



FEUILLE DE ROUTE VERS UN BÉTON À ZÉRO ÉMISSION CARBONE D'ICI 2050

POSITIONNER L'INDUSTRIE
CANADIENNE DU CIMENT ET DU
BÉTON COMME UN CHEF DE FILE
MONDIAL DANS LE DOMAINE DE
LA PRODUCTION DE CIMENT ET DE
BÉTON À FAIBLES ÉMISSIONS DE
CARBONE ET DES TECHNOLOGIES
CONNEXES

Cette publication est également offerte en ligne : <https://ised-isde.canada.ca/site/carrefour-croissance-propre/fr/feuille-route-vers-beton-zero-emission-carbone-dici-2050>.

Pour obtenir un exemplaire de cette publication ou un format substitut (Braille, gros caractères, etc.), veuillez remplir le formulaire de demande de publication : www.ic.gc.ca/demande-publication ou communiquer avec :

Centre de services aux citoyens d'ISDE
Innovation, Sciences et Développement économique Canada
Édifce C.D.-Howe
235, rue Queen
Ottawa (Ontario) K1A 0H5
Canada

Téléphone (sans frais au Canada) : 1-800-328-6189
Téléphone (international) : 613-954-5031
TTY (pour les personnes malentendantes) : 1-866-694-8389
Les heures de bureau sont de 8 h 30 à 17 h (heure de l'Est)
Courriel : ISDE@Canada.ca

Autorisation de reproduction

À moins d'indication contraire, l'information contenue dans cette publication peut être reproduite, en tout ou en partie et par quelque moyen que ce soit, sans frais et sans autre permission du ministère de l'Industrie, pourvu qu'une diligence raisonnable soit exercée afin d'assurer l'exactitude de l'information reproduite, que le ministère de l'Industrie soit mentionné comme organisme source et que la reproduction ne soit présentée ni comme une version officielle ni comme une copie ayant été faite en collaboration avec le ministère de l'Industrie ou avec son consentement.

Pour obtenir l'autorisation de reproduire l'information contenue dans cette publication à des fins commerciales, veuillez demander l'affranchissement du droit d'auteur de la Couronne : www.ic.gc.ca/demande-droitdauteur ou communiquer avec le Centre de services aux citoyens d'ISDE aux coordonnées ci-dessus.

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre de l'Industrie, 2022

N° de catalogue lu44-260/2022F-PDF
ISBN 978-0-660-44970-8

N.B. Dans cette publication, la forme masculine désigne tant les femmes que les hommes.

Also available in English under the title *Roadmap to Net-Zero Carbon Concrete by 2050*.

Table des matières

Introduction	1
Possibilités de décarboner le ciment et béton au Canada	4
Clinker et ciment	6
Réduction des volumes de clinker	6
Utilisation accrue de combustibles de substitution.....	7
Utilisation d'électricité propre et amélioration de l'efficacité énergétique	7
Recours au captage, à l'utilisation et au stockage du carbone (CUSC)	8
Béton et construction	8
Optimisation du mélange de béton	9
Fabrication et transport du béton	10
Optimisation de la conception et de la construction.....	10
Verdissement des leviers politiques	11
Codes et normes.....	11
Approvisionnement.....	12
Déclaration des émissions de carbone	13
Technologies propres et innovations canadiennes.....	13
Feuille de route vers un béton à zéro émission carbone	16
Plan d'action à l'horizon 2030	17
Domaine prioritaire n° 1 : Favoriser le développement du marché canadien.....	18
Domaine prioritaire n° 2 : Favoriser l'innovation et la transition au sein de l'industrie.....	19
Domaine prioritaire n° 3 : Positionner le Canada comme un chef de file mondial	20
Politiques habilitantes	22
Plan d'action à l'horizon 2050	24
Déploiement des technologies :	24
Collaborations, recherche et développement :.....	26
Conclusion	28
Glossaire	29
Annexe 1 : Processus et participants	31
Annexe 2 : Surveillance, gouvernance et production de rapports	33
Annexe 3 : Détails du plan d'action	35

Introduction

Le béton est un matériau de construction indispensable utilisé dans l'environnement bâti (le ciment étant le principal composant liant du béton). Le béton est le deuxième produit le plus consommé sur terre, après l'eau, et est utilisé dans presque tout ce que nous construisons, des maisons et des paysages urbains aux digues et barrages, en passant par les routes et les ponts.

On trouve plus de 1 100 usines de béton en agitation, de béton préfabriqué, de tuyaux en béton et de maçonnerie au Canada. Collectivement, l'industrie est responsable d'environ 158 000 emplois directs et indirects à travers le pays, tout en contribuant annuellement à l'économie canadienne pour 76 milliards de dollars en impact économique direct, indirect et induit.

Alors que la production canadienne soutient en grande partie le marché canadien, les exportations de ciment vers les États-Unis (É.-U.) sont passées de 840 millions de dollars en 2016 à 1,1 milliard de dollars en 2019. Compte tenu de ses caractéristiques de rendement et de la grande disponibilité du calcaire, le béton (et donc le ciment) restera probablement le matériau de construction de choix dans le monde.

Comment le béton est fabriqué

Le béton est obtenu par le mélange de ciment (et possiblement de matériaux cimentaires supplémentaires), de granulats fins et grossiers (p. ex. sable, gravier, béton recyclé) et d'eau. Des adjuvants sont parfois ajoutés pour conférer des propriétés particulières. Alors que le ciment ne représente qu'un faible pourcentage du mélange (12 % en volume en moyenne), il est généralement responsable de plus de 80 % des émissions de dioxyde de carbone qui en résultent. Il existe trois grandes catégories de produits en béton : le béton en agitation, les produits en béton préfabriqué et les unités de maçonnerie (blocs de béton).

En fait, on s'attend à ce que l'utilisation du béton continue de croître dans le monde et au Canada, sous l'effet de la croissance démographique, de l'urbanisation et du développement économique, ainsi que de la nécessité d'investir dans des infrastructures nouvelles et modernisées pour soutenir les objectifs climatiques. Au Canada, les dépenses publiques consacrées à la construction de routes et d'infrastructures de transport renforcent la demande de ciment. Dans ce contexte, le Canada produira quelque 55 millions de tonnes de ciment et 400 millions de tonnes de béton au cours des cinq prochaines années, ce qui permettra de remplir suffisamment de camions-bétonnières pour faire 4,5 fois le tour du globe.

Dans ce contexte de demande croissante, le gouvernement du Canada et l'industrie du ciment et du béton progressent vers un marché durable qui s'aligne sur l'objectif du gouvernement et de l'industrie d'atteindre la carboneutralité d'ici 2050.

Dans le monde entier, la fabrication du ciment est une source importante d'émissions de gaz à effet de serre (GES); la production de ciment est responsable d'environ 7 % des GES dans le monde. Parmi les émissions industrielles mondiales, le ciment représentait environ 26 % en 2019¹. Ces émissions proviennent principalement des réactions du processus chimique nécessaire pour convertir le calcaire en clinker, le précurseur du ciment, et des émissions de combustibles fossiles générées pour produire les hautes températures (environ 1 450 degrés Celsius) nécessaires pour réaliser ce processus.

De même, la production de ciment représente une part importante des émissions de GES actuelles du Canada. La déclaration des installations par le biais du Programme de déclaration des gaz à effet de serre du Canada a répertorié 11,2 mégatonnes (Mt) de dioxyde de carbone (CO₂) en 2019 pour l'industrie de la fabrication du ciment. Cela représente environ 1,5 % des émissions du Canada.

La décarbonisation du secteur du ciment et du béton au Canada est une priorité. Bien qu'il s'agisse d'un défi complexe et à multiples facettes, il offre également à l'industrie canadienne d'importantes possibilités, tant au pays qu'à l'étranger.

La transformation du secteur canadien du ciment et du béton à l'échelle nationale exigera des niveaux d'innovation et d'investissement importants de la part des fabricants, de l'industrie de la construction en général, et des gouvernements. D'importants travaux de recherche et développement seront nécessaires pour soutenir les pratiques et technologies émergentes. Des niveaux élevés d'investissement dans des projets de décarbonisation industrielle à court, moyen et long terme, tels que la transition des grandes cimenteries vers des sources d'énergie à plus faibles émissions, et le captage, l'utilisation et le stockage du carbone (CUSC), seront également nécessaires. Cette transformation nécessitera également des changements importants dans les approches de conception, l'ingénierie, les méthodologies de construction et, tout aussi important, dans la façon dont les matériaux de construction et les infrastructures sont achetés par tous les ordres de gouvernement et le secteur privé.

Le gouvernement du Canada a un rôle clé à jouer pour soutenir et stimuler les efforts de décarbonisation. Un soutien politique est nécessaire à tous les ordres de gouvernement pour atteindre les objectifs de carboneutralité. Un paysage politique et réglementaire intégré comprendra ces éléments importants :

- Des politiques d'approvisionnement écologique, des codes, normes et spécifications connexes et des programmes de formation et d'éducation professionnelles.
- Des programmes de financement et d'autres aides fiscales pour stimuler l'innovation et l'investissement.

¹ <https://www.ic.gc.ca/eic/site/icgc.nsf/fra/07730.html>

- Des efforts concertés pour impliquer et informer les intervenants durant toute la chaîne de valeur de la construction.

L'urgence croissante d'une décarbonisation rapide pour rester sur la voie vers la carboneutralité crée une demande aiguë d'aide et de soutien fiscaux pour attirer les investissements à court terme dans les grands projets de décarbonisation industrielle et pour les innovateurs qui transforment la recherche et les projets pilotes en opérations commerciales. C'est particulièrement le cas pour les premiers projets à adopter de nouvelles technologies. Au fil du temps, les coûts des technologies diminueront, les technologies à faible émission de carbone seront plus largement commercialisées et la réglementation se renforcera (notamment la certitude d'un prix croissant sur les émissions de carbone). À ce stade, l'industrie devrait assumer une part plus importante des coûts de la décarbonisation.

La collaboration entre le gouvernement et l'industrie, par le biais de centres d'innovation, de R-D, de projets de démonstration, de codes et de normes, et du développement des compétences, permettra à l'industrie du ciment et du béton d'atteindre l'objectif de carboneutralité d'ici 2050.

L'élaboration de la **Feuille de route vers un béton à zéro émission carbone** et du **Plan d'action à l'horizon 2030** a été menée par un groupe de travail conjoint industrie-gouvernement, codirigé par l'Association canadienne du ciment et Innovation, Sciences et Développement économique Canada. Ce groupe de travail était composé d'acteurs clés des ministères du gouvernement fédéral, de représentants de l'industrie canadienne du ciment et du béton et d'organisations environnementales. [Voir l'annexe 1]

Grâce à ce partenariat, l'industrie canadienne du ciment et du béton s'est engagée à réduire de façon cumulative plus de 15 Mt de GES d'ici 2030. Par la suite, des réductions annuelles continues de plus de 4 Mt de la production de ciment et de béton au Canada se produiront sur la voie de la carboneutralité du béton d'ici 2050².

Pour atteindre ces réductions ciblées, le gouvernement du Canada et l'Association canadienne du ciment ont élaboré un **Plan d'action à l'horizon 2030** avec des mesures spécifiques centrées sur l'atteinte de trois résultats principaux :

1. Favoriser le développement du marché canadien en créant les conditions de marché nécessaires pour que l'industrie s'adapte à une économie nette zéro ;
2. Favoriser l'innovation et la transition au sein de l'industrie tout au long de la chaîne de valeur en augmentant le soutien au développement et au déploiement de technologies à faible émission de carbone ; et

² Les estimations de réduction des émissions de GES ont été fournies par l'Association canadienne du ciment (ACC) et reflètent les mesures que l'industrie canadienne du ciment et du béton prendra pour réduire ses émissions d'ici 2030.

3. Positionner le Canada comme un chef de file mondial dans la production, l'adoption et l'exportation de produits et de technologies de ciment et de béton à faible émission de carbone grâce à la recherche de nouvelles possibilités d'exportation et à la collaboration internationale

Cette feuille de route s'aligne sur le [Plan de réduction des émissions pour 2030 : Prochaines étapes du Canada pour un air pur et une économie forte](#) annoncé récemment. Il s'agit d'un plan ambitieux pour lutter contre le changement climatique tout en apportant une prospérité économique durable au Canada, et qui trace une voie crédible vers des émissions inférieures de 40 % aux niveaux de 2005 d'ici 2030.

Cette feuille de route complète est conçue pour être évolutif qui reflète les niveaux d'ambition pour guider les efforts de réduction des émissions dans chaque secteur, y compris le secteur du bâtiment et de la construction. Les progrès réalisés dans le cadre du plan d'action seront suivis et communiqués annuellement par l'intermédiaire d'un comité directeur formé de membres volontaires, composé de deux coprésidents et de représentants de l'industrie et du gouvernement. [Voir l'annexe 2]

Le Canada dispose des conditions nécessaires pour devenir un producteur et un exportateur de premier plan dans le monde de systèmes et de produits de ciment et de béton à faible teneur en carbone, ainsi que de technologies et de services propres connexes. Il dispose d'un environnement réglementaire moderne et d'avantages en matière d'électricité propre, associés à une série d'innovations canadiennes offrant des solutions commercialisées à faible émission de carbone. L'adoption accrue du ciment et du béton à faible teneur en carbone renforcera l'engagement du gouvernement du Canada en faveur d'une croissance propre et entraînera des avantages financiers, environnementaux et pour la santé pour tous les Canadiens.

Possibilités de décarboner le ciment et béton au Canada

L'industrie canadienne du ciment et du béton s'est engagée à atteindre l'objectif de carboneutralité dans toute la chaîne de valeur d'ici 2050. Il n'existe actuellement aucun procédé, produit ou technologie qui puisse, de manière indépendante, assurer l'objectif de net zéro. Il existe cependant une variété de technologies, de procédés et de produits qui soutiennent la décarbonisation.

Au cours des 30 dernières années, l'industrie a investi dans l'amélioration de la production afin de réduire sa consommation de matières premières et d'énergie, et de diminuer les émissions de CO₂ de l'industrie qui en résultent. L'industrie a également

largement augmenté l'adoption de substituts du ciment, souvent appelés matériaux cimentaires supplémentaires (MCS) fréquemment dérivés des déchets d'autres industries (par exemple les scories d'acier). L'industrie a également augmenté l'utilisation d'adjuvants pour améliorer les propriétés physiques et la performance environnementale du béton. Le ciment et le béton à faible teneur en carbone sont présentés et ont été promus par les fabricants de tout le Canada.

Les actions en cours dans le cadre de la campagne pour atteindre la carboneutralité sont axées sur l'ensemble de la chaîne de valeur, en commençant par la cimenterie, et en s'étendant sur le cycle de vie de l'environnement bâti pour intégrer l'économie circulaire. Les principales phases de ce cycle de vie sont les suivantes :

- production de clinker
- fabrication et expédition du ciment
- production du béton
- construction, utilisation et mise hors service de l'actif
- carbonatation du béton (le béton comme puits de carbone) en cours d'utilisation et en fin de vie

Dans le présent et à court terme, le secteur du ciment et du béton se concentre sur l'optimisation des substituts du clinker, la réduction de la dépendance aux combustibles fossiles en passant à des alternatives à faible teneur en carbone, l'augmentation de l'utilisation de matériaux recyclés contribuant à l'économie circulaire, et la promotion de l'adoption par le marché de ciments et de bétons à faible teneur en carbone, et l'optimisation de l'efficacité dans la conception et la construction du béton.

À plus long terme, les actions prioritaires comprennent la poursuite du déploiement de substituts du clinker et de technologies alternatives au clinker. Les actions comprennent également l'exploitation de nouvelles sources d'énergie telles que les carburants d'origine biogénique, l'hydrogène et l'électricité propres, et l'utilisation d'innovations pour maximiser la capacité du béton à capturer le carbone par le biais de diverses approches de minéralisation du carbone.

D'autres solutions, comme le CUSC, peuvent apporter des avantages à court terme grâce à des projets premiers en leur genre et à plus long terme grâce à un déploiement à grande échelle.

Le béton est un matériau de construction essentiel qui a joué et continuera de jouer un rôle crucial dans la construction de bâtiments et d'infrastructures rentables, sûrs, durables et résistants au changement climatique. Le fait de donner la priorité aux actions visant à atteindre la carboneutralité créera des avantages durables. En voici quelques-uns :

- Maintenir et renforcer l'industrie canadienne du ciment et du béton dans le cadre de la transition mondiale vers une économie propre.

- Réduire les émissions de carbone intrinsèque dans l'environnement bâti.
- Développer et déployer des technologies innovantes qui pourraient à la fois aider d'autres secteurs à se décarboniser et soutenir les emplois et les exportations de technologies propres.

Clinker et ciment

La production de clinker est le procédé qui consomme le plus d'énergie dans la production globale du béton. Le clinker est un précurseur intermédiaire du ciment et sa production est une source majeure d'émissions de CO₂ par rapport au ciment. Il est produit dans une série de réactions chimiques complexes qui transforment finalement le carbonate de calcium du calcaire en oxydes de calcium et en silicates de calcium. Ce procédé est responsable de plus de 60 % des émissions de CO₂ liées à la fabrication du ciment. Les émissions de CO₂ restantes, soit un peu moins de 40 %, proviennent en grande partie de la combustion d'énergie nécessaire pour chauffer ce procédé (d'autres sources d'émissions moins importantes comprennent la consommation d'électricité, le transport sur le site et les équipements connexes). Le clinker est mélangé (et broyé) avec différentes proportions de gypse et de calcaire non traité pour produire du ciment.

Les solutions requises pour décarboniser la production de clinker et de ciment comprennent la réduction des volumes de clinker, l'utilisation accrue de combustibles de substitution, l'utilisation d'électricité propre, l'amélioration de l'efficacité énergétique et le CUSC.

Réduction des volumes de clinker

L'augmentation du volume des matières premières décarbonées – en particulier celles qui peuvent être obtenues localement et ne sont pas transportées sur de longues distances – pour remplacer une partie du calcaire dans le four réduit les émissions totales de la production de clinker. Les matériaux décarbonés, tels que les matériaux à granulométrie fine issus du béton recyclé, n'émettent pas de CO₂ lorsqu'ils sont chauffés, car le CO₂ a déjà été éliminé. Au niveau mondial, la réduction des volumes de clinker devrait permettre de réduire de 2 % les émissions totales du secteur.

En outre, il existe d'autres approches pour la réduction du clinker qui peuvent catalyser d'autres réductions de carbone. Plus précisément, il existe une gamme d'argiles, de pouzzolanes naturelles et de sous-produits industriels (p. ex. cendres volantes, laitier de haut fourneau) qui, en raison de l'absence de carbonates dans leur composition chimique, peuvent être utilisés pour réduire le ratio de clinker.

L'industrie canadienne a déjà fait des progrès dans ce domaine, certains producteurs de ciment s'étant engagés à remplacer plus de 30 % du clinker ou à atteindre un ratio de clinker de 0,70 par l'utilisation d'autres MCS d'ici 2030. Les essais accélérés, la normalisation et l'acceptation des nouveaux ciments sur le marché constituent un défi majeur à relever. Ces problèmes pourraient être surmontés grâce à des aides ciblées

pour les activités de R-D, l'élaboration accélérée de codes et de normes connexes et des programmes d'approvisionnement qui multiplient les possibilités de valider et de promouvoir les innovations, y compris des programmes de démonstration à un stade précoce dans des environnements à faible risque.

Utilisation accrue de combustibles de substitution

La production de ciment nécessite des températures élevées qui ne peuvent être atteintes que par la combustion³. L'utilisation de sources de combustibles propres à faible taux d'émission au lieu de sources d'énergie traditionnelles à fort taux d'émission et à base de combustibles fossiles réduit les émissions de GES provenant du processus de combustion. Les combustibles à faible teneur en carbone comprennent les matériaux récupérés dans le flux de déchets, en particulier la biomasse; toutefois, ils doivent généralement être mélangés à des combustibles fossiles traditionnels pour obtenir les conditions requises dans le four à ciment. Au-delà de 2030, les avantages des combustibles issus de la biomasse ainsi que des combustibles émergents tels que l'hydrogène devraient permettre aux cimenteries de décarboniser considérablement leur approvisionnement en combustibles.

L'abandon de l'utilisation des combustibles fossiles est l'une des principales possibilités pour l'industrie du ciment. Au cours des dernières années, les cimenteries du Canada ont déjà investi dans des systèmes permettant d'utiliser des combustibles de substitution, notamment des combustibles à base de déchets, des déchets de bois d'origine urbaine et d'autres déchets en fin de vie qui peuvent être difficiles à recycler. Cela comprend la construction d'équipements de traitement des combustibles de substitution, de bâtiments de stockage sur le site, de systèmes d'alimentation, de systèmes de contrôle de la combustion ainsi que les contrats d'approvisionnement connexes avec le secteur privé et le secteur public. L'industrie du ciment continue de travailler à travers le Canada avec les autorités publiques des gouvernements locaux chargées des déchets. Certains défis restent à relever en raison de l'existence de décharges facilement accessibles et peu coûteuses qui entrent en concurrence directe avec l'industrie du ciment pour ces mêmes déchets.

Utilisation d'électricité propre et amélioration de l'efficacité énergétique

De nombreuses mesures d'efficacité énergétique pourraient être envisagées dans les cimenteries. Ces mesures varient en fonction de l'investissement en capital requis et comprennent la modernisation des systèmes électriques, comme l'installation de moteurs à fréquence variable et l'amélioration des opérations de broyage (p. ex. le passage d'un broyeur à boulets à un broyeur vertical à rouleaux). La décarbonisation basée sur le réseau, la production d'énergie renouvelable sur place et l'électrification des équipements mobiles représentent également des occasions de décarbonisation.

³ Des recherches sont en cours sur le potentiel d'application de la technologie de plasma-arc électrique dans la production de ciment, mais elles n'en sont qu'à leurs débuts.

Recours au captage, à l'utilisation et au stockage du carbone (CUSC)

Les modèles climatiques ont montré que les technologies de CUSC jouent un rôle d'atténuation essentiel dans la décarbonisation du ciment et des produits de béton. La technologie de captage du CO₂ peut atténuer les émissions de combustion et des procédés qui sont libérées lors de la production de clinker. Les possibilités à court terme de capturer les émissions à grande échelle consistent principalement à stocker le CO₂ capté dans des formations géologiques. Cependant, une variété de technologies différentes se concentrent sur l'utilisation du CO₂ capté dans la production de ciment et de béton, y compris l'injection de CO₂ dans le béton non durci. Les technologies se concentrent également sur la fabrication de MCS et de granulats synthétiques à partir de déchets, qui peuvent ensuite être utilisés pour séquestrer le carbone dans les produits en béton⁴.

De plus en plus, les technologies de CUSC de deuxième génération, telles que le bouclage calcique et le bouclage chimique, sont également étudiées en vue d'une intégration potentielle dans l'industrie du ciment, en tant que solutions de rechange plus efficaces et moins toxiques aux procédés actuels de captage postcombustion (tels que le lavage par les amines). Ces procédés, ainsi que les cycles de bouclage à haute température, constituent deux des technologies de CUSC de deuxième génération les plus prometteuses et qui devraient être prêts à être déployés après 2040. Ils bénéficient d'un rendement élevé ainsi que de réacteurs disponibles à l'échelle et essentiellement sur étagère⁵. Le bouclage calcique et le bouclage chimique sont prometteurs non seulement pour la fabrication du ciment, mais aussi pour d'autres procédés industriels, notamment la production de fer et d'acier et la production de vapeur⁶. En outre, les MCS intégrant du CO₂ qui peuvent réduire le facteur clinker dans les ciments mélangés offrent des réductions significatives de l'équivalent en CO₂ (éq. CO₂) par rapport à la production conventionnelle de ciment Portland au calcaire (entre 20 et 40 % de réduction du éq. CO₂)⁷.

Béton et construction

Le béton joue un rôle majeur dans l'environnement bâti. C'est un matériau polyvalent, solide et résilient, dont les utilisations sont nombreuses et indispensables. L'utilisation

⁴ Ces technologies de conversion du carbone (ou technologies du carbone) sont un moyen potentiel de faire passer le carbone du statut de problème à celui de précieuse matière première génératrice de revenus. L'intérêt pour les technologies du carbone représente une occasion de marché qui devrait atteindre 1 000 milliards de dollars par an d'ici 2030. Dans ce contexte, le Canada est particulièrement bien placé pour devenir un chef de file mondial dans le secteur en pleine croissance des technologies du carbone, car il possède des centres de recherche universitaires et des installations de mise à l'échelle spécialisés dans le CUSC en Alberta, en Colombie-Britannique, en Ontario, au Québec et en Saskatchewan.

⁵ Paul Fennell et Ben Anthony (éditeurs). « [1 – Calcium and chemical looping technology: An introduction](#) ». *Calcium and Chemical Looping Technology for Power Generation and Carbon Dioxide (CO₂) Capture* (Sawston, Royaume-Uni : Woodhead Publishing, 2015).

⁶ *Ibid.*

⁷ Aecon Group Inc, "[Aecon Pilots Low Carbon Concrete at Innovation and Training Centre](#)," (May 31, 2022).

du béton dans l'environnement bâti comporte quatre phases (conception, construction, utilisation et fin de vie), chacune offrant la possibilité de réduire les émissions.

Les solutions requises pour décarboniser la production de béton et son utilisation dans la construction comprennent l'optimisation du mélange de béton, la fabrication et le transport du béton, ainsi que l'optimisation de la conception et de la construction.

Optimisation du mélange de béton

L'utilisation des matériaux cimentaires supplémentaires (MCS) peut remplacer, en moyenne, 30 % ou plus du ciment nécessaire à la production de béton. Cela permettra de réduire les émissions de GES tout en produisant un béton d'une qualité, d'une résistance et d'une durabilité identiques ou supérieures à celles d'un béton fabriqué uniquement avec du ciment. L'industrie du béton propose depuis plusieurs années des produits en béton à plus faible intensité des émissions de carbone, notamment du béton fabriqué avec du ciment Portland au calcaire (CPC) ou du ciment mélangé, et des efforts continuent d'être déployés pour que des clients supplémentaires adoptent ces produits. Des difficultés subsistent sur certains marchés, notamment avec les gouvernements qui ont traditionnellement été plus lents à adopter des produits à faible teneur en carbone. Les industries du ciment et du béton continuent de collaborer avec les producteurs de béton locaux, les associations provinciales du béton et les représentants des gouvernements pour faire en sorte que ces produits soient largement acceptés dans diverses utilisations.

À la cimenterie ou à la centrale à béton, des cendres volantes, du laitier de haut fourneau granulé et broyé, du calcaire broyé et d'autres matériaux peuvent être ajoutés pour produire des bétons à émissions de CO₂ réduites. Au fur et à mesure que les industries de l'énergie et de l'acier cesseront d'utiliser du charbon et d'autres combustibles fossiles, la disponibilité de cendres volantes et de laitier vierges diminuera. Ils seront remplacés par des cendres volantes et du laitier récupérés dans les décharges, des proportions plus élevées de calcaire broyé non traité, d'argile calcinée et peut-être d'autres matériaux nouveaux. Le secteur du ciment se concentre sur la recherche et le développement dans ce domaine et a investi massivement dans l'obtention de sources alternatives de cendres volantes qui permettront une réduction continue de l'intensité des émissions de GES des produits en ciment et en béton.

De même, l'utilisation d'adjuvants est actuellement courante dans la production de béton, généralement pour améliorer le rendement et l'efficacité de la fabrication du béton. Cependant, ces adjuvants ne représentent actuellement que 1 % du total des matériaux en béton. Les nouvelles compositions chimiques des adjuvants sont l'occasion d'accroître leur utilisation dans le béton et le rôle qu'ils jouent dans la réduction de l'empreinte carbone du béton tout en maintenant et en améliorant le rendement du béton.

Fabrication et transport du béton

Le mélange et l'acheminement du béton nécessitent de l'énergie, et le passage des besoins énergétiques des installations de production de béton à l'électricité propre et à d'autres sources d'énergie à faible teneur en carbone permettra de réduire les émissions. En outre, le béton et les produits en béton, bien que fabriqués localement, doivent tout de même être transportés sur le chantier. Il en résulte des émissions de carburant diesel. Le passage à des flottes sans émission entraînera également une réduction des émissions de CO₂.

Optimisation de la conception et de la construction

L'optimisation dans la phase de conception d'un projet adopte une approche de cycle de vie complet – chaque aspect de chaque étape de la construction doit être évalué pour déterminer les possibilités. Tout comme nous l'avons fait pour l'efficacité énergétique, nous devons faire de l'efficacité des matériaux une priorité de conception.

Les progrès réalisés dans les codes de construction, les normes et les procédés de conception peuvent limiter la surconception des matériaux et des structures, tout en offrant une certaine souplesse pour répondre aux exigences de rendement et autres propres à chaque projet.

Une construction optimisée signifie zéro déchet sur le chantier et zéro béton retourné. Une nouvelle technologie émergente, appelée « fabrication additive » (également appelée impression 3D), réduit le besoin d'outils de construction et, par conséquent, les déchets de construction, tout en réduisant le temps de construction. Cette méthode de construction du béton a le potentiel de changer la façon dont les matériaux cimentaires sont utilisés pour créer des composants d'infrastructure. Une autre considération par rapport à l'optimisation est l'intégration de capteurs dans les coffrages. S'il s'agit principalement d'optimiser les délais des projets, les capteurs peuvent également réduire la nécessité de surconcevoir les mélanges de béton pour une certaine résistance initiale (c.-à-d. que l'on peut ajouter moins de ciment, ce qui réduit les émissions).

La conception pour la longévité, la réutilisation adaptative et la déconstruction jouent également un rôle important dans la réduction des déchets et des besoins en matériaux vierges. Lorsqu'il existe du béton retourné et démolé, les technologies qui utilisent l'oxyde de calcium n'ayant pas réagi dans ce matériau pour capter le CO₂ devraient être privilégiées par rapport au recyclage conventionnel afin de maximiser son potentiel de décarbonisation. Enfin, on en sait plus sur la capacité du béton à réabsorber naturellement le CO₂ (c.-à-d. la « carbonatation du béton ») libéré lors du processus de calcination du ciment. Les recherches suggèrent que plus de 20 % des émissions des procédés du ciment utilisé dans le béton peut être réabsorbées au cours de la vie du béton dans l'environnement bâti. La façon dont nous concevons les infrastructures en béton (par exemple les conceptions en béton apparent) et la façon dont le béton en fin de vie est manipulé et traité peuvent contribuer à améliorer ces processus naturels.

D'autres travaux de R-D sont nécessaires pour comprendre comment optimiser cette caractéristique du béton et comment les taux de carbonatation sont influencés par les nouvelles technologies de minéralisation, comme l'injection de CO₂.

Il existe des possibilités de réduire les émissions dans le ciment et le béton. Celles-ci incluent l'utilisation de MCS, utilisation de combustibles de substitution, l'optimisation du mélange de béton, la fabrication et le transport du béton, et l'optimisation de la conception et de la construction. L'industrie estime que l'optimisation de ces solutions permettrait d'éviter jusqu'à 20 à 30 % du carbone intrinsèque dans le béton. Des réductions supplémentaires peuvent être obtenues grâce à l'efficacité de la conception et de l'utilisation du béton pendant la construction, ainsi qu'en établissant des exigences pour favoriser les matériaux et produits à faible teneur en carbone lors de l'approvisionnement.

Verdissement des leviers politiques

Codes et normes

Les codes et les normes constituent un levier essentiel pour fixer des exigences minimales obligatoires régissant les infrastructures. Leur évolution est essentielle pour faire en sorte que nous fassions évoluer les pratiques de construction en tenant compte des conditions climatiques changeantes, et pour stimuler l'innovation canadienne en matière de matériaux et d'approches à faible teneur en carbone. Il est nécessaire de prendre des mesures pour réduire les risques et faire connaître les solutions innovantes qui sont moins familières aux concepteurs et aux constructeurs, lesquels ont tendance à se tourner vers des méthodes éprouvées qui permettent de réaliser les projets dans les délais et les budgets impartis.

Une fois que les codes climato-intelligents et les normes basées sur le rendement sont adoptés par les autorités ayant une compétence réglementaire, ils deviennent obligatoires et élèvent la barre minimale pour la prise en compte des approches à faible émission de carbone et résilientes dans l'approvisionnement, la conception, la construction, l'exploitation et la modernisation des infrastructures. Les normes volontaires peuvent également être utilisées dans les critères d'approvisionnement et de financement du secteur public, ou par les dirigeants de l'industrie dans leurs efforts pour réduire les risques et intégrer de nouvelles technologies et de nouveaux matériaux à faible émission de carbone dans la conception et la construction.

En intégrant les considérations relatives au rendement à faible teneur en carbone et au carbone opérationnel et intrinsèque dans la conception des bâtiments et des infrastructures, les guides, les codes et les normes, nous pouvons combler les lacunes critiques en matière de recherche, de réglementation et de technologie afin d'éliminer les risques liés aux matériaux et aux approches à faible teneur en carbone et de

développer et transformer le secteur canadien de la construction pour qu'il s'aligne sur une économie innovante à faible teneur en carbone.

En utilisant les codes et les normes parallèlement à d'autres leviers politiques, y compris les critères d'admissibilité des programmes de financement fédéraux concernant l'utilisation de matériaux à faible teneur en carbone, nous pouvons fournir à l'industrie une certitude quant à la vision fédérale d'un secteur de la construction à faibles émissions de carbone et, ultimement, promouvoir la transformation en un marché à faibles émissions de carbone.

Le fait d'accorder la priorité aux exigences fondées sur le rendement et à faible teneur en carbone créera la souplesse nécessaire pour catalyser l'innovation au sein de l'industrie, ce qui permettra au Canada de se positionner comme un fournisseur de premier plan de matériaux de construction à faible teneur en carbone.

Approvisionnement

L'approvisionnement écologique est un puissant levier pour favoriser la décarbonisation des matériaux de construction. Les projets d'infrastructure gouvernementaux consomment environ 40 % du ciment produit dans le monde. En exigeant des matériaux à teneur en carbone de plus en plus faible dans l'approvisionnement et en adoptant des exigences de projet basées sur la performance, ils encouragent l'innovation. Les gouvernements peuvent également mettre en place des projets de démonstration de nouveaux produits et processus sur le marché. Les engagements à long terme pour l'achat de matériaux à faible teneur en carbone fournissent des signaux de marché qui peuvent être exploités par l'industrie pour investir dans la décarbonisation. Dans la Stratégie pour un gouvernement vert, le gouvernement du Canada s'est engagé à exiger la divulgation du carbone contenu dans les matériaux structurels des grands projets de construction à partir de 2022, et une réduction de 30 % de ce carbone à partir de 2025. En outre, le gouvernement du Canada s'est engagé à mettre en place une nouvelle stratégie favorisant l'achat de produits propres pour soutenir et privilégier l'utilisation de produits à faible teneur en carbone fabriqués au Canada dans les projets d'infrastructure canadiens. Ces mesures sont des leviers importants pour renforcer davantage la capacité du Canada à produire des produits et des solutions de ciment et de béton à faible teneur en carbone.

Compte tenu de son immense pouvoir d'achat, le gouvernement fédéral a un rôle de premier plan à jouer pour aider à réduire les émissions de GES. À cet égard, l'adoption de politiques efficaces en matière d'approvisionnement écologique peut contribuer à montrer l'exemple, en encourageant les principales industries à atteindre leurs propres objectifs de carboneutralité et en promouvant l'innovation propre dans toute l'économie. En plus de soutenir le secteur privé, le gouvernement fédéral devra également redoubler d'efforts pour encourager et soutenir l'adoption de politiques d'approvisionnement écologique au niveau provincial et municipal.

Déclaration des émissions de carbone

Alors que les technologies existantes sont améliorées et que de nouvelles sont développées pour aider l'industrie du ciment et du béton à atteindre la carboneutralité, il est nécessaire de faire des progrès équivalents dans la quantification et la déclaration des émissions de carbone. Il est possible de faire progresser la déclaration des émissions de carbone en soutenant le développement continu des ensembles de données d'inventaire du cycle de vie et des déclarations environnementales de produits (DEP). En veillant à ce que tous les secteurs manufacturiers élaborent des inventaires du cycle de vie et des DEP de manière cohérente et harmonisée, on pourra comparer sur un pied d'égalité les émissions de carbone des technologies nouvelles et améliorées.

Technologies propres et innovations canadiennes

La nécessité de la recherche, du développement et de l'innovation pour aider l'industrie du ciment et du béton à atteindre l'objectif de carboneutralité d'ici 2050 ne peut être sous-estimée. De nouvelles technologies devront être déployées et des défis technologiques devront être résolus pour soutenir la décarbonisation dans l'industrie.

Des travaux de R-D importants pour soutenir les pratiques et technologies émergentes seront nécessaires, tout comme des investissements importants dans des projets de décarbonisation industrielle à court, moyen et long terme. Il pourrait s'agir, par exemple, d'assurer la transition des grandes installations vers des sources d'énergie à faibles émissions comme les combustibles biogènes, l'hydrogène et l'électricité propres, ainsi que le déploiement complet à l'échelle du CUSC. Il s'agit de solutions importantes pour l'industrie qui sont encore à l'essai, et le Canada a un rôle à jouer dans la R-D de ces solutions.

La recherche et l'innovation doivent également être entreprises pour modifier de manière significative les méthodologies de construction, et changer la façon dont les matériaux de construction et les infrastructures sont achetés par tous les ordres de gouvernement et le secteur privé. Plusieurs mesures de recherche et d'innovation à court terme pourraient être mises en œuvre d'ici 2022-2023 pour aider l'industrie canadienne du ciment et du béton à atteindre son objectif de carboneutralité. Cela comprend un examen des sujets et une analyse des lacunes de l'industrie canadienne du ciment et du béton afin de déterminer les domaines d'action prioritaires. Deuxièmement, la mise en place d'approches solides en matière de recherche et de développement et de modèles d'innovation et de financement sera un outil essentiel pour atteindre la carboneutralité dans l'industrie. Par exemple, la mise en place d'un programme de recherche, de développement et de démonstration pourrait réduire les risques pour les développeurs de technologies nouvelles et existantes, ce

« L'innovation continue a été la force motrice des réductions des émissions de CO₂ que l'industrie a réalisées au cours des dernières décennies. »

*Global Cement and Concrete Association,
2021*

qui compléterait la force d'attraction du marché et contribuerait à soutenir et à faire croître une industrie du ciment et du béton plus écologique au Canada.

Les petites et moyennes entreprises ont joué et continueront de jouer un rôle important dans le soutien à l'innovation dans l'industrie. Le Canada abrite des entrepreneurs de premier plan au niveau mondial dans le domaine des technologies qui font progresser des technologies prêtes à être commercialisées afin de réduire davantage les émissions provenant du ciment et du béton. Les solutions requises pour atteindre la carboneutralité comprennent l'exploitation de technologies telles que :

- le durcissement du béton avec du CO₂
- la minéralisation du carbone dans le béton
- le développement du captage du carbone
- la production d'adjuvants traités au carbone
- l'exploitation de l'intelligence artificielle pour suivre et contrôler les niveaux de béton

Le gouvernement du Canada a mis en place une série de programmes et de politiques pour soutenir les entreprises canadiennes de technologies propres, dont du soutien à la décarbonation industrielle (i.e. CUSC) et de la transformation :

- L'initiative Accélérateur net zéro du Fonds stratégique pour l'innovation (ANZ-FSI) a annoncé le plan « Un environnement sain et une économie saine » en 2020. Cette initiative de 8 milliards de dollars permet d'accélérer les projets de décarbonisation avec les grands émetteurs, de développer les technologies propres et d'accélérer la transformation industrielle du Canada dans tous les secteurs.
- Le Carrefour de la croissance propre est le point focal fédéral pour les technologies propres. Le Carrefour rassemble des ministères et des agences pour aider les développeurs et les utilisateurs de technologies propres à naviguer dans les programmes fédéraux, à améliorer la coordination des programmes et à suivre les résultats des investissements fédéraux dans les technologies propres. Les clients sont aussi bien de jeunes innovateurs dans le domaine des technologies propres ayant un fort potentiel de perturbation que de grands adoptants dans des industries à fortes émissions qui subissent des pressions croissantes pour se décarboniser.
- Technologies du développement durable Canada (TDDC) est une fondation fédérale qui aide les entreprises canadiennes à développer et à déployer des solutions technologiques propres pour lutter contre les changements climatiques et assurer la pureté de l'air, de l'eau et des sols. Grâce au financement et à l'utilisation de son écosystème de connaissances, TDDC aide à faire passer les

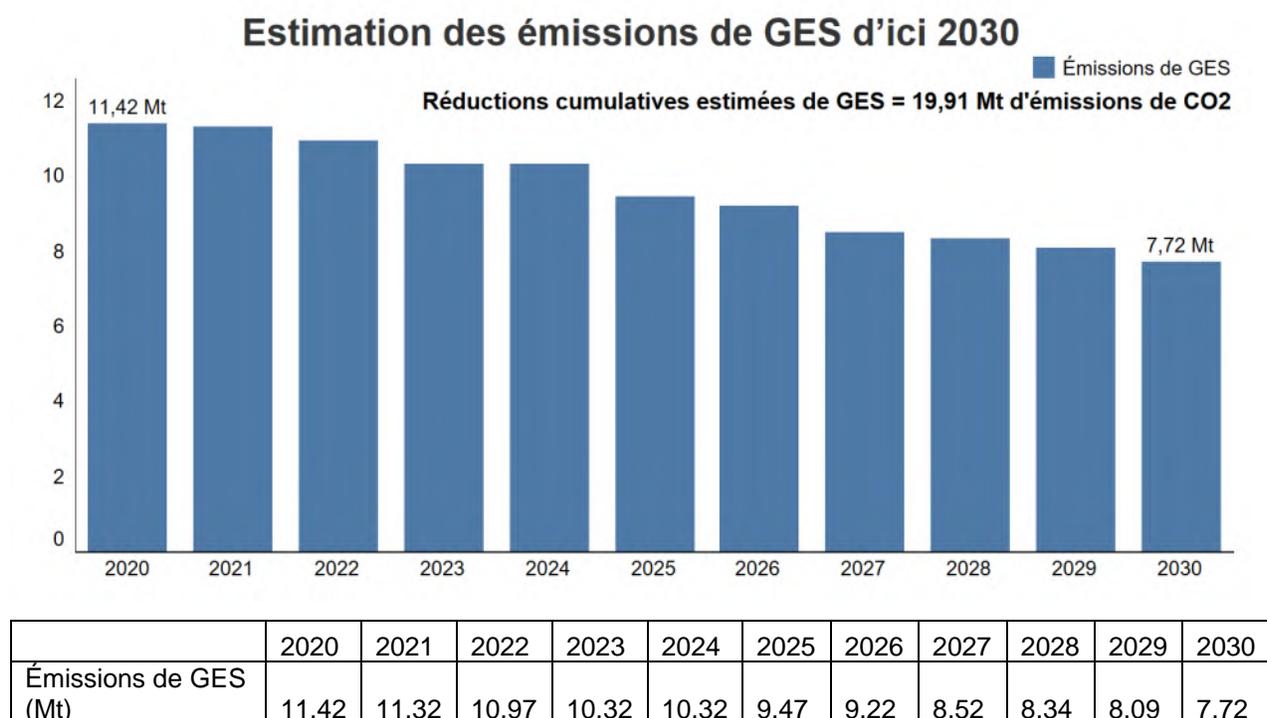
technologies de la démonstration à la commercialisation tout en faisant croître l'économie canadienne.

- Soutien de support pour les projets de CUSC: Le gouvernement du Canada reconnaît que le CUSC offre une voie importante pour la réduction des émissions dans de nombreux secteurs industriels. Par l'intermédiaire du Bureau de la recherche et du développement énergétiques de Ressources naturelles Canada, le gouvernement investit 319 millions de dollars (sur plus de 7 ans) dans la R-D et les démonstrations pour faire progresser la viabilité commerciale des technologies de CUSC. Ces fonds soutiendront les entreprises, les universités, les organisations à but non lucratif, les gouvernements et les laboratoires fédéraux sur la voie de la carboneutralité d'ici 2050. Le gouvernement a également annoncé un crédit d'impôt à l'investissement spécifique pour les projets de CUSC afin d'encourager davantage les investissements dans les technologies de décarbonisation qui réduiraient les émissions de gaz à effet de serre. Le crédit d'impôt CCUS s'appliquerait aux dépenses admissibles engagées à compter du 1er janvier 2022.
- Le CNRC a toujours été à l'avant-garde du soutien au secteur de la construction dans la promotion de matériaux de construction à faible émission de carbone. Le CNRC a récemment reçu un financement pour créer une plate-forme pour décarboniser le secteur de la construction à grande échelle afin de soutenir le développement et l'adoption de solutions, d'outils et de technologies de construction à faible émission de carbone. Plus précisément, le CNRC élaborera de nouvelles exigences fondées sur le carbone et les mettra en œuvre au moyen de normes, de spécifications, de lignes directrices et de publications telles que le Devis directeur national de construction (DDN) du Canada et les codes modèles nationaux. Il concentrera également les capacités de R&D et d'innovation pour combler les lacunes en matière de connaissances et de données dans le développement, l'identification et la spécification de matériaux, produits, services et pratiques à faible émission de carbone (par exemple, l'évaluation du cycle de vie), ainsi que pour accroître la productivité du secteur de la construction grâce à la numérisation.

Feuille de route vers un béton à zéro émission carbone

La *Feuille de route vers un béton à zéro émission carbone* du Canada commence par définir les nouvelles mesures, initiatives et politiques clés nécessaires pour faire progresser la décarbonisation du secteur jusqu'en 2030. En même temps, la feuille de route soutient les engagements existants liés à la décarbonisation du secteur de la construction, y compris le ciment et le béton. En outre, la feuille de route trace la voie à suivre pour la R-D et les actions à plus long terme nécessaires pour atteindre la carboneutralité d'ici 2050, notamment en incitant l'industrie à augmenter ses investissements dans les projets de CUSC qui seront en grande partie mis en œuvre après 2030.

Figure 1 : Estimation du potentiel de réduction par rapport au niveau de référence de 2019⁸



Les réductions cumulatives estimées de GES par rapport au niveau de 2019 de 2020 à 2030 sont de 19,91 Mt.

CO₂ = dioxyde de carbone; GES = gaz à effet de serre; Mt = mégatonnes.

* Il s'agit des émissions liées au béton, y compris les émissions du ciment et d'autres émissions spécifiques au béton.

** Les émissions de référence pour 2019 sont de 11,42 Mt de CO₂.

Source : Association canadienne du ciment.

⁷ Association canadienne du ciment

La mise en œuvre complète de la *Feuille de route vers un béton à zéro émission carbone* du Canada devrait permettre de réduire de façon cumulative plus de 15 Mt de GES d'ici 2030, avec des réductions continues de plus de 4 Mt par an⁹. Ces estimations sont basées sur les activités principales suivantes :

- l'augmentation de l'adoption de produits et de systèmes de ciments mélangés, tels que le ciment Portland au calcaire existant et le ciment Portland au calcaire mélangé, ce qui réduira la consommation de clinker et diminuera les émissions
- le remplacement des combustibles fossiles par d'autres sources d'énergie pour réduire les émissions, l'optimisation des mélanges de béton pour les projets de construction et l'amélioration de l'efficacité énergétique des opérations de fabrication du ciment et du béton
- le passage, dans la conception et la construction, à des matériaux et des systèmes basés sur le rendement tout en améliorant l'efficacité de l'utilisation des matériaux
- l'utilisation de technologies de CUSC pour éviter les rejets d'émissions

Plan d'action à l'horizon 2030

Dans un premier temps, cette feuille de route comprend le **Plan d'action à l'horizon 2030** à court terme, qui vise à répondre aux efforts immédiats et inclut un plan de R-D pour atteindre les objectifs de 2050. Le plan d'action s'articule autour de trois grands domaines prioritaires qu'il convient de faire progresser au fur et à mesure de la transition de l'industrie vers la carboneutralité. Les objectifs de ces domaines prioritaires sont les suivants :

- **favoriser le développement du marché canadien**
- **favoriser l'innovation et la transition au sein de l'industrie**
- **positionner le Canada comme un chef de file mondial dans la production, l'adoption et l'exportation de produits et de technologies de ciment et de béton à faible teneur en carbone.**

Voir l'annexe 3 pour un aperçu détaillé des actions à prendre pour répondre à ces domaines prioritaires.

⁹ Les estimations des réductions des émissions de GES ont été fournies par l'Association canadienne du ciment (ACC) et reflètent les mesures que l'industrie canadienne du ciment et du béton prendra pour réduire ses émissions d'ici 2030.

Domaine prioritaire n° 1 : Favoriser le développement du marché canadien

Créer les conditions commerciales et réglementaires nécessaires pour que le marché du béton s'adapte rapidement à une économie carboneutre et circulaire tout en se rapprochant des objectifs de réduction des GES du Canada pour 2030 et 2050.

En donnant la priorité aux changements consensuels des codes et des normes de construction afin de réglementer le cycle de vie du carbone des bâtiments, on stimulera la demande de matériaux et de conceptions à faible émission de carbone. Le déploiement de ces connaissances au sein de la communauté de la construction **créera les conditions commerciales et réglementaires nécessaires** pour que le marché du béton s'adapte rapidement à une économie carboneutre et circulaire tout en se rapprochant des objectifs de réduction des GES du Canada pour 2030 et 2050.

D'autres actions et campagnes de sensibilisation à l'intention des décideurs de haut niveau sont nécessaires pour intégrer les performances à faible émission de carbone dans la conception, les guides et les codes des bâtiments et des infrastructures. En fin de compte, cela permettra de combler les lacunes critiques en matière de recherche, de réglementation et de technologie, afin d'éliminer les risques liés aux matériaux et aux approches à faible teneur en carbone, et de faire croître et transformer le secteur canadien de la construction pour qu'il s'aligne sur une économie novatrice à faible teneur en carbone.

Pour **favoriser le développement du marché canadien**, l'industrie et le gouvernement vont :

- soutenir les stratégies et les politiques en matière d'innovation, de technologie et de R-D afin de parvenir à un béton carboneutre au Canada d'ici 2050;
- collaborer à l'élaboration de politiques d'approvisionnement écologique;
- améliorer la disponibilité et la qualité des données pertinentes, notamment en mettant à jour et en publiant régulièrement les données sur le carbone intrinsèque et les données d'inventaire du cycle de vie des produits en ciment et en béton à faible teneur en carbone;
- accélérer les cycles d'élaboration des codes et des normes afin de garantir un déploiement rapide du ciment et du béton à faible teneur en carbone, en mettant particulièrement l'accent sur l'étude des conceptions fondées sur le rendement;
- mettre à jour le Devis directeur national (DDN) afin de reconnaître les solutions existantes en matière de ciment à faible teneur en carbone et continuer à utiliser le DDN pour contribuer à sensibiliser l'ensemble du marché aux innovations

dans le domaine du ciment et du béton et à susciter la confiance à leur égard, à mesure que de nouvelles normes sont approuvées;

- lancer une initiative coordonnée de perfectionnement professionnel pour les acheteurs, les concepteurs et les constructeurs des secteurs public et privé et soutenir la formation continue de la communauté de l'architecture, de l'ingénierie et de la construction afin de s'assurer que les dispositions existantes dans les codes, les normes et les spécifications sont pleinement utilisées et que les nouvelles dispositions relatives à la faible teneur en carbone sont bien communiquées et comprises.

Domaine prioritaire n° 2 : Favoriser l'innovation et la transition au sein de l'industrie

Favoriser l'innovation et la transition au sein de l'industrie tout au long de la chaîne de valeur du béton (la fabrication du ciment, la production de granulats, la fabrication du béton, les procédés de construction, y compris le captage, l'utilisation et la minéralisation du carbone, la fin de vie/le recyclage et le stockage du carbone).

Le secteur du ciment et du béton doit relever des défis pour atteindre l'objectif de la carboneutralité, et la décarbonisation devra se faire tout au long de la chaîne de valeur du béton.

Le gouvernement du Canada fait déjà des investissements importants pour stimuler l'innovation et la décarbonisation de l'industrie. Par exemple, depuis 2017, 5,2 milliards de dollars ont été investis dans le [Fonds stratégique pour l'innovation \(FSI\)](#), un programme qui soutient des projets transformateurs à grande échelle qui favorisent la compétitivité à long terme des industries canadiennes, la croissance propre et l'avancement de l'avantage technologique stratégique du Canada. L'un des domaines prioritaires du FSI est l'Accélérateur net zéro (ANZ), une initiative de plusieurs milliards de dollars qui finance des projets visant à décarboniser l'industrie lourde, à soutenir les technologies propres et à accélérer la réduction des émissions de gaz à effet de serre au niveau national d'ici à 2030, tout en créant des voies vers la carboneutralité d'ici à 2050. Le FSI a également mis sur pied récemment une [équipe responsable de la décarbonisation industrielle](#) (ERDI) pour faciliter et soutenir le développement et le financement de projets transformateurs dans les secteurs industriels du Canada. L'ERDI vise à aider le Canada à atteindre ses objectifs de réduction des émissions pour 2030 et 2050, tout en construisant une économie plus compétitive et à faible émission de carbone pour le Canada.

Toutefois, des mesures supplémentaires sont nécessaires pour ***favoriser l'innovation et la transition tout au long de la chaîne de valeur***. Plus précisément, l'industrie et le gouvernement vont :

- travailler avec les intervenants nationaux et internationaux pour déterminer et soutenir les activités de R-D et de déploiement, et favoriser les collaborations avec le milieu universitaire afin de s'assurer que le Canada maintient son leadership mondial en matière de solutions de ciment et de béton à faible teneur en carbone;
- évaluer les lacunes et les implications pour les futurs secteurs du ciment et du béton circulaires et carboneutres du Canada, étant donné que certaines solutions existantes reposent sur des sous-produits industriels qui seront moins disponibles au fil du temps alors que la demande du secteur continue d'augmenter;
- cerner et développer de nouvelles solutions technologiques pour réduire l'intensité des émissions de carbone de l'industrie du béton, y compris l'utilisation de nouveaux MCS et adjuvants, ainsi que la production de ciment à faible teneur en carbone;
- promouvoir l'acquisition de technologies éprouvées et nouvelles sur le marché dans le cadre de projets de démonstration dans des infrastructures à faible risque;
- promouvoir l'utilisation de normes volontaires comme mécanisme de promotion de l'innovation dans le secteur de la construction.

Domaine prioritaire n° 3 : Positionner le Canada comme un chef de file mondial

Positionner l'industrie canadienne du béton comme un chef de file mondial dans le secteur des matériaux de construction à faible teneur en carbone en recherchant de nouvelles possibilités d'exportation, en collaborant à l'international et en défendant les tendances politiques émergentes.

Les marchés mondiaux accordent de plus en plus la priorité aux objectifs de carboneutralité et aux investissements importants réalisés par d'autres pays pour mettre en place des infrastructures nouvelles et rénovées qui soutiennent les objectifs climatiques. Il s'agit d'une occasion importante pour le Canada de tirer parti de son expertise dans la production de béton à faible teneur en carbone et d'exploiter de nouvelles possibilités d'exportation.

Si le béton lui-même est rarement exporté, les produits à base de ciment font l'objet d'un commerce international considérable. Environ 40 % des produits à base de ciment

fabriqués au Canada sont exportés aux États-Unis. Actuellement, seules des quantités minimales sont exportées vers les marchés non américains. Cependant, à mesure que la nécessité de la carboneutralité dans le monde prend racine sur les marchés internationaux, la demande de ciment à faible teneur en carbone et de systèmes et technologies liés au béton représente un marché potentiellement important pour les entreprises canadiennes.

Pour réussir à positionner le Canada comme un chef de file mondial dans le secteur des matériaux de construction à faible teneur en carbone, il sera important d'entreprendre deux tâches. Tout d'abord, déterminer les marchés internationaux prioritaires pour les produits, systèmes et technologies de béton de ciment à faible teneur en carbone, puis élaborer une stratégie globale de développement des marchés pour soutenir avec succès les exportateurs canadiens sur les marchés clés.

La recherche de possibilités à l'international nécessitera également de prêter attention à une variété d'instruments de politique commerciale émergents qui pourraient être de plus en plus utilisés à mesure que les pays envisagent des mesures destinées à respecter leurs engagements internationaux en matière de climat et d'autres objectifs. Ces mesures varieront grandement d'un bout à l'autre du monde, tant en termes d'approche que de rapidité de mise en œuvre, et il sera important de veiller à ce que les exportateurs canadiens puissent continuer à accéder aux marchés internationaux en tenant compte de ces mesures.

L'Union européenne (UE) a récemment franchi une étape importante dans la mise en place d'un mécanisme d'ajustement à la frontière pour le carbone (MAFC) destiné à enrayer les fuites de carbone provenant de pays qui n'ont pas de tarif sur le carbone. Elle a publié une proposition législative qui entraînerait l'application d'un tarif sur le carbone pour les importations de biens à forte intensité de carbone tels que le fer et l'acier, le ciment, les engrais, l'aluminium et l'électricité¹⁰ dans le cadre du Pacte vert pour l'Europe. Après l'annonce de l'UE, d'autres pays comme les États-Unis et le Canada envisagent également des régimes similaires. Une coordination internationale sera nécessaire pour le développement des régimes de MAFC, y compris l'établissement d'une base de référence pour des données et des méthodologies fiables permettant de comptabiliser les émissions contenues dans les produits commercialisés soumis à ces mesures, y compris le ciment. Cela dit, le développement de MAFC offre des avantages potentiels aux fabricants de ciment et de béton du Canada, qui se tournent vers des produits à faible teneur en carbone. En soutenant la croissance de l'industrie du béton à faible teneur en carbone au Canada, on devrait la protéger contre la mise en place de MAFC sur les marchés nationaux et étrangers.

¹⁰Tim Gore, « [The proposal for a Carbon Border Adjustment Mechanism fails the ambition and equity tests](#) », *The EU's Fit-for-55 package: The European Green Deal's fitness test* (Bruxelles, Belgique : Heinrich-Böll-Stiftung, septembre 2021).

En outre, la montée du protectionnisme sur des marchés clés tels que les États-Unis, qui se manifeste par le programme Buy America, témoigne de l'engagement des États-Unis en faveur d'une politique d'investissement « l'Amérique d'abord » dans leurs infrastructures nationales. Bien que le ciment soit actuellement exempté du programme Buy America, une surveillance et un plaidoyer continus seront nécessaires pour préserver l'accès au marché américain.

Les États-Unis dépendent généralement d'une grande quantité de ciment canadien. Ils importent plus de 16 millions de tonnes de ciment de partout dans le monde par an, dont près de 6 millions de tonnes (soit 35 %) en provenance du Canada. En 2021, les gouvernements du Canada et des États-Unis ont annoncé l'élaboration de stratégies favorisant l'achat de produits propres. L'alignement de ces approches pourrait aider à pénétrer davantage le marché américain et à défendre ce que le Canada exporte déjà.

Afin de **positionner le Canada comme un chef de file mondial dans le secteur des matériaux de construction à faible teneur en carbone**, l'industrie et le gouvernement travailleront avec les principaux partenaires commerciaux pour :

- déterminer les marchés internationaux prioritaires pour les produits, systèmes et technologies de ciment et de béton à faible teneur en carbone;
- travailler à l'évaluation coordonnée des technologies clés, telles que le CUSC, et des combustibles à faible teneur en carbone;
- assurer l'alignement des méthodologies de comptabilisation du carbone et des procédures de vérification rigoureuses et transparentes;
- poursuivre les synergies canado-américaines pour l'achat de produits propres;
- cerner les possibilités de collaboration internationale dans le développement des MAFC.

Politiques habilitantes

Le gouvernement du Canada joue également un rôle essentiel dans la création de conditions favorables pour encourager et catalyser la décarbonisation de grands secteurs industriels, comme le ciment et le béton, et stimuler l'investissement privé dans les technologies propres. Le gouvernement du Canada a un rôle important à jouer dans la réglementation des entreprises du secteur privé qui opèrent à l'intérieur de ses frontières.

Par exemple, les codes, les normes et la politique d'approvisionnement sont sans doute les leviers fédéraux les plus importants pour encourager et favoriser les conditions propices à la décarbonisation dans l'industrie. Grâce à ces outils, le gouvernement du Canada a la capacité de créer les conditions commerciales et réglementaires nécessaires pour que le marché du béton s'adapte rapidement à la carboneutralité, tout en se rapprochant des objectifs de réduction des émissions de GES du Canada pour 2030 et 2050.

Le gouvernement du Canada prend des mesures importantes pour faire de l'atténuation des changements climatiques et de l'adaptation et de la résilience à ceux-ci des considérations essentielles dans l'élaboration du système canadien de codes et de normes pour la construction et les matériaux de construction. L'avancement de ces travaux permettra à l'industrie de commercialiser des solutions à faible émission de carbone et permettra (ou exigera) que les concepteurs de projets intègrent l'adaptation et la résilience aux changements climatiques dans les projets d'infrastructure.

L'utilisation des codes et des normes parallèlement à d'autres leviers politiques, y compris les critères d'admissibilité des programmes de financement fédéraux et la politique d'approvisionnement, peut fournir à l'industrie des certitudes sur la vision fédérale de la carboneutralité du secteur de la construction. Cela favorise la transformation en des marchés à faibles émissions de carbone.

D'autres politiques habilitantes clés comprennent le renforcement de la certitude quant à la tarification du carbone. Actuellement, le prix fédéral du carbone au Canada est fixé à 50 dollars par tonne d'éq. CO₂ et s'applique dans toutes les provinces et tous les territoires utilisant le filet de sécurité fédéral. Le prix fédéral du carbone augmentera progressivement pour atteindre 170 dollars en 2030. Conformément à l'engagement pris dans le cadre du *Plan de réduction des émissions pour 2030*, afin d'accroître la certitude à long terme et soutenir l'adoption de technologies à émissions quasi nulles ou nettes avant 2030, le gouvernement du Canada envisagera certaines mesures qui contribueront à renforcer la confiance dans le prix futur de la pollution par le carbone.

Le gouvernement du Canada étudie également les mécanismes d'ajustement à la frontière pour le carbone en tant qu'outil politique potentiel qui pourrait compléter la tarification nationale de la pollution par le carbone afin de permettre une plus grande ambition et une plus grande rigueur. Une telle politique peut soutenir une tarification déterminée de la pollution par le carbone en uniformisant les règles du jeu entre les producteurs nationaux et leurs concurrents internationaux.

En outre, des approches d'investissement telles que les contrats relatifs au carbone fondés sur les différences pourraient être utilisées, inscrivant les prix futurs dans des contrats entre le gouvernement et les investisseurs de projets à faible émission de carbone, et réduisant ainsi le risque des investissements à faible émission de carbone du secteur privé. Selon le *Plan de réduction des émissions*, la tarification du carbone et les contrats relatifs au carbone fondés sur les différences sont des mécanismes importants pour réduire les risques liés aux réductions d'émissions dans l'industrie du ciment et du béton.

Il existe également des politiques à plus petite échelle que le gouvernement du Canada pourrait mettre en place pour aider à catalyser d'autres réductions d'émissions dans l'industrie nationale du ciment et du béton. Par exemple, le gouvernement pourrait envisager de rendre obligatoire l'utilisation de véhicules lourds carboneutres (la

carboneutralité étant obtenue par l'électrification, l'hydrogène ou d'autres technologies) pour le transport des produits de béton et de ciment.

Plan d'action à l'horizon 2050

Déploiement des technologies :

En s'appuyant sur les mesures cernées dans le Plan d'action à l'horizon 2030, l'atteinte de la carboneutralité d'ici 2050 dépendra de l'adoption d'un certain nombre de technologies clés dans le secteur, notamment les technologies de CUSC. Seul un tiers environ des émissions dues à la fabrication du ciment résulte de la combustion de combustibles fossiles. Les deux tiers restants (plus de 60 %) sont presque entièrement des émissions des procédés qui résultent de la transformation du calcaire, principal minéral utilisé dans la fabrication du ciment, en chaux sous l'effet des températures élevées du four à ciment. Si les émissions dues à la combustion peuvent être gérées en changeant de combustible et en réalisant des gains d'efficacité, sans CUSC, les émissions des procédés de fabrication du ciment sont effectivement irréductibles.

« Le déploiement de technologies de captage du carbone à grande échelle pendant la fabrication du ciment pourrait éliminer totalement les émissions des procédés et potentiellement aboutir à la livraison future d'un béton carboné négatif pour notre monde. »

*Global Cement and Concrete Association,
2021*

Il existe d'autres options technologiques plus petites et moins coûteuses pour le ciment, notamment de nouveaux échangeurs de chaleur et des solutions numériques pour l'efficacité énergétique, qui permettent de réduire progressivement les émissions. Cependant, il n'existe aucune technologie connue, à grande échelle ou émergente, qui permette de s'attaquer entièrement aux émissions de CO₂ à leur point de production, à l'exception du CUSC. Le Canada est déjà un chef de file mondial en matière d'expertise, de technologies et d'infrastructures pour le CUSC. D'ici 2030, le Canada aura jeté les bases d'un déploiement à plus grande échelle des technologies de CUSC, y compris une capacité et une analyse de rentabilisation améliorées, des soutiens réglementaires et fiscaux gouvernementaux, et un écosystème plus vaste d'infrastructures liées au CUSC, y compris des centres de transport de CO₂. Toutefois, pour réaliser notre objectif de carboneutralité d'ici 2050, le déploiement à grande échelle des technologies de captage du carbone est essentiel.

Le gouvernement du Canada et l'industrie canadienne du ciment et du béton reconnaissent le rôle essentiel que joue le CUSC dans la décarbonisation des secteurs industriels du Canada. Notamment, le plan [Un environnement sain et une économie saine : Le Plan climatique renforcé du Canada pour créer des emplois et soutenir la population, les communautés et la planète \(2020\)](#) a désigné le CUSC comme une technologie prioritaire pour aider à atteindre nos objectifs climatiques nationaux. Le plan a également souligné la nécessité de réduire les coûts des technologies de CUSC avant qu'elles puissent être pleinement commercialisées. Pour relever ce défi, le

gouvernement du Canada a entrepris un certain nombre d'initiatives pour soutenir le CUSC. Cela comprend la création de l'initiative Accélérateur net zéro du Fonds stratégique pour l'innovation (ANZ-FSI), ainsi que des investissements continus dans la R-D et les démonstrations pour faire progresser la viabilité commerciale des technologies de CUSC.

Plus récemment, le Plan de réduction des émissions pour 2030 a également annoncé un engagement à développer une stratégie de CUSC complète pour guider le développement et le déploiement des technologies de CUSC afin d'atténuer les émissions de GES d'une série de secteurs industriels au Canada, y compris le ciment.

En outre, le budget de 2022 a introduit un crédit d'impôt à l'investissement pour encourager la prolifération des technologies de CUSC afin de réduire les émissions dans les secteurs à fortes émissions, notamment le ciment. À partir de 2022, le crédit d'impôt à l'investissement sera disponible pour les projets de CUSC dans la mesure où ils stockent de façon permanente le CO₂ capté par le biais d'une utilisation admissible. Les utilisations admissibles du CO₂ comprennent le stockage géologique dédié et le stockage du CO₂ dans le béton; c'est un point important à souligner, car cela signifie que les entreprises canadiennes qui travaillent dans le stockage du carbone dans le béton sont également soutenues par ce crédit d'impôt.

Le béton peut faire partie de la stratégie de décarbonisation de toutes les industries, étant donné son potentiel de stockage du CO₂. L'utilisation de granulats de carbonate synthétique, l'injection de CO₂ et la cure au CO₂ pourraient transformer les 400 millions de tonnes de béton utilisées au Canada au cours des cinq prochaines années en un réservoir permettant de stocker près de 200 millions de tonnes de CO₂ provenant de toutes les industries.

Parallèlement à la publication de la stratégie du Canada pour le CUSC, le crédit d'impôt à l'investissement est un outil fédéral majeur pour aider à guider et à soutenir le déploiement à grande échelle des technologies de CUSC dans les nombreux secteurs industriels du Canada, y compris le ciment et le béton. Cela aidera le Canada à atteindre ses objectifs pour 2050.

Le gouvernement et l'industrie s'attendent à ce que les technologies de CUSC continuent d'être déployées à grande échelle afin d'éliminer pratiquement toutes les émissions des procédés de fabrication du ciment. Toutefois, outre le déploiement continu des technologies de CUSC, il existe un certain nombre d'autres options technologiques commerciales à plus petite échelle ou bientôt prêtes (d'ici 2030) qui devraient contribuer à la décarbonisation du secteur du ciment et du béton.

Au-delà de 2030, certaines solutions existantes à faible intensité de carbone continueront d'être adoptées par l'industrie. Par exemple, on s'attend à ce que la substitution du clinker augmente, ce qui réduira les émissions du processus de fabrication du ciment. Bien que l'industrie connaîtra une diminution rapide de l'approvisionnement en cendres volantes et en laitier, en raison de changements plus

larges dans le domaine de l'énergie, la disponibilité d'autres matériaux tels que le calcaire broyé et l'argile calcinée augmentera.

Il sera également possible d'utiliser davantage les combustibles de substitution pour réduire les émissions de CO₂ du secteur. Pour ce faire, l'industrie devra aller au-delà du gaz naturel en tant que combustible de substitution et rechercher des sources *plus faibles* en carbone, telles que la biomasse cultivée à des fins spécifiques. Il est également possible que les alternatives au clinker de ciment Portland puissent jouer un rôle dans la décarbonisation, mais nous reconnaissons la contribution comparativement minime aux réductions d'émissions.

Enfin, de nouvelles technologies telles que l'hydrogène et l'électrification des fours pourraient contribuer à alimenter la production de ciment et de béton au-delà de 2040. Toutefois, la recherche et le développement doivent être poursuivis afin de permettre l'adoption commerciale de ces technologies. En fin de compte, parallèlement au déploiement à grande échelle du CUSC, ces options technologiques commerciales à plus petite échelle ou bientôt prêtes seront en mesure de fournir un béton carboné négatif d'ici 2050.

Du côté fédéral, d'autres développements majeurs pour stimuler la décarbonisation industrielle comprennent l'annonce dans le budget de 2022 de l'établissement d'un Fonds de croissance du Canada pour attirer des investissements substantiels du secteur privé afin d'aider à atteindre les objectifs importants de la politique économique nationale. Cela comprend les objectifs suivants :

- réduire les émissions et contribuer à l'atteinte des objectifs climatiques du Canada;
- diversifier l'économie canadienne et renforcer les exportations en investissant dans la croissance des industries à faibles émissions de carbone et des nouvelles technologies dans différents secteurs, autant traditionnels que nouveaux, de la base industrielle du Canada;
- soutenir la restructuration des chaînes d'approvisionnement essentielles dans des domaines importants pour la prospérité future du Canada.

Le budget de 2022 a également annoncé l'intention d'accroître l'impact de la Banque de l'infrastructure du Canada (BIC) en élargissant son rôle pour lui permettre d'investir dans des projets d'infrastructure dirigés par le secteur privé qui accéléreront la transition du Canada vers une économie à faible émission de carbone. Cela permettra à la BIC d'investir dans le CUSC, la production de combustible propre et la production d'hydrogène, entre autres.

Collaborations, recherche et développement :

L'évolution vers un ciment et un béton carboneutres d'ici 2050 nécessitera également des efforts supplémentaires en matière de R-D et de collaboration entre experts. Dans un premier temps, l'industrie et le gouvernement fédéral poursuivront leur partenariat

afin de promouvoir les consortiums de recherche pour valider et optimiser les nouvelles technologies prometteuses. Cela comprend l'étude de nouveaux matériaux et de nouvelles matières premières, l'exploration de nouveaux processus d'activation pour les matériaux cimentaires qui ne sont pas à base de calcaire, et la recherche de nouvelles compositions chimiques pour le ciment.

D'autres travaux de recherche et développement sont également nécessaires pour les nouvelles technologies qui sont encore au stade d'essai, mais qui pourraient être commercialement viables d'ici 2050. Il s'agit notamment d'assurer la transition des grandes installations vers des sources d'énergie à faibles émissions telles que les combustibles biogènes, l'hydrogène propre et l'électricité.

D'autres domaines de R-D futurs pourraient inclure :

- l'exploration de la résilience climatique à long terme des infrastructures construites à l'aide de technologies et de matériaux traditionnels et nouveaux;
- l'étude géologique des résidus miniers et d'autres matériaux utilisés comme matières premières dans les industries du ciment et du béton.

Conclusion

La décarbonisation du secteur du ciment et du béton au Canada est une priorité. Bien qu'il s'agisse d'un défi complexe et à multiples facettes, il offre également à l'industrie canadienne d'importantes possibilités, tant au pays qu'à l'étranger. Cette feuille de route trace la voie vers un béton carboneutre d'ici 2050, en présentant une série de mesures et d'actions limitées dans le temps que l'industrie et le gouvernement doivent prendre pour soutenir la décarbonisation rapide du secteur. Les actions proposées dans cette feuille de route s'inscrivent dans trois grands thèmes : (1) favoriser le développement du marché canadien; (2) favoriser l'innovation et la transition au sein de l'industrie; et (3) positionner l'industrie canadienne comme un chef de file mondial.

Cette feuille de route a été élaborée en reconnaissance du fait que la décarbonisation de l'industrie du ciment et du béton exige un effort continu qui nécessite une action forte et soutenue, et un partenariat continu entre l'industrie et le gouvernement. En reconnaissance de cela, la feuille de route comprend une structure de gouvernance et de suivi rigoureuse pour assurer la progression et la mise en œuvre continues des actions proposées.

Le Canada dispose des outils et des conditions nécessaires pour devenir un producteur et un exportateur de premier plan de produits et de systèmes de ciment et de béton à faible émission de carbone, ainsi que de technologies et de services propres connexes, grâce à son environnement réglementaire moderne, à ses avantages en matière d'électricité propre et à sa série d'innovations commerciales à faible émission de carbone. En fin de compte, l'adoption accrue du ciment et du béton à faible teneur en carbone renforcera l'engagement du gouvernement du Canada en faveur d'une croissance propre et entraînera des avantages pour tous les Canadiens sur le plan financier, environnemental et de la santé.

Glossaire

Adjuvant : Désigne un additif chimique dans le béton qui est utilisé pour modifier les propriétés du béton dans son état fraîchement mélangé, sa prise ou son durcissement.

Captage, utilisation et stockage du carbone (CUSC) : Désigne un processus qui permet de capter les émissions de dioxyde de carbone et de les réutiliser ou de les stocker afin qu'elles ne se retrouvent pas dans l'atmosphère.

Carbone intrinsèque : Désigne le dioxyde de carbone émis et capturé lors de la fabrication, du transport et de la construction des matériaux de construction, ainsi que les émissions en fin de vie.

Carboneutralité : Fait référence au fait que toutes les émissions de gaz à effet de serre sont compensées à parts égales par les émissions évitées.

Clinker : Désigne un matériau nodulaire produit à l'étape de cuisson pendant la fabrication du ciment. Le clinker est l'ingrédient actif du ciment lorsqu'il est broyé avec d'autres matériaux.

Combustibles biogènes : Désigne des matériaux organiques combustibles produites par des organismes vivants, mais non fossilisée ou issue de ressources fossiles.

Déclarations environnementales de produits (DEP) : Désigne un document vérifié et enregistré de manière indépendante qui communique des informations transparentes et comparables sur l'impact environnemental du cycle de vie d'un produit.

Économie circulaire : Désigne la conservation et la récupération de la plus grande valeur possible des ressources par la réutilisation, la réparation, la remise à neuf, le réusinage, la réaffectation ou le recyclage des produits et des matériaux.

Émissions des procédés : Désigne les émissions provenant de procédés industriels impliquant des transformations chimiques ou physiques autres que la combustion de combustibles.

Fuite de carbone : Il s'agit de la situation qui pourrait se produire si, en raison des coûts liés aux politiques climatiques, les entreprises transféraient leur production dans d'autres pays où les contraintes en matière d'émissions sont plus souples. Cette situation entraîne une « fuite » des émissions de carbone d'un pays à l'autre et, potentiellement, une augmentation nette des émissions mondiales.

Liant : Désigne un matériau qui lie tous les matériaux du béton entre eux. Exemple incluent le ciment, les cendres volantes, les fines de calcaire, etc.

Matériaux cimentaires : Désigne l'un des principaux ingrédients qui composent le mélange de béton. Il existe deux types de matériaux cimentaires : le ciment hydraulique et les matériaux cimentaires supplémentaires (MCS).

Matériaux cimentaires supplémentaires (MCS) : Désigne les matériaux qui, lorsqu'ils sont utilisés en conjonction avec du ciment Portland, du ciment Portland calcaire ou des ciments mélangés, contribuent aux propriétés du béton durci par une activité hydraulique et/ou pouzzolanique.

Mécanismes d'ajustement à la frontière pour le carbone (MAFC) : Désigne une politique qui vise à réduire le risque de fuite de carbone en appliquant un prix du carbone aux importations de certains biens.

Pouzzolane : Désigne un matériau siliceux et alumineux qui, en présence d'humidité, réagit chimiquement avec l'hydroxyde de calcium pour former des composés possédant des propriétés cimentaires. Les exemples incluent les argiles kaoliniques calcinées, les cendres volantes, les cendres volcaniques et les fumées de silice.

Surconception : Désigne l'augmentation de la quantité de ciment dans le béton au lieu de la concevoir en fonction des besoins propres au projet de construction et de réduire la surproduction et les émissions inutiles.

Zéro émission carbone : Désigne une situation où la somme totale de toutes les émissions de gaz à effet de serre (GES) liées à un actif ou à un produit, qu'elles soient opérationnelles ou intrinsèques, tout au long de son cycle de vie, y compris son élimination et les compensations, est égale à zéro.

Annexe 1 : Processus et participants

Un groupe de travail conjoint industrie-gouvernement a supervisé l'élaboration de la feuille de route. Dirigé par l'Association canadienne du ciment et Innovation, Sciences et Développement économique Canada, ce groupe de travail était composé de plusieurs ministères et organismes fédéraux clés, de dirigeants de l'industrie et d'organisations environnementales et autochtones.

Les organisations participantes comprenaient des membres du gouvernement, du secteur du ciment et du béton, du secteur de la technologie et de l'énergie, ainsi que des institutions environnementales :

Gouvernement

- Innovation, Sciences et Développement économique Canada
- Conseil national de recherches du Canada
- Conseil canadien des normes
- Infrastructure Canada
- Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada
- Environnement et Changement climatique Canada
- Ressources naturelles Canada

Secteur du ciment et du béton

- Association canadienne du ciment
- Ciment Ash Grove (une société de CRH)
- Institut canadien du béton préfabriqué et précontraint
- Concrete Ontario (Ready Mixed Concrete Association of Ontario)
- Lafarge Canada
- Lehigh Hanson, Groupe Heidelberg Cement
- St. Marys Cement, Votorantim Cimentos

Secteur de la technologie et de l'énergie

- Blue Planet Systems
- Carbon Upcycling Technologies
- CarbonCure
- Pond Technologies
- Solidia Technologies
- Svante

Institutions environnementales

- Conseil du bâtiment durable du Canada
- Clean Energy Canada

En outre, 6 comités techniques composés d'experts de l'industrie et du gouvernement ont été créés pour aider à déterminer les actions clés requises par les partenaires de l'industrie et du gouvernement et à déterminer leur ordre de priorité pour créer la feuille de route. Il s'agissait notamment de comités techniques sur les sujets suivants :

1. développer les connaissances et les possibilités pour les produits à faible teneur en carbone;
2. renforcer la chaîne d'approvisionnement à faibles émissions du Canada;
3. soutenir le développement du marché mondial et national;
4. stimuler l'innovation en établissant des codes et des normes;
5. soutenir la recherche et l'innovation au Canada;
6. cerner des projets pilotes stratégiques.

En plus de ces consultations du groupe de travail et des comités techniques, le secrétariat a organisé un sommet à la fin novembre 2021. Il a réuni des experts techniques et des innovateurs pour discuter des possibilités offertes aux producteurs de ciment canadiens dans l'économie à faible émission de carbone, ainsi que des obstacles à l'adoption de produits et de systèmes à faible émission de carbone liés à la réglementation et à l'approvisionnement. Les thèmes communs suivants ont été entendus par toutes les parties prenantes à ce forum :

- l'importance du CUSC dans la réduction des émissions de carbone;
- la nécessité pour les décideurs politiques et les investisseurs de diriger le changement;
- la nécessité d'éduquer tous les acteurs de la chaîne d'approvisionnement pour soutenir les changements et accroître la confiance sur le terrain pour l'application de solutions plus écologiques;
- l'importance de trouver des solutions pour mettre rapidement les nouvelles technologies au point et d'apporter ces changements aux niveaux national, provincial et municipal;
- le fait que l'approvisionnement sera un élément majeur pour atteindre les objectifs de réduction et que le gouvernement fédéral doit gérer l'approvisionnement tout en exerçant une pression sur le secteur privé.

Annexe 2 : Surveillance, gouvernance et production de rapports

Introduction

Le gouvernement et l'industrie reconnaissent l'importance de la responsabilisation à l'égard des activités énoncées dans ce plan d'action conjoint. La surveillance continue et la présentation de rapports au ministre de l'Innovation, des Sciences et de l'Industrie et aux intervenants seront une priorité à mesure que nous progressons collectivement vers notre objectif de carboneutralité d'ici 2050.

L'annonce conjointe du gouvernement du Canada et de l'Association canadienne du ciment, en mai 2021, a souligné les résultats prioritaires de l'établissement du plan d'action pour la production de béton neutre en carbone. Ces résultats comprennent la présentation de rapports réguliers aux Canadiens sur les progrès réalisés par rapport aux principaux jalons, en plus d'un rapport annuel sur les réductions des émissions de GES.

Résultats

- Diriger le développement des actions décrites dans la feuille de route;
- Assurer la mise en œuvre en temps voulu des actions développées;
- Élaborer un document annuel destiné au public afin de rendre compte des résultats obtenus, notamment en ce qui concerne la réduction des émissions de GES.

Comité directeur

Un comité directeur sera formé de membres volontaires et sera composé de deux coprésidents ainsi que de représentants de l'industrie et du gouvernement. Ce comité principal se réunira 4 fois par an et entendra les comités de mise en œuvre à chaque réunion afin de suivre les progrès, de fournir une orientation fondée sur le consensus et d'orienter le calendrier des actions.

Le comité directeur sera soutenu par un secrétariat chargé d'établir les ordres du jour, de diffuser les documents, de recueillir et de produire les rapports pour les séances d'information internes et les rapports destinés au public.

Comités de mise en œuvre

Des comités de mise en œuvre seront établis sur la base des principaux domaines d'action décrits dans la feuille de route. Ils se réuniront tous les deux mois ou tous les mois et rendront compte au comité directeur. Les membres volontaires seront des représentants de l'industrie et du gouvernement et comprendront des personnes compétentes pour développer et mettre en œuvre les actions cernées dans la feuille de

route dans chaque domaine d'action. Chaque comité de mise en œuvre sera soutenu par un secrétariat chargé d'établir les ordres du jour, de rédiger les documents et d'assurer la liaison avec les secrétariats des autres comités.

Production de rapports

Le comité directeur publiera un rapport annuel destiné au public qui évaluera l'état d'avancement de la mise en œuvre de la feuille de route par rapport aux résultats escomptés. Afin de réduire la charge liée à la production de rapports, le secrétariat travaillera avec d'autres exigences horizontales en matière de rapports afin d'assurer l'alignement de la présentation des résultats.

Annexe 3 : Détails du plan d'action

Favoriser le développement du marché canadien

Créer les conditions commerciales et réglementaires nécessaires pour que le marché du béton s'adapte rapidement à une économie carboneutre et circulaire tout en se rapprochant des objectifs de réduction des GES du Canada pour 2030 et 2050.

1. Soutenir une stratégie en matière de R-D

- Cerner les nouvelles technologies de produits et de systèmes en béton à faible teneur en carbone prêtes à être démontrées dans le cadre de projets pilotes et tirer parti d'une stratégie favorisant l'achat de produits propres pour mettre à l'essai ces technologies.
- Publier des orientations et des études de cas examinées par des pairs sur la stratégie favorisant l'achat de produits propres et d'autres projets qui ont utilisé du béton à faible teneur en carbone et mettre en évidence les obstacles existants à l'adoption de produits et de systèmes à faible teneur en carbone, et établir la nécessité de solutions pour supprimer ces obstacles.
- Réaliser une étude pour répertorier et décrire les modèles canadiens et non canadiens de pratiques exemplaires en matière de R-D et d'innovation dans divers secteurs afin de déterminer l'approche collaborative la plus efficace pour les industries canadiennes du ciment et du béton et le gouvernement. Réaliser une évaluation des thèmes communs et des lacunes dans les feuilles de route existantes en matière de décarbonisation du ciment et du béton.
- Élaborer des critères de sélection pondérés pour classer par ordre de priorité les sujets de R-D et les projets de validation de principe du point de vue de l'environnement, du Canada et de l'industrie de la construction.
- Élaborer des mesures pour soutenir, cibler et permettre les activités de R-D collaboratives afin d'aider l'industrie à mettre au point du béton à faible teneur en carbone et carboneutre d'ici 2050.

2. Faire progresser des politiques d'approvisionnement écologique

- Le gouvernement réduira l'impact environnemental des matériaux de construction structuraux comme suit :
 - en divulguant, d'ici 2022, la quantité de carbone intrinsèque dans les matériaux structuraux des grands projets de construction, basée sur l'intensité carbonique des matériaux ou sur une analyse du cycle de vie;
 - en réduisant de 30 %, à compter de 2025, le carbone intrinsèque dans les matériaux structurels des grands projets de construction en utilisant des matériaux recyclés et à faible teneur en carbone, l'efficacité des matériaux et les normes de conception axées sur le rendement;
 - en effectuant des évaluations complètes du cycle de vie des bâtiments (ou des biens) d'ici 2025 au plus tard pour les grands projets de construction et d'infrastructure.

- Mettre en place une nouvelle stratégie favorisant l'achat de produits propres pour soutenir et privilégier l'utilisation de produits à faible teneur en carbone fabriqués au Canada dans les projets d'infrastructure canadiens.
 - Élaborer et mettre en œuvre des normes et des mécanismes d'approvisionnement écologique pour favoriser l'achat de matériaux et les projets à faible émission de carbone. Mettre en œuvre cette approche pour les achats du gouvernement du Canada et explorer la possibilité d'appliquer des exigences en matière de rendement et d'établissement de rapports pour réduire l'empreinte carbone des matériaux structurels, y compris le béton, pour les projets d'infrastructure fédéraux.
 - S'engager avec les provinces et les territoires à promouvoir le développement de politiques et d'approches sous-fédérales favorisant l'achat de produits propres pour l'utilisation de béton et d'autres matériaux structurels à faible teneur en carbone.
 - Réaliser des analyses intégrées du cycle de vie (ACV) des bâtiments (ou des biens) d'ici 2025 au plus tard pour les grands projets de construction et d'infrastructure.
3. Élaborer des outils de l'analyse du cycle de vie (ACV)
- Développer des normes nationales et de l'industrie pour la mesure et l'utilisation du béton à faible teneur en carbone, en s'appuyant sur la mise en œuvre de l'initiative de recherche du plateforme de la CRNC.
 - Évaluer le potentiel d'harmonisation des rapports sur le cycle de vie de l'ACV.
 - Transposer les orientations de l'ACV en normes nationales.
 - Soutenir l'industrie pour qu'elle utilise les analyses intégrées du cycle de vie (ACV) des bâtiments et la conception basée sur le rendement pour réaliser des projets à faible émission de carbone.
4. Améliorer les données sur le carbone intrinsèque et analyse comparative
- Terminer le financement, la collecte et l'analyse des données d'inventaire du cycle de vie régionalisées pour le ciment et le béton canadiens et établir des bases de référence régionalisées pour l'intensité des émissions de carbone du ciment et du béton.
 - Créer une base de données nationale d'ACV/ICV pour les matériaux de construction afin de conserver les données de l'ICV et travailler avec l'industrie pour permettre aux outils d'ACV de se connecter à la base de données.
 - Mettre à la disposition de l'industrie des données et des critères de référence sur l'empreinte carbone afin de développer des DEP spécifiques à chaque région pour soutenir les achats et la conception à faible émission de carbone.
 - Publier des conseils sur le rendement et la disponibilité des produits et systèmes en béton à faible teneur en carbone dans toutes les régions.
5. Accélérer les cycles d'élaboration des codes et des normes
- Inclure des pratiques de conception fondées sur le rendement dans les normes relatives au ciment et au béton.

- Réviser le DDN pour qu'il devienne un véhicule pour l'innovation et l'adoption d'approches à faible émission de carbone basées sur le rendement qui utilisent le ciment et le béton.
- Élaborer des dispositions pour les émissions de carbone qui pourraient être incluses dans les codes modèles nationaux.
- Travailler à l'accélération des cycles d'élaboration des normes et à leur référence dans les codes afin de garantir un déploiement plus rapide des ciments et bétons à faible teneur en carbone.
- Continuer à soutenir l'évolution des codes du bâtiment pour inclure des définitions plus larges du rendement.

6. Soutenir la formation et l'éducation

- Lancer une initiative coordonnée de perfectionnement professionnel pour les acheteurs, les concepteurs et les constructeurs des secteurs public et privé, axée sur l'accélération de l'acceptation par le marché de solutions de ciment et de béton à faible émission de carbone dont le rendement a été prouvé.
- Soutenir la formation continue de la communauté de l'AEC afin de s'assurer que les dispositions existantes dans les codes, les normes et les spécifications (p. ex. DDN) sont pleinement utilisées, et que les nouvelles dispositions relatives aux faibles émissions de carbone sont bien communiquées et comprises.
- Explorer les possibilités d'aider les municipalités et les communautés autochtones à accroître l'adoption de béton à faible teneur en carbone dans leurs projets d'infrastructure.

7. Mettre sur pied un groupe de travail conjoint industrie-gouvernement du Canada sur le développement du marché des produits à faible teneur en carbone afin de remplir les fonctions suivantes :

- cerner les projets stratégiques et les projets phares à haute intensité de capital et donner la priorité aux projets de décarbonisation et aux besoins en capitaux connexes pour les investissements à court, moyen et long terme dans le ciment et le béton carboneutres, afin de soutenir l'objectif de carboneutralité du secteur du ciment et du béton et le potentiel de réduction de 15 Mt ou plus d'ici 2030.;
- déterminer les marchés internationaux prioritaires pour les produits, les systèmes et les technologies en béton à faible teneur en carbone, et rechercher des possibilités de diversification commerciale;
- veiller à l'intégration systémique de la représentation de l'industrie et la coordination avec les efforts du gouvernement du Canada dans le cadre d'initiatives telles que le United States' Green Procurement memorandum of understanding (Protocole d'entente sur l'approvisionnement écologique des États-Unis), la United Nations Industrial Deep Decarbonisation Initiative (Initiative de décarbonisation profonde de l'industrie des Nations Unies) et les mécanismes d'ajustement à la frontière pour le carbone;
- accroître l'alignement des codes et des normes avec les territoires exportateurs;

- assurer le suivi continu des feuilles de route et des stratégies internationales en lien avec le ciment et le béton;
- procéder à une évaluation coordonnée des principaux efforts de collaboration dans le domaine de la technologie, notamment ceux liés au développement des technologies de base pour le CUSC, des combustibles carboneutres et des infrastructures connexes;
- déterminer les voies d'influence pour mettre sur le marché des produits et systèmes à faible émission de carbone.

Favoriser l'innovation et la transition au sein de l'industrie

Favoriser l'innovation et la transition au sein de l'industrie tout au long de la chaîne de valeur du béton (la fabrication du ciment, la production de granulats, la fabrication du béton, les procédés de construction, y compris le captage, l'utilisation et la minéralisation du carbone, la fin de vie/le recyclage et le stockage du carbone).

1. Soutenir la collaboration entre l'industrie et le gouvernement sur les matériaux et systèmes à faible teneur en carbone.
2. Déterminer et soutenir les activités de R-D
 - Faire progresser et mettre en œuvre un programme de R-D axé sur le développement, la démonstration et la commercialisation de solutions de ciment et de béton à faible teneur en carbone.
 - Cerner les principaux obstacles (p. ex. codes et spécifications de construction) à l'utilisation du ciment Portland au calcaire, par région, et fournir une rétroaction directe.
3. Mettre en place un crédit d'impôt à l'investissement pour encourager et attirer les investissements en capital dans le développement des technologies de CUSC.
4. Lancer et mettre en œuvre une stratégie de CUSC pour le Canada, avec des actions fédérales qui soutiendront le déploiement du CUSC dans les industries, notamment dans l'industrie du ciment et du béton.
5. Mener une analyse des lacunes en matière de recherche de la chaîne d'approvisionnement canadienne en ciment et en béton à faible émission de carbone
 - Réaliser une étude sur les lacunes, les solutions et les implications pour la chaîne d'approvisionnement en ciment et en béton à faible émission de carbone et formuler des recommandations pour les actions futures.
 - Publier le rapport du Conseil national de recherches du Canada intitulé *Stratégies pour un béton à faible teneur en carbone : guide d'introduction pour les marchés publics fédéraux* pour aider les organisations à mieux comprendre les stratégies disponibles pour réduire le carbone intrinsèque dans le béton dans leurs projets de construction.

- Mener des recherches pour déterminer les facteurs limitant l'évolution vers une économie à faible émission de carbone (y compris la détermination des principaux obstacles et des possibilités pour les produits en ciment et en béton à faible émission de carbone, la conception et la construction à faible émission de carbone, et les innovations) et pour tracer la voie à suivre et mettre à jour les activités à mesure que les besoins du marché évoluent.
6. Promouvoir l'acquisition de technologies éprouvées et nouvelles sur le marché
 - Soutenir les innovations en matière de ciment et de béton à faible teneur en carbone nouvellement mises sur le marché par des essais, des normes et une certification.
 - Élaborer une spécification technique de transition pour intégrer les innovations à faible teneur en carbone dans les normes de l'industrie et faciliter la transition de la recherche vers une réalité commerciale, et faire de cette spécification technique une norme nationale du Canada.
 - Élaborer une orientation pour l'application d'une optique climatique à l'élaboration des normes de l'industrie.
 7. Cartographier et classer par ordre de priorité les principaux projets de décarbonisation à court, moyen et long terme dans la chaîne de valeur du ciment et du béton, y compris une évaluation des besoins en capitaux pour une adoption complète.
 8. Élaborer un contrat relatif au carbone fondé sur les différences afin d'inscrire les prix futurs dans des contrats entre le gouvernement et les investisseurs de projets à faible émission de carbone, réduisant ainsi le risque des investissements à faible émission de carbone du secteur privé.
 9. Mener des activités de sensibilisation proactives auprès de l'industrie pour faire connaître les programmes de soutien fédéraux existants (p. ex. Solutions innovatrices Canada, grappes d'innovation mondiales).
 10. Changer la mise à jour des révisions et des errata pour les codes nationaux en une mise à jour officielle afin de faciliter une adoption plus rapide par les provinces et les territoires, et de rendre les codes plus dynamiques.
 11. Transférer en temps utile les annexes facultatives pertinentes du langage normatif dans le corps principal des normes.

Positionner l'industrie canadienne comme un chef de file mondial

Positionner l'industrie canadienne du béton comme un chef de file mondial dans le secteur des matériaux de construction à faible teneur en carbone en recherchant de nouvelles possibilités d'exportation, en collaborant à l'international et en défendant les tendances politiques émergentes.

1. Créer une stratégie de développement du marché qui cerne les marchés internationaux prioritaires pour les produits, systèmes et technologies en béton à faible teneur en carbone.
2. Saisir les occasions de travailler avec les États-Unis et d'autres partenaires commerciaux, ainsi qu'avec des forums mondiaux, notamment la Conférence ministérielle sur l'énergie propre et la Global Cement and Concrete Association, à l'évaluation coordonnée de technologies clés telles que le CUSC et les combustibles à faible teneur en carbone, ainsi qu'à l'alignement des méthodes de comptabilisation du carbone et des procédures de vérification.
3. S'aligner avec les États-Unis et d'autres partenaires commerciaux sur la politique d'achat de produits propres, y compris l'alignement sur les données, les codes et les normes.

AEC = architecture, ingénierie et construction; CUSC = captage, utilisation et stockage du carbone; DEP = déclaration environnementale de produits; ACV = analyse du cycle de vie; SCACV = initiative Sobriété en carbone par l'analyse du cycle de vie; ICV = inventaire du cycle de vie; Mt = mégatonnes; DDN = devis directeur national; R-D = recherche et développement; RCD = recherche, conception et développement.