada*.

Intervenants



Phases

Élaboration du concept

Orientation de niveau 3

Stratégie 1 : Établir un objectif de réduction du carbone intrinsèque des matériaux en béton

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Orientation de niveau 1 – Stratégie 1

Orientation de niveau 1 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 1

Orientation de niveau 2 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 3

Orientation de niveau 2 – Stratégie 4

Orientation de niveau 3 – Stratégie 1

Orientation de niveau 3 – Stratégie 2

Orientation de niveau 3 – Stratégie 3

Pour établir un budget de carbone intrinsèque des matériaux en béton à l'échelle du bâtiment, les étapes suivantes sont recommandées :

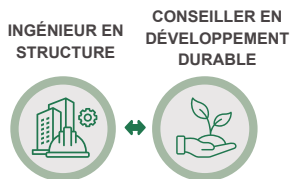
1. obtenir auprès de l'ingénieur en structure ou de l'entrepreneur la liste complète des mélanges de béton prévus pour le projet;
2. obtenir, dès les premières étapes de la conception, les volumes estimatifs de chaque mélange de béton auprès de l'ingénieur en structure ou de l'entrepreneur;
3. demander au producteur de béton les déclarations environnementales de produit (DEP) correspondantes; si des DEP ne sont pas disponibles, utiliser les valeurs moyennes de l'industrie publiées par l'association provinciale compétente.
4. À partir de ces renseignements, il est possible d'établir un budget estimatif de carbone intrinsèque pour les matériaux en béton.

À partir de ces renseignements, il est possible d'établir un budget estimatif de carbone intrinsèque pour les matériaux en béton. Le tableau 2 présente un exemple de feuille de calcul pour l'établissement d'un budget carbone.

Tableau 2 : Exemple de feuille de calcul pour l'établissement d'un budget carbone

Nom du mélange	Type d'application	Emplacement dans le projet	Résistance du mélange (MPa)	Quantité totale (m³)	PRP de référence par unité (kg éq. CO ₂ /m³)	RP total par mélange (kg éq. CO ₂)
Mélange 1	Dalle sur sol	Fondations	40	100	350	35 000
Mélange 2						
Mélange 3, etc.						

Intervenants



Phases

Élaboration du concept

Comme l'illustre cet exemple, le carbone intrinsèque de chaque mélange de béton est calculé en multipliant la quantité totale de matériau par son potentiel de réchauffement planétaire (PRP) exprimé par unité de matériau. La somme des valeurs obtenues pour l'ensemble des mélanges correspond au budget total de carbone intrinsèque. Une fois ce budget établi, le producteur de béton, l'entrepreneur et l'ingénieur en structure peuvent proposer d'autres mélanges de béton permettant de réduire le carbone intrinsèque par rapport au budget établi. Cette approche budgétaire permet aux experts d'innover en optimisant les mélanges de béton lorsque cela est possible, tout en préservant les éléments critiques du projet pour lesquels des modifications pourraient avoir une incidence négative sur les performances, l'échéancier ou les coûts.

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Orientation de niveau 1 – Stratégie 1

Orientation de niveau 1 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 1

Orientation de niveau 2 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 3

Orientation de niveau 2 – Stratégie 4

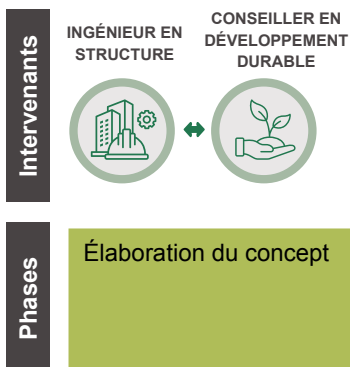
Orientation de niveau 3 – Stratégie 1

Orientation de niveau 3 – Stratégie 2

Orientation de niveau 3 – Stratégie 3

RESSOURCES PERTINENTES

[Norme sur le carbone intrinsèque en construction ➤](#)



Orientation de niveau 3

Stratégie 2 : Autoriser explicitement le recours aux technologies de CUC-MCC

Les rédacteurs de devis peuvent envoyer un signal clair au marché en autorisant explicitement, dans leurs spécifications relatives au béton, le recours aux technologies de CUC-MCC, y compris en les désignant par leur nom ou par leur type, dans le cadre de leur stratégie de réduction du carbone intrinsèque.

Cette stratégie peut être mise en œuvre de plusieurs façons.

- **Autoriser les approches novatrices** : L'inclusion, dans la section des spécifications portant sur les objectifs de réduction du carbone intrinsèque, d'une liste des technologies de CUC-MCC autorisées indique clairement que les producteurs de béton sont encouragés à adopter et à utiliser ces technologies. La mention explicite de technologies précises rassure les producteurs de béton quant au fait que le recours à des approches novatrices, ou les investissements et partenariats conclus avec des fournisseurs de technologies, sont reconnus et valorisés.
- **Prévoir des options de mélange de béton** : Lorsque les spécifications énumèrent les technologies de CUC-MCC autorisées, les rédacteurs de devis peuvent également exiger que les soumissions présentent des prix pour toute technologie de CUC-MCC disponible dans un rayon géographique déterminé du projet. Cette approche favorise l'innovation tout en permettant au maître d'ouvrage d'évaluer les répercussions financières des différentes options CUC-MCC. Elle tient également compte des limites actuelles liées à la disponibilité géographique et aux capacités de production de ces technologies, en permettant aux producteurs de béton de proposer ces options lorsqu'elles sont offertes à proximité du projet.
- **Réaliser des projets de démonstration** : Les maîtres d'ouvrage peuvent contribuer au développement et au déploiement des technologies de CUC-MCC en autorisant leur utilisation dans des éléments de béton de faible importance ou non critiques du projet. Certaines technologies de CUC-MCC étant encore à un stade précoce de développement, leurs fournisseurs ne sont pas toujours en mesure de réaliser des projets de construction à l'échelle industrielle. Cette approche permet aux entreprises qui développent ces technologies de recueillir des données précieuses et d'enrichir leur portefeuille d'études de cas. Les études de cas réalisées dans des conditions réelles figurent parmi les renseignements les plus recherchés par les rédacteurs de devis. Offrir des occasions de démonstration à petite échelle favorise donc l'apprentissage dans l'industrie de la conception et de la construction et contribue à accroître l'acceptation et la demande du marché à l'égard des technologies de CUC-MCC.

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Orientation de niveau 1 – Stratégie 1

Orientation de niveau 1 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 1

Orientation de niveau 2 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 3

Orientation de niveau 2 – Stratégie 4

Orientation de niveau 3 – Stratégie 1

Orientation de niveau 3 – Stratégie 2

Orientation de niveau 3 – Stratégie 3

Intervenants

MAÎTRE
D'OUVRAGE
DU PROJET

INGÉNIEUR EN
STRUCTURE



Phases

Élaboration des mélanges
de béton et documents à
soumettre

Orientation de niveau 3

Stratégie 2 : Autoriser explicitement le recours aux technologies de CUC-MCC

L'utilisation d'un libellé permissif dans les spécifications envoie un signal clair indiquant que le maître d'ouvrage est ouvert aux recommandations de l'entrepreneur et du producteur de béton. Pour indiquer explicitement que les technologies de CUC-MCC sont acceptées, le libellé suivant pourrait être intégré à la division 03 – Béton :

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Orientation de niveau 1 – Stratégie 1

Orientation de niveau 1 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 1

Orientation de niveau 2 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 3

Orientation de niveau 2 – Stratégie 4

Orientation de niveau 3 – Stratégie 1

Orientation de niveau 3 – Stratégie 2

Orientation de niveau 3 – Stratégie 3

- L'utilisation des technologies de CUC-MCC peut être approuvée à l'entière discrétion de l'ingénieur responsable.
- L'utilisation des technologies de CUC-MCC est autorisée (ou privilégiée), lorsqu'elles sont disponibles, à condition que les exigences de performance du béton soient respectées.
- D'autres procédés de fabrication du béton, notamment les technologies de CUC-MCC, sont acceptables, à condition qu'ils soient inclus dans le lot d'essai en laboratoire et dans les documents de soumission du mélange de béton correspondant, sous réserve de l'approbation de l'ingénieur.

Il est important de ne pas limiter le libellé des spécifications à une technologie ou à une catégorie de technologies en particulier. Les technologies de CUC-MCC n'étant pas encore largement répandues, certains produits ou certaines technologies peuvent ne pas être disponibles pour un projet donné ou n'être offerts que par un seul fournisseur. Il n'existe pas de mélange de béton qui convienne à toutes les applications ni à toutes les régions. En conservant des spécifications suffisamment souples, les membres de l'équipe de projet peuvent collaborer afin de retenir les solutions les mieux adaptées au projet, tout en préservant un environnement d'approvisionnement concurrentiel.

RESSOURCES PERTINENTES

[Low Carbon Concrete Key to Hyperscaler Campus](#) ➤ (en anglais seulement)

[Lower Carbon Concrete Guide: Lower Carbon Concrete Task Force](#) ➤ (en anglais seulement)

Intervenants

AÏTRE
D'OUVRAGE
DU PROJET

INGÉNIEUR EN
STRUCTURE



Phases

Élaboration des mélanges
de béton et documents à
soumettre

Orientation de niveau 3

Stratégie 3 : Vérifier les mélanges de béton et les volumes livrés

Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone

Orientation de niveau 1 – Stratégie 1

Orientation de niveau 1 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 1

Orientation de niveau 2 – Stratégie 2

Orientation de niveau 2 – Stratégie 3

Orientation de niveau 2 – Stratégie 4

Orientation de niveau 3 – Stratégie 1

Orientation de niveau 3 – Stratégie 2

Orientation de niveau 3 – Stratégie 3

Il est courant que les mélanges de béton soient ajustés au cours de l'exécution du projet afin de s'adapter aux conditions climatiques. Par exemple, les basses températures peuvent limiter l'utilisation de certains mélanges de béton à faible teneur en carbone qui reposent sur des matériaux cimentaires supplémentaires (MCS). Les modifications apportées à l'échéancier du projet peuvent également entraîner des changements aux exigences de résistance des mélanges afin de respecter les principales étapes du projet.

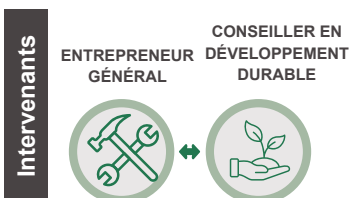
Les quantités de béton estimées au stade de la conception peuvent aussi différer des quantités réellement nécessaires. Des conditions de chantier différentes de celles prévues peuvent exiger des volumes de béton supplémentaires. Des erreurs dans l'ordonnancement des travaux ou lors de la mise en place du béton peuvent entraîner des pertes de matériaux. L'entrepreneur peut également être appelé à remplacer certains produits en fonction de leur disponibilité. Enfin, les produits livrés peuvent provenir d'usines ou de fournisseurs différents de ceux prévus initialement.

Pris ensemble, ces facteurs entraînent généralement des écarts dans les volumes totaux de béton livrés au projet ainsi que, dans certains cas, des modifications aux mélanges de béton utilisés. Afin de vérifier si les objectifs de réduction du carbone intrinsèque ont été atteints, il est recommandé de réaliser une évaluation du carbone intrinsèque après la construction.

Cette démarche permet à tous les partenaires de la chaîne d'approvisionnement d'évaluer l'efficacité des stratégies mises en œuvre, de même que celle de la communication et de la collaboration au sein de l'équipe de projet.

Pour vérifier la contribution du béton au carbone intrinsèque du projet, les étapes suivantes sont recommandées :

- valider, à l'aide des bordereaux de livraison ou d'autres documents, les quantités de béton livrées pour chacun des mélanges;
- confirmer si une partie du béton livré au chantier a finalement été éliminée comme déchet (en déclarant séparément les déchets de béton provenant de travaux de démolition);
- comparer les mélanges de béton effectivement livrés, ainsi que leurs DEP (lorsqu'elles sont disponibles), avec les mélanges prévus au moment de la conception;
- mettre à jour l'ACV afin qu'elle reflète les quantités réelles de béton fournies pour chacun des mélanges
- quantifier l'écart entre l'estimation initiale et la valeur réelle du carbone intrinsèque des matériaux en béton.



Phases

Construction et mise en place du béton

RESSOURCES PERTINENTES

Kammer et al.: Smart Sustainable Concrete Construction ➔

ANNEXE A. REMERCIEMENTS

Les personnes suivantes ont participé au processus de consultation des parties prenantes mené dans le cadre du présent projet. À cette fin, des entrevues ont été réalisées à la fin de 2025 auprès d'experts canadiens possédant une vaste expérience de la spécification du béton à faible teneur en carbone.

Personnes consultées

Stephanie Voysey	Amrize
Caroline Butchart	ASPECT Structural Engineers
Yuri Mytko	CarbiCrete
Mike Carter-Conneen	CarbonCure Technologies
Rob Cooney	Association Canadienne du Ciment
Sarah Petrevan	Association Canadienne du Ciment
Jolene McLaughlin	EllisDon
Navisa Jain	EllisDon
Tom Place	Equilibrium Consulting Inc.
Jeremy Field	Introba
Lara Gumushdjian	Kirkor Architects
Jon Makar	Conseil national de recherches Canada
Jessica MacInnis	Ministère des Travaux publics de la Nouvelle-Écosse
Steve Montgomery	PCL
Amy Brander	Perkins & Will
Iain MacFayden	RGS Consultants Ltd.
Adam Lubell	RJC Engineers
Daniel Snodgrass	RJC Engineers
Scott Cumming	WSP Canada

ANNEXE B. RÉFÉRENCES

American Concrete Institute. CODE-323-24: Low Carbon Concrete. Disponible en ligne : https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=323U24&Language=English&Units=US_Units

American Concrete Institute. Cementitious Materials for Concrete (ACI Education Bulletin E3). Disponible en ligne : <https://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/E3-13.01.pdf>

Architect Magazine. Low Carbon Concrete Key to Hyperscaler Campus. Disponible en ligne : <https://www.architectmagazine.com/buildings/low-carbon-concrete-key-to-hyperscaler-campus/>

Athena Sustainable Materials Institute. Athena Impact Estimator for Buildings. Disponible en ligne : <https://www.athenasmi.org/our-software-data/impact-estimator/>

BuildingGreen. Structural Engineers Study Embodied Carbon of 600 Buildings. Disponible en ligne : <https://www.buildinggreen.com/newsbrief/structural-engineers-study-embodied-carbon-600-buildings>

Building Transparency. Draft Specification Modifications for Low Carbon Concrete. Disponible en ligne : https://www.buildingtransparency.org/wp-content/uploads/2024/11/03_30_00_-_cast-in-place_concrete_embodied_carbon_performance_lr_20231030_bt_edits_012424docx_2.pdf

Building Transparency. The EC3 Tool. Disponible en ligne : <https://www.buildingtransparency.org/tools/ec3/>

Conseil du bâtiment durable du Canada (2025). Enfour le carbone dans les bâtiments : Guide d'approvisionnement en béton à faible teneur en carbone. Disponible en ligne : <https://www.cagbc.org/>

Conseil du bâtiment durable du Canada (2025). Le carbone intrinsèque : un bilan pour les bâtiments au Canada. Disponible en ligne : <https://www.cagbc.org/fr/news-resources/research-and-reports/le-carbone-intrinsèque-un-bilan-pour-les-batiments-au-canada/>

Conseil du bâtiment durable du Canada (2025). Guide d'introduction au marché : captage et utilisation du carbone dans les matériaux de construction cimentaires. Disponible en ligne : <https://www.cagbc.org/fr/news-resources/research-and-reports/guide-dintroductionau-marche-captage-et-utilisation-du-carbone-dans-les-matériaux-de-construction-cimentaires/>

Conseil du bâtiment durable du Canada. Norme du bâtiment à carbone zéro – Design, version 3. Disponible en ligne : <https://www.cagbc.org/fr/news-resources/technical-documents/norme-bcz-design-v3/>

Canadian Architect. Structural Engineering and Embodied Carbon. Disponible en ligne : <https://www.canadianarchitect.com/structural-engineering-and-embodied-carbon/>

Association canadienne des producteurs de maçonnerie en béton. Déclaration environnementale de produit. Disponible en ligne : <https://ccmpa.ca/resources-publications/environmental-product-declaration/>

Institut canadien du béton préfabriqué et précontraint. Déclarations environnementales de produit. Disponible en ligne : https://www.cpci.ca/en/sustainability/environmental_product_declarations

Association canadienne du béton prêt à l'emploi. Concrete Carbon : A Guideline for Specifying Low Carbon Ready Mixed Concrete in Canada. Disponible en ligne : https://cement.ca/wp-content/uploads/Concrete-Carbon-Guide_National_2025.pdf

Carbon Leadership Forum. Material Baselines for North America. Disponible en ligne : <https://carbonleadershipforum.org/clf-material-baselines-2023/>

ANNEXE B. RÉFÉRENCES

Carbon Leadership Forum. Model LCA Specifications. Disponible en ligne : <https://carbonleadershipforum.org/model-lca-specifications/>

CarbonStar Standard. Disponible en ligne : <https://www.carbonstarstandard.org/>

CEMBUREAU. 2050 Carbon Neutrality Roadmap. Disponible en ligne : <https://www.cementeuropa.eu/resources/reports/2050-carbon-neutrality-roadmap/>

Association canadienne du ciment (2023). Concrete Zero : Canada's Cement and Concrete Industry Action Plan to Net-Zero. Disponible en ligne : <https://cement.ca/concrete-zero/>

Concrete Alberta. Technical Bulletin 4: Specifying Sustainable Concrete. Disponible en ligne : <https://www.concretealbertapublic.ca/download/files/214708>

Concrete BC. Specifying Sustainable Concrete. Disponible en ligne : <https://concretebc.ca/wp-content/uploads/2020/01/Specifying-Sustainable-Concrete-Continuing-Education.pdf>

Béton Canada. Déclarations environnementales de produit (DEP) régionales pour le béton prêt à l'emploi. Disponible en ligne : <https://crmca.ca/epds/>

Concrete Ontario. A Guideline for Specifying Low Carbon Ready Mixed Concrete in Ontario. Disponible en ligne : <https://www.rmcao.org/wp-content/uploads/2022/10/ConcreteCarbon-November-2022-Final.pdf>

Groupe CSA. CSA A23.1:F24/CSA A23.2:F24 – Béton : constituants et exécution des travaux / Procédures d'essai et pratiques normalisées pour le béton. Disponible en ligne : <https://www.csagroup.org/store/product/2431008/>

Engineers and Geoscientists British Columbia. Practice Advisory: Embodied Carbon Considerations for Structural Engineers. Disponible en ligne : <https://tools.egbc.ca/registrants/practice-resources/guidelines-advisories/>

Fang, D., Kenny, P., et Mueller, C. (2025). Material Efficiency as a Key Opportunity to Reduce Embodied Carbon in Structural Systems: Data Insights from 226 Fully Designed Projects. *Journal of Structural Engineering*, 152(2). Disponible en ligne : <https://doi.org/10.1061/JSENDH.STENG-14451>

Hines. Embodied Carbon Reduction Guide (2025). Disponible en ligne : <https://hines-assets.s3.amazonaws.com/documents/2025-Hines-Embodied-Carbon-Guide.pdf>

Innovation, Sciences et Développement économique Canada (2021). Déclaration conjointe : l'industrie canadienne du ciment et le gouvernement du Canada annoncent un partenariat. Disponible en ligne : <https://ised-isde.canada.ca/site/ised/fr/declaration-conjointe-lindustrie-canadienne-du-ciment-et-le-gouvernement-du-canada-annoncent-un-partenariat>

Institution of Structural Engineers. The Structural Carbon Tool, Version 3. Disponible en ligne : <https://www.istructe.org/resources/guidance/the-structural-carbon-tool/>

Kammer et coll. Smart Sustainable Concrete Construction. Disponible en ligne : <https://asconline.org/Portals/ASCC/Smart%20Sustainable%20Concrete%20Construction%20Dec%202023%20CI.pdf>

Lower Carbon Concrete Task Force. Lower Carbon Concrete Guide (édition 2025). Disponible en ligne : https://static1.squarespace.com/static/67635c4460ae943efe90bd63/t/67cc9d58ff6209e4aa3284a6c/1741280669484/Lower+Carbon+Concrete+Guide_FINAL_2025-1.pdf

ANNEXE B. RÉFÉRENCES

Mineral Products Association. Specifying Sustainable Concrete: Supplementary Cementitious Materials. Disponible en ligne : <https://www.concretecentre.com/Resources/Publications/Supplementary-Cementitious-Materials.aspx>

National Ready Mixed Concrete Association. Guide to Improving Specifications for Ready Mixed Concrete. Disponible en ligne : <https://www.nrmca.org/wp-content/uploads/2020/10/GuideToSpecs.pdf>

National Ready Mixed Concrete Association. Top 10 Ways to Reduce Concrete Carbon Footprint. Disponible en ligne : <https://www.nrmca.org/wp-content/uploads/2022/07/Top10WaysReduceConcreteCarbonFootprint.pdf>

Conseil national de recherches du Canada. Béton à faible teneur en carbone : technologies actuelles et émergentes. Disponible en ligne : <https://nrc-publications.canada.ca/fra/voir/ft?id=8df607c5-ba6d-44a9-87f9-c46ba081d979>

Conseil national de recherches du Canada. Lignes directrices nationales sur l'analyse du cycle de vie des bâtiments entiers. Disponible en ligne : <https://nrc-publications.canada.ca/fra/voir/objet?id=f7bd265d-cc3d-4848-a666-8eeb1fbde910>

Conseil national de recherches du Canada. Guide du praticien sur l'analyse du cycle de vie des bâtiments entiers. Disponible en ligne : <https://nrc-publications.canada.ca/fra/voir/objet?id=533906ca-65eb-4118-865d-855030d91ef2>

One Click LCA. Academy Online LCA Courses. Disponible en ligne : <https://academy.oneclicklca.com/>

Oyinkanola, T. M., et Panesar, D. K. (2023). Natural Carbonation of Uncracked and Cracked Concrete: Sensitivity of Regional Geographical Variations on the CO₂ Uptake-to-Emissions Ratio Compared to Global Estimates. *Construction and Building Materials*, 409. Disponible en ligne : <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.134010>

Ready Mixed Concrete Association of Ontario. Best Practices Guidelines for Concrete Construction. Disponible en ligne : https://www.rmcao.org/wp-content/uploads/2021/09/Best-Practices-Guide-web-FINAL_0.pdf

Rocky Mountain Institute. Concrete Solutions Guide. Disponible en ligne : <https://rmi.org/wp-content/uploads/2021/08/ConcreteGuide2.pdf>

SE2050. ECOM Embodied Carbon Estimator. Disponible en ligne : <https://se2050.org/ecom-tool/>

SE2050. Specifying Sustainable Concrete: Using 56-Day Concrete Strengths. Disponible en ligne : https://se2050.org/wp-content/uploads/2021/12/MB_56DayStrength_May21.pdf

Structural Engineers 2050. SE2050 Specification Guidance. Disponible en ligne : <https://se2050.org/resources-overview/structural-materials/specification-guidance/>

Tally. LCA Tutorial and Resources. Disponible en ligne : <https://choosetally.com/tutorials/>

Thornton Tomasetti. Beacon Tool. Disponible en ligne : <https://www.thorntontomasetti.com/capability/beacon>

Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada. Norme sur le carbone intrinsèque en construction. Disponible en ligne : <https://www.tbs-sct.canada.ca/pol/doc-fra.aspx?id=32814>

ZGF, Fast+Epp, EllisDon et Lafarge. Concrete: A Pragmatic Approach to Lowering Embodied Carbon. Disponible en ligne : https://www.fastepp.com/wp-content/uploads/Low-Carbon-Concrete-Guidelines_20230906.pdf