



# BÉTON ZÉRO

Plan d'action de l'industrie  
canadienne du ciment et du béton



Association  
Canadienne  
du Ciment



Association  
Canadienne  
du Ciment



# Table des matières

<b>Sommaire</b> .....	<b>3</b>
<b>Notre itinéraire vers le net-zéro</b> .....	<b>6</b>
<b>À propos de l'Association canadienne du ciment</b> .....	<b>7</b>
<b>Nos alliés et partenaires</b> .....	<b>8</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>9</b>
<b>L'industrie canadienne du ciment</b> .....	<b>12</b>
<b>Le béton : un matériau indispensable</b> .....	<b>14</b>
<b>Vers une chaîne de valeur du ciment et du béton nette-zéro</b> .....	<b>17</b>
Clinker.....	18
Ciment.....	21
Béton.....	23
Construction.....	26
Absorption du carbone.....	28
Mesures facilitantes.....	30
<b>Concrétiser le béton net-zéro</b> .....	<b>35</b>
<b>Appel à l'action</b> .....	<b>40</b>
<b>Glossaire</b> .....	<b>41</b>
<b>Annexe : Béton zéro en chiffres</b> .....	<b>43</b>

# Sommaire

L'Association canadienne du ciment est la voix de l'industrie canadienne du ciment.<sup>1</sup> Dans ce document, nous présentons les mesures que nous prendrons, de concert avec nos membres et nos partenaires du secteur du béton, pour aider le Canada à atteindre ses objectifs en matière de carboneutralité, tout en continuant à fabriquer du béton — un matériau polyvalent, durable, économique, résilient et indispensable.

*Béton zéro* fait état du chemin parcouru par notre industrie. Nous avons déjà entamé notre transition vers des combustibles et des ciments à faible teneur en carbone, et l'adoption de technologies propres. Nous avons également réduit l'empreinte carbone de matériaux à base de ciment, par exemple le béton prêt à l'emploi, le béton préfabriqué et le béton de maçonnerie, que ce soit dans la composition même des produits ou dans leurs procédés de fabrication. Enfin, l'industrie fait preuve d'une transparence exemplaire en matière de communication et de vérification de la réduction de son empreinte carbone.<sup>2</sup> Notre plan d'action oriente les mesures que nous allons prendre et définit notre rôle dans la recherche de solutions pour lutter contre les changements climatiques.

## Ce que net-zéro signifie pour nous

**Atteindre le net-zéro (ou zéro émission nette) représente notre engagement commun.**

Nous évaluons l'ensemble des activités et des produits de notre industrie, sur toute la durée du cycle de vie, pour déterminer les possibilités d'en réduire à zéro les émissions de carbone. Le captage, l'utilisation et le stockage du carbone font partie des moyens que nous nous donnons pour atteindre notre objectif, mais nous ne prenons pas en compte l'achat de droits d'émission de carbone ni la soustraction des émissions évitées du fait de l'utilisation de nos produits.

Le plan d'action utilise 2020 comme année de référence pour les données relatives à la production de ciment et aux émissions connexes, parce qu'il s'agit de l'année la plus récente pour laquelle nous disposons de données complètes au moment de notre modélisation. La production (et donc les émissions de carbone) varie d'une année à l'autre, ce qui est normal vu les conditions cycliques du marché. La mise en œuvre du plan d'action sera continue et nous ferons état de nos progrès au moins tous les cinq ans. Ainsi, nous pourrions rendre compte des variations annuelles et montrer clairement nos avancées par rapport aux objectifs. Toutes les cimenteries respectent les exigences réglementaires nationales de communication de l'information, et tous les producteurs de ciment gris transmettent volontairement leurs données de production et d'émissions à la base de données *Getting the Numbers Right* de la Global Cement and Concrete Association.

Nous sommes en bonne voie d'atteindre notre objectif de diminuer nos émissions de CO<sub>2</sub> de 40 % d'ici 2030, comme nous nous sommes engagés à le faire dans la [Feuille de route vers un béton à zéro émission carbone d'ici 2050](#). Ce plan d'action, né du partenariat entre l'industrie et le gouvernement du Canada, montre que nous pouvons réduire davantage nos émissions.

Pour le reste de cette décennie, nos mesures de décarbonation viseront à éliminer l'utilisation du charbon et du coke de pétrole comme sources de chaleur pour la production de clinker, tout en privilégiant les combustibles à faibles émissions de carbone et les combustibles de substitution, par exemple au moyen de la réutilisation des déchets, une approche plus propre que le recours aux combustibles fossiles vierges.

Parallèlement, nous réduirons le volume de clinker employé dans la production du ciment, ce qui se traduira par une diminution des émissions de CO<sub>2</sub> de 1,5 Mt au cours de la décennie. L'utilisation accrue de matériaux cimentaires supplémentaires (MCS), sous forme de cendres volantes<sup>3</sup> et de laitier granulé de haut fourneau moulu, sera aussi cruciale pendant cette période, tout comme l'apport de calcaire, de granulats fins de béton recyclé, d'argile calcinée et d'autres nouveaux matériaux prometteurs.

Nous prévoyons que des solutions de captage, d'utilisation et de stockage du carbone (CUSC) seront également adoptées, tout d'abord en Alberta.<sup>4</sup> Le Canada commencera le captage du carbone au cours de cette décennie, et une portion de ce projet donnera lieu au premier déploiement commercial nord américain, d'un projet complet de captage et de stockage dans une cimenterie. Des projets de ce type se dessinent à l'échelle de la planète, avec l'appui du public. Le Canada a également [montré le rôle important](#) de cette technologie dans la décarbonation de certaines industries, comme celle du ciment.<sup>5</sup> Nous estimons que les projets de CUSC en service permettront une réduction annuelle de 1,5 Mt de CO<sub>2</sub> pour 2030, en supposant des investissements et un soutien politique adéquat.

D'ici 2030, les émissions seront aussi réduites aux étapes de production du béton, de conception structurelle et de construction, notamment grâce à l'électrification propre et l'accroissement de l'efficacité des matériaux, c'est-à-dire l'optimisation de l'utilisation du béton dans les constructions.

## Feuille de route et plan d'action

À l'automne 2022, l'Association canadienne du ciment, en collaboration avec Innovation, Sciences et Développement économique Canada, a lancé la [Feuille de route vers un béton à zéro émission carbone d'ici 2050](#).<sup>6</sup> Dans le cadre de ce partenariat, **le secteur s'est engagé à réduire de façon cumulative ses émissions de gaz à effet de serre de 15 Mt d'ici 2030, suivies de réductions annuelles continues de plus de 4 Mt dans la production de ciment et de béton au Canada.** Ce plan d'action est conforme aux engagements découlant de notre collaboration avec le gouvernement, mais il est un peu plus ambitieux. La feuille de route est plutôt axée sur la collaboration entre l'industrie et le gouvernement en vue d'élaborer des politiques et des programmes efficaces qui aideront l'industrie du ciment et du béton à réduire davantage ses émissions.

Après 2030, le remplacement du clinker se poursuivra, alors même que nous verrons diminuer rapidement les stocks de matériaux cimentaires supplémentaires (MCS), comme les cendres volantes et le laitier, dû aux progrès importants dans la décarbonation de l'électricité et de l'industrie sidérurgique. Nous utiliserons alors de plus en plus des matériaux innovants, de la pouzzolane naturelle, des déchets valorisés et des matériaux recyclés. En 2050, la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> générées par l'utilisation réduite du clinker dans le ciment et du ciment dans le béton sera de l'ordre de 4,8 Mt par rapport au statu quo.

Nous tablons également sur une plus grande disponibilité des combustibles à faibles émissions de carbone et des combustibles de substitution, notamment la biomasse artificielle et l'hydrogène vert, ce qui contribuera à la réduction des émissions. D'ici 2050, la totalité de nos combustibles proviendra de sources non fossiles.

Le déploiement de solutions complètes de CUSC se poursuivra à mesure que les capacités de stockage et les infrastructures connexes s'étendront au-delà de l'Alberta, et que le potentiel du béton comme solution de stockage sera mieux compris et exploité. Le CUSC, associé à une source de combustible propre, telle que la biomasse, et au captage du carbone par le béton au cours de sa durée de vie utile, pourrait déboucher sur un béton à bilan carbone négatif.<sup>7</sup>

À partir de 2030, les technologies émergentes d'aujourd'hui — pensons aux véhicules moyens et lourds à zéro émission, à l'hydrogène vert, à l'électrification des fours et aux technologies d'utilisation du carbone à l'échelle commerciale — devraient être déployées à grande échelle. Des technologies de remplacement du clinker et de

liants dans la fabrication des ciments Portland contribueront probablement à la réduction des émissions; cependant, nous ne tenons pas compte de ces technologies dans notre modélisation.

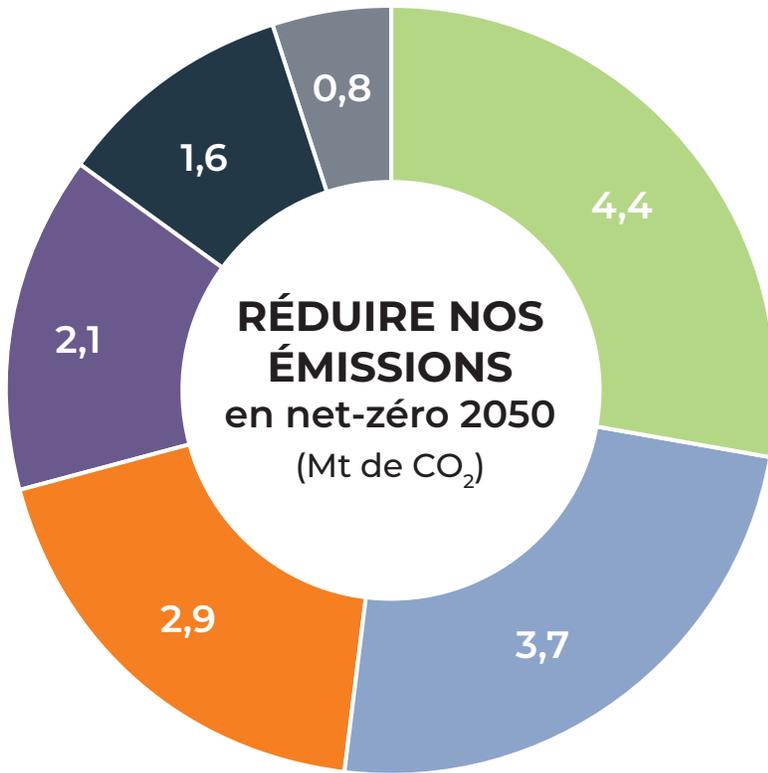
Notre plan d'action pour réduire nos émissions de carbone à zéro est ambitieux, et nous ne pourrons le mener à bien sans la collaboration essentielle du gouvernement, de l'industrie dans son ensemble et de nos collègues concepteurs, architectes et constructeurs.

Pour toucher la cible, nous aurons besoin de politiques gouvernementales ambitieuses, concrètes et durables — réglementations, programmes financiers ou soutien à la croissance des marchés pour les produits émergents à émissions faibles ou nulles, entre autres —, mais aussi de recherches et de démonstrations de nouvelles technologies et de nouveaux produits à commercialiser. Nous aurons besoin d'objectifs quantifiés et mesurés concernant la réduction de nos émissions de carbone. Nous les atteindrons en adoptant l'approche la plus efficace tout en conservant au béton les qualités qui font sa renommée : sécurité, durabilité et polyvalence. Nous devons aussi miser sur l'éducation et la sensibilisation — en faisant preuve de transparence au sujet de cibles de réduction atteignables, et en trouvant de nouvelles méthodes pour produire et bâtir ce dont les communautés ont besoin. Si nous voulons relever le défi du net-zéro, nous devons transformer l'ensemble de la chaîne de valeur de la construction.

**BÉTON  
ZÉRO**

L'industrie canadienne du ciment et du béton est déterminée à faire ce qu'il faut pour aider le Canada à bâtir un avenir meilleur et plus propre. **Ensemble, nous pouvons décarboner le béton.**

# Notre itinéraire vers le net-zéro



- **28%**  
CUSC
- **24%**  
Améliorations – Béton
- **19%**  
Améliorations – Ciment
- **14%**  
Efficacité de la construction
- **10%**  
Améliorations – Clinker
- **5%**  
Absorption du carbone



# À propos de l'Association canadienne du ciment

## NOTRE MISSION

Créer les meilleures conditions pour que notre industrie prospère tout en cristallisant sa position de leader sur les questions environnementales.

## NOTRE VISION

Un avenir résilient et durable grâce au béton net-zéro.

## NOS MEMBRES

Nos cinq sociétés membres exploitent 14 cimenteries dans cinq provinces :



Verticalement intégrées, elles possèdent et exploitent aussi des entreprises de granulats et de béton.

En tant que partenaires clés de l'écosystème de l'environnement bâti, ces entreprises et leurs filiales internationales s'engagent à fournir les meilleures solutions possibles en matière de construction durable pour les générations actuelles et futures.

En tant que fabricants, ces cinq sociétés se sont engagées à produire du ciment et des produits en béton plus écologiques. Elles ont chacune établi une feuille de route, assorties de cibles vérifiées sur le plan scientifique, pour parvenir à un béton net-zéro d'ici 2050, comprenant des objectifs intermédiaires pour 2030 et 2040 et un bilan d'étape en 2025.<sup>8</sup> Leurs autres priorités sur le plan environnemental sont, notamment, la protection et l'amélioration de la biodiversité, la protection de l'eau et la préservation de la qualité de l'air.

Nos sociétés membres protègent la santé et la sécurité de leurs employés, de leurs clients et des communautés dans lesquelles elles opèrent et améliorent la qualité de vie partout le Canada.

Leur engagement à l'égard de la diversité et de l'inclusion se traduit par des investissements communautaires, l'adoption de pratiques exemplaires sur le lieu de travail et une collaboration constructive avec les communautés autochtones, afin d'établir des relations mutuellement bénéfiques.

# Nos alliés et partenaires

Nous travaillons en étroite collaboration avec nos partenaires pour promouvoir la contribution du béton et des produits et systèmes en béton à la création de communautés prospères, durables et résilientes aux effets des changements climatiques.

**Nous souhaitons remercier les organisations suivantes pour leur contribution à ce rapport :**

## ASSOCIATIONS NATIONALES DES PRODUCTEURS DE BÉTON

Béton Canada  
Canada Masonry Design Centre  
Canadian Concrete Masonry Producers Association  
Canadian Concrete Pipe and Precast Association  
Institut Canadien du Béton Préfabriqué et Précontraint  
Interlocking Concrete Pavement Institute

## ASSOCIATIONS PROVINCIALES DE PRODUCTEURS DE BÉTON

Association Béton Québec  
Association Béton Atlantique  
Concrete Alberta  
Concrete BC  
Concrete Manitoba  
Concrete Ontario  
Concrete Saskatchewan  
Masonry Council of Ontario  
Ontario Concrete Pipe Association  
Tubécon

Nous tenons tout particulièrement à remercier nos partenaires internationaux, **la Global Cement and Concrete Association** et **la Portland Cement Association**, pour leur précieuse collaboration.

## REMERCIEMENTS

**L'Association canadienne du ciment souhaite remercier les personnes suivantes pour leurs conseils concernant le contenu de ce rapport :**

Bentley Allan  
Michael Bernstein  
Dale Beugin  
Simon Dwyer  
Derek Eaton  
Brendan Frank  
Jan Gorski  
Bradford Griffin  
Scott MacDougall  
Chris Severson-Baker  
Oliver Sheldrick  
Rick Smith  
Ed Whittingham  
Dan Woynillowicz



# Introduction

L'industrie du béton sera l'un des partenaires les plus importants dans la réalisation d'un avenir net-zéro pour le Canada, et ce, **pour les raisons suivantes :**

## 1 | Le Canada bâtira son avenir avec le béton

Le béton est le matériau de construction le plus utilisé au monde. Il a contribué au progrès humain pendant des millénaires et s'avère indispensable pour notre avenir. Nous en avons besoin pour construire nos maisons, nos routes, nos ponts et nos bâtiments, et permettre à nos communautés de s'épanouir. Il trouve son utilité dans l'industrie manufacturière, la production d'énergie, le secteur des ressources, la production alimentaire, ainsi que dans quantité d'autres secteurs et activités qui assurent la qualité de vie au Canada. Il s'agit également d'un matériau local dont la production crée des emplois bien rémunérés aux quatre coins du pays.

On utilise deux fois plus de béton que tous les autres matériaux de construction réunis. Le béton est durable et accroît la résilience de l'environnement bâti aux pires effets des changements climatiques. L'amélioration de sa fabrication et de son utilisation aura un impact profond sur l'atténuation des changements climatiques et l'adaptation à ceux-ci.

## 2 | Les grandes industries peuvent avoir un impact important

Le béton est l'un des produits de base les plus consommés dans le monde, juste après l'eau. Son ingrédient actif est le ciment, le liant qui assure la cohésion du mélange. À l'échelle mondiale, le secteur du ciment est au troisième rang pour ce qui est de la consommation d'énergie, et au deuxième rang pour les émissions de CO<sub>2</sub>, ce qui représente environ 7 % des émissions globales. D'après le Rapport d'inventaire national du Canada, la fabrication du ciment a produit 9,7 Mt de CO<sub>2</sub> en 2020, notre année de référence<sup>9</sup>, ce qui représente environ 1,4 % des émissions au pays. **C'est pourquoi la réduction de nos émissions aura une incidence considérable.**



**Un monde net-zéro et résilient sur le plan climatique aura littéralement le béton comme fondation.**





Pour que l'objectif net-zéro puisse devenir réalité, il faudra opérer de nombreux changements, par exemple, modifier la façon dont nous fabriquons le ciment ou inventer de nouveaux modes de conception et de construction de nos infrastructures.



### 3 | Il n'y pas de solution miracle

**Il n'y a pas de solution miracle, ni unique, qui nous permettra d'atteindre un bilan net-zéro.** Il faudra changer beaucoup de choses. Dans notre plan d'action, nous optons pour une approche prudente, c'est-à-dire que nous misons sur les moyens de réduction du carbone qui existent aujourd'hui.<sup>10</sup> Si notre parcours jusqu'en 2030 est clair, il faut que la recherche et le développement progressent dans différents domaines — composition chimique du clinker, technologies d'utilisation du carbone, innovation des matériaux, sources de combustibles propres, comme l'hydrogène —, pour nous permettre de réaliser notre objectif d'ici à 2050.

### 4 | Nous sommes prêts à agir et à collaborer

Nous sommes prêts à relever ce défi. Notre plan d'action montre que, avec les technologies actuelles, nous pouvons réduire nos émissions de 40 % d'ici 2030 et de 59 % d'ici 2040, et les éliminer totalement d'ici 2050. Cette cadence pourrait s'accélérer à mesure que de nouvelles technologies seront mises au point et déployées. Nous entendons faire preuve de transparence et de responsabilité, et publierons un rapport d'avancement au moins tous les cinq ans. En suivant notre plan d'action, nous voulons que nos activités deviennent réellement nettes-zéro, et c'est pour cette raison que nous excluons la possibilité de recourir à l'achat de droits d'émission pour y arriver.

Si les conditions économiques et réglementaires font obstacle à notre capacité d'atteindre nos cibles de réduction, nous travaillerons activement à les améliorer plutôt que de nous en servir comme prétexte pour retarder notre action.

Pour atteindre notre objectif, nous travaillerons main dans la main avec les gouvernements partout au pays, ainsi qu'avec les acteurs des secteurs de l'approvisionnement, de l'architecture, de l'ingénierie, de la conception et de la construction.

Ensemble, nous pouvons assurer le  
**BÉTON ZÉRO**



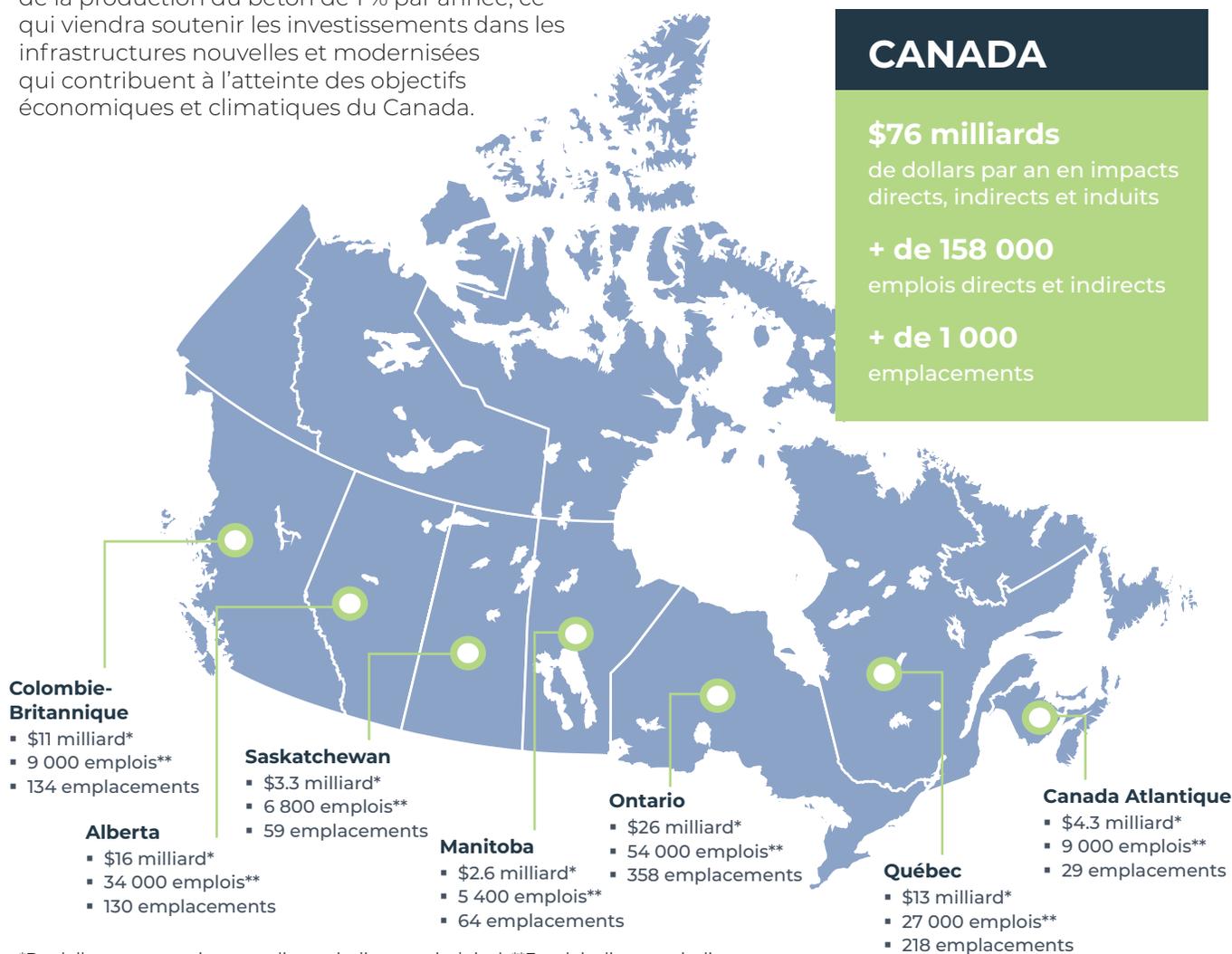
# L'industrie canadienne du ciment

Au Canada, **15 cimenteries acheminent du ciment à plus de 1 100 installations associées qui fabriquent** différents produits en béton préfabriqué, du béton prêt à l'emploi, des tuyaux en béton et de la maçonnerie en béton.

Dans son ensemble, l'industrie du ciment et du béton fournit environ 158 000 emplois directs et indirects dans tout le pays, et 76 milliards de dollars en retombées économiques directes, indirectes et induites dans l'économie canadienne.

Non seulement la production nationale de ciment répond largement aux besoins du marché canadien, mais les exportations vers les États-Unis sont passées de 840 millions de dollars en 2016 à 1,1 milliard de dollars en 2019. La demande mondiale de ciment et de béton devrait également continuer à progresser. Notre plan d'action prévoit une croissance modeste de la production du béton de 1 % par année, ce qui viendra soutenir les investissements dans les infrastructures nouvelles et modernisées qui contribuent à l'atteinte des objectifs économiques et climatiques du Canada.

Selon le [Rapport d'inventaire national du Canada](#), la fabrication du ciment a produit 9,7 Mt de CO<sub>2</sub> en 2020, soit environ 1,4 % des émissions totales du Canada. Cela provient principalement des réactions chimiques nécessaires à la transformation du calcaire en clinker, le précurseur du ciment (émissions des procédés), et du recours aux combustibles fossiles pour maintenir la température élevée (environ 1500-2000 degrés Celsius) nécessaire à ce procédé (émissions de combustion).





# Le béton : un matériau indispensable

**Le béton est le matériau de construction le plus utilisé au monde pour une raison.** Il est abondant, disponible localement et peut être utilisé d'innombrables façons. Les propriétés remarquables du béton en font une solution à la fois pour limiter la portée et lutter contre les effets des changements climatiques.

Ce ne sont là que quelques-uns des avantages de la performance du béton :



### DISPONIBILITÉ

La disponibilité universelle du béton fait que ce matériau de construction économique peut être utilisé par tous les types de communautés également.



### RÉSILIENCE

Le béton peut résister aux pressions que les changements climatiques exercent sur nos communautés. En situation de crise, une infrastructure en béton bien conçue a plus de chances de rester intacte que d'autres systèmes de construction, ce qui réduit les pertes en vies humaines et accélère le retour aux activités normales. Le béton chauffe et refroidit passivement les bâtiments, ce qui réduit la consommation d'énergie, et atténue les effets sur la santé des chaleurs extrêmes ainsi que les autres risques connexes.



### DURABILITÉ

Les infrastructures en béton durent plus longtemps et nécessitent moins d'entretien que les autres systèmes de construction. Les bâtiments en béton sont durables et peuvent être réutilisés, adaptés et reconvertis.



### POLYVALENCE

Le béton est un matériau extrêmement polyvalent, ce qui donne aux concepteurs une immense liberté pour déployer de nouvelles idées visant à améliorer la performance environnementale des structures, de même que la qualité de vie qu'elles procurent, tout en leur offrant des possibilités infinies sur le plan esthétique pour créer de belles structures.



### CIRCULARITÉ

La fabrication et l'utilisation du ciment et du béton offrent de nombreuses possibilités de réutilisation et de recyclage. On peut par exemple employer certains sous-produits industriels comme matières premières dans la fabrication du ciment, comme adjuvants du béton ou pour chauffer les fours avec des combustibles de substitution. Il y a aussi des possibilités croissantes de recycler et de réutiliser le béton moulu, ce qui permet de réduire la nécessité de recourir à des matériaux vierges et de maximiser l'absorption du carbone par le béton.

# Les 5 éléments clés

Notre plan d'action est présenté suivant la chaîne de valeur du ciment et du béton, en indiquant à chaque étape les sources de réduction des émissions.

## CLINKER

### Le principal ingrédient du ciment

Le clinker est le principal ingrédient du ciment. On le produit en chauffant du calcaire, de l'argile et d'autres minéraux à environ 1 500 °C–2 000 °C dans un système de four rotatif. À cette température, les éléments qui composent les minéraux bruts se recombinaient pour former des cristaux qui se dissolvent et durcissent lorsqu'ils sont mélangés à de l'eau. Le clinker est le liant de base utilisé pour produire le ciment.

## CIMENT

### Un liant minéral

Ingrédient actif du béton, le ciment représente entre 10 et 15 % de la masse du béton. Il est fabriqué en broyant finement du clinker et du gypse ensemble. D'autres matériaux peuvent être ajoutés pour produire des ciments aux qualités spécifiques, par exemple du calcaire pour produire du ciment Portland au calcaire.

## BÉTON

### Un matériau de construction essentiel

Le béton est un matériau de construction composite coulable, semblable à de la pierre, composé de granulats fins et grossiers (c'est-à-dire de sable et de gravier) liés avec de l'eau et du ciment, et qui durcit avec le temps.

## CONSTRUCTION

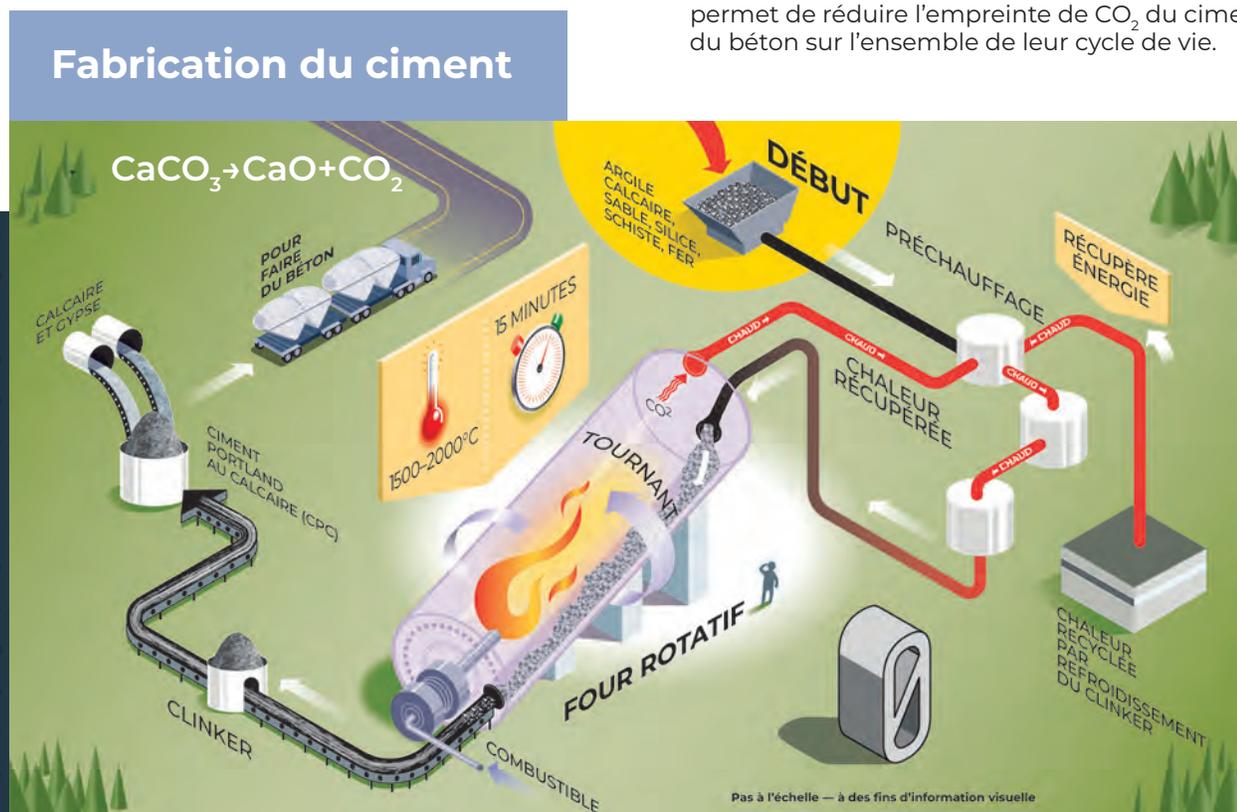
### Concevoir et construire

Les architectes, les ingénieurs et le secteur de la construction sont tous des utilisateurs de produits en béton, que ce soit pour construire des routes, des bâtiments ou des ponts. La recherche pour accroître l'efficacité de l'utilisation du béton, tant au niveau de la conception que de la construction, peut contribuer à réduire les émissions.

## ABSORPTION DU CARBONE

### Le béton est un puits de CO<sub>2</sub>

Au fil du temps, le CO<sub>2</sub> présent dans l'atmosphère réagit avec l'hydroxyde de calcium contenu dans le béton pour former du carbonate de calcium — une inversion du processus chimique qui se produit lors de la fabrication du ciment utilisé dans le béton. Cela permet de réduire l'empreinte de CO<sub>2</sub> du ciment et du béton sur l'ensemble de leur cycle de vie.





# Vers une chaîne de valeur du ciment et du béton nette-zéro



## RÉDUCTION DES ÉMISSIONS (Mt de CO<sub>2</sub>)

2030

0,9

2040

1,2

2050

1,6

# Clinker

Le clinker est le composant fondamental du ciment, l'ingrédient clé qui lui confère ses propriétés de liant. C'est également le composant du ciment — donc, du béton — et qui génère le plus d'émissions de gaz à effet de serre.

Le clinker est fabriqué en chauffant du calcaire et des minéraux à une température très élevée (environ 1 500 degrés Celsius) dans un four rotatif. Ce procédé génère du CO<sub>2</sub> de deux manières distinctes :

- Environ un tiers des émissions totales du clinker provient de la combustion de matière fossile, généralement du charbon et du coke de pétrole, pour chauffer le four.
- Environ deux tiers proviennent de ce que l'on appelle les « émissions des procédés », en l'occurrence la décarbonation du calcaire (CaCO<sub>3</sub>) pour produire de la chaux (CaO) qui entraîne les réactions chimiques à l'origine du clinker.

Le clinker est ensuite finement broyé avec du gypse, du calcaire et d'autres matières premières pour fabriquer des ciments aux propriétés variées.

### VALEURS DE RÉFÉRENCE – 2020

En 2020, les sociétés membres de l'Association canadienne du ciment ont produit environ **11,4 millions de tonnes de clinker** à une intensité carbonique moyenne de **833 kg de CO<sub>2</sub> par tonne de clinker**, soit un total de **9,5 Mt d'émissions de CO<sub>2</sub>**.



## PLAN D'ACTION

Nous éliminerons l'utilisation de combustibles fossiles vierges, réduirons la proportion de clinker dans le ciment et développerons activement les technologies CUSC.

## Voici les mesures que nous prendrons pour réduire nos émissions :

### 1 | Remplacer les combustibles fossiles

Au Canada, la chaleur générée pour produire le clinker provient essentiellement de combustibles fossiles, principalement le charbon, le coke de pétrole et le gaz naturel. Cependant, on peut tout aussi bien utiliser d'autres types de combustible<sup>11</sup> pour alimenter les fours à ciment, comme la biomasse et les combustibles dérivés des déchets. De cette manière, il est possible de réduire considérablement les émissions de combustion. Cela présente un autre avantage, c'est-à-dire la valorisation de matériaux qui autrement se retrouveraient dans des sites d'enfouissement, et généreraient des gaz à effet de serre en se décomposant.<sup>12</sup>

Les sociétés cimentières canadiennes ont augmenté leur recours aux combustibles à faible teneur en carbone. Il demeure que le taux de remplacement des combustibles était inférieur à 10 % en 2020, bien en deçà de la moyenne européenne comparative qui dépasse 40 %. Cela s'explique en grande partie par les politiques provinciales qui rendent difficile l'obtention de permis pour l'utilisation de combustibles non fossiles. En outre, comme les sites d'enfouissement sont accessibles et peu coûteux, les producteurs de déchets ne sont guère incités par le marché à réacheminer la biomasse ou d'autres matériaux pour qu'ils puissent être utilisés pour générer l'énergie nécessaire à la production de ciment.

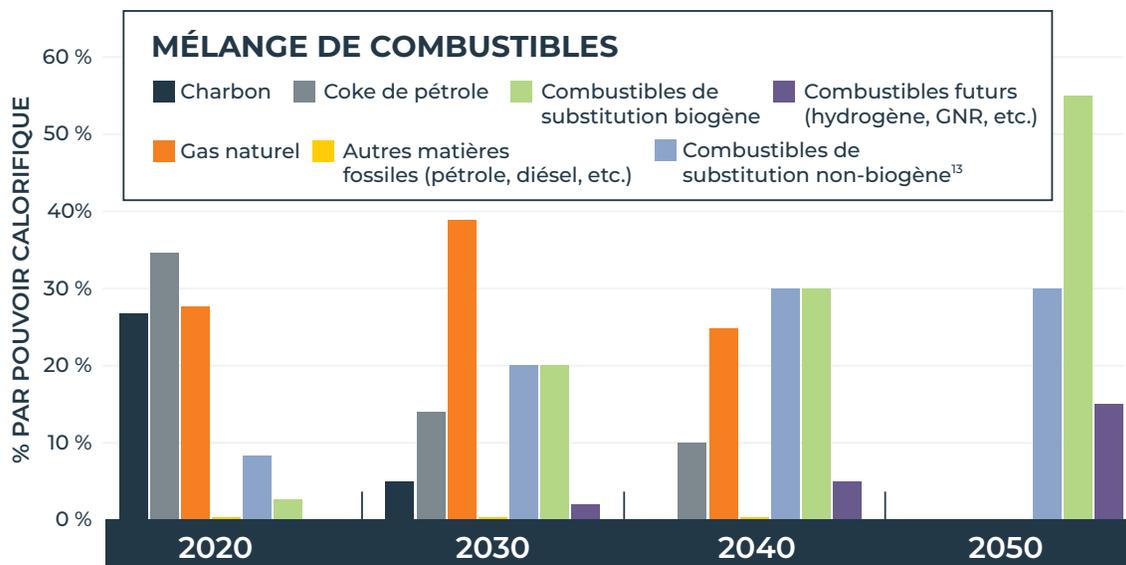
L'industrie du ciment a travaillé en étroite collaboration avec les organismes de réglementation provinciaux pour lever ces

obstacles. Nombre de sociétés cimentières ont récemment fait preuve de détermination en ouvrant la porte à des investissements plus importants pour permettre le remplacement des combustibles au Canada. Pour respecter nos engagements net-zéro, nous abandonnerons les combustibles fossiles, en commençant par le charbon et le coke de pétrole, tout en recourant davantage à des solutions de rechange à faible teneur en carbone. Nous voulons atteindre, d'ici 2030, un taux de remplacement moyen de 40 %, par de la biomasse dans la moitié des cas. À mesure que des combustibles de biomasse de meilleure qualité (par exemple, le biocharbon) et d'autres combustibles à teneur faible ou nulle en carbone (par exemple, l'hydrogène verte) deviendront accessibles sur les plans commercial et économique, nous prévoyons d'éliminer complètement les combustibles fossiles vierges d'ici à 2050.

### 2 | Remplacement du clinker

Le moyen le plus efficace de réduire les émissions directes totales générées par le clinker est d'en utiliser moins. Pour y arriver, il faut tout d'abord remplacer, dans le ciment, le clinker par d'autres liants à faible teneur en carbone, et diminuer ainsi ce que l'on appelle le « ratio clinker/ciment ».

Deuxièmement, nous devons privilégier les matériaux cimentaires supplémentaires (MCS) à faible teneur en carbone dans les mélanges de béton. De cette façon, nous réduirons la quantité de clinker nécessaire à la production d'un béton de haute qualité. Pour certaines applications ciblées, il est possible de ne pas mettre du tout de clinker dans le produit final



(par exemple, les blocs de béton). Ces stratégies sont décrites en détail aux sections « Ciment » et « Béton » dans les pages qui suivent. Une utilisation plus efficace du béton, comme nous la décrivons à la section « Construction » (voir page 26), peut également contribuer à réduire les émissions totales de clinker. Pour ce faire, nous devons intensifier notablement nos activités de recherche et de développement, et mettre à jour les codes, les normes et les spécifications afin de permettre un remplacement accru du clinker (voir la section « Ciment » en page 21). Un travail d'éducation et de sensibilisation dans les secteurs de l'approvisionnement, de l'architecture et de l'ingénierie sur ces nouveaux types de ciments rassurera quant à la fiabilité de leurs rendements, et les politiques et incitatifs des gouvernements (par exemple, pour l'achat de produits propres) favoriseront leur adoption sur le marché.



### 3 | Captage du carbone

Le captage, l'utilisation et le stockage du carbone (CUSC) offrent une solution aux émissions de combustion et celles des procédés. Des systèmes commerciaux de CUSC peuvent capter plus de 90 à 95 % du CO<sub>2</sub> émis par un four à ciment. Nous donnons d'autres renseignements sur les solutions de CUSC à la section « Mesures facilitantes » en page 30.

### 4 | Rendement thermique

Ces dernières décennies, les producteurs ont réalisé des gains substantiels sur le plan du rendement thermique en optant pour des fours de conception plus moderne. Les entraves à l'installation d'une nouvelle série de fours, notamment la longueur des processus d'autorisation, et l'incertitude qui en découle, tout comme l'ampleur des

investissements nécessaires, pourraient disparaître à mesure que les signes précurseurs de la tarification du carbone s'amplifient. Nous ferons le suivi de nos gains en rendement thermique au fil de la transition de l'industrie vers une utilisation accrue de biocombustibles, en comptant sur une légère amélioration de la qualité de la biomasse et l'utilisation d'autres combustibles dès qu'ils seront offerts sur le marché.

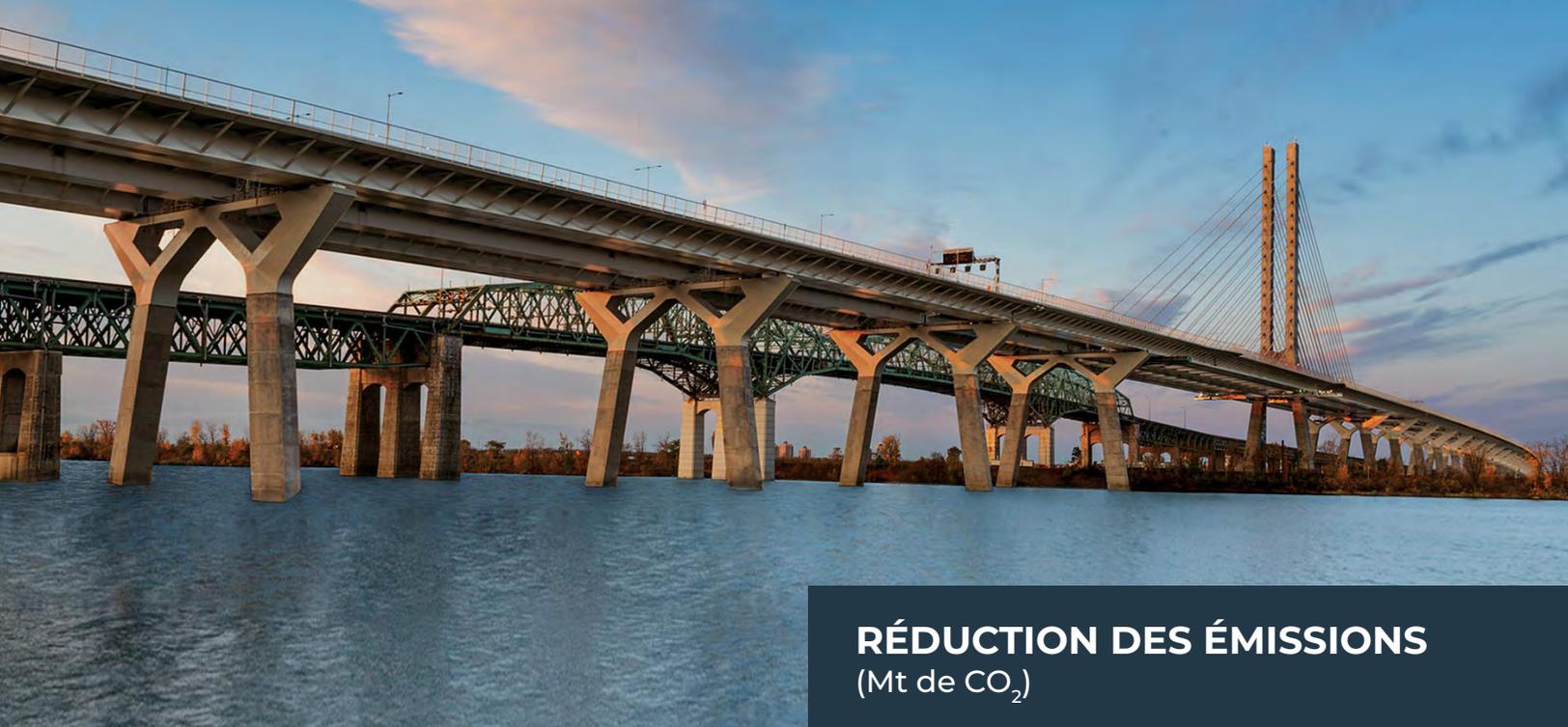
### 5 | Matières premières décarbonées

Les matières premières décarbonées sont une source d'oxyde de calcium qui ne contribue pas aux émissions des procédés et qui peut au contraire aider à les réduire. Les matières décarbonées telles que les scories métallurgiques, les cendres résiduelles d'incinérateurs et les éléments fins de béton recyclé n'émettent pas de CO<sub>2</sub> lorsqu'elles sont chauffées, car celui-ci a déjà été éliminé. Il s'agit d'une stratégie qui ne peut être adoptée que sur certains sites, en fonction des approvisionnements. Nous ne prévoyons que des réductions modestes grâce aux matériaux décarbonés, mais nous mettrons à jour notre modèle lorsque de nouvelles sources de matériaux décarbonés seront économiquement accessibles.

### 6 | Nouvelles compositions chimiques du clinker

En vue d'éliminer totalement nos émissions d'ici 2050, la recherche et le développement se concentrent sur la mise au point de nouvelles compositions du clinker. On étudie actuellement les clinkers de ciment Portland riche en Belite réactive (RBPC), la Belite-Ye'elinite Ferrite (BYF), les clinkers de silicate de calcium carbonatable (CCSC) et les oxydes de magnésium dérivés de silicates de magnésium (MOMS), en accordant une attention particulière à leur potentiel mesurable de réduction des émissions de carbone.<sup>15</sup>

Produire ces nouvelles compositions chimiques comporte son lot de défis : le maintien de la durabilité et de la qualité est primordial, tout comme la réceptivité du marché et la capacité de la production à s'adapter de manière fiable à la demande du marché. D'ailleurs, l'acceptation des nouvelles compositions par le marché ne sera peut-être pas facile, car le béton fabriqué avec les nouveaux clinkers pourrait se comporter différemment et nécessiter beaucoup de formation et d'adaptation de la part des poseurs et des finisseurs de béton et d'autres acteurs de l'industrie de la construction. Nous suivrons l'évolution de ces compositions chimiques et nous en modéliserons les impacts potentiels à mesure qu'elles deviendront accessibles sur le marché.



## RÉDUCTION DES ÉMISSIONS (Mt de CO<sub>2</sub>)

2030

1,5

2040

2,2

2050

2,9

## Ciment

Au sein de la chaîne de valeur du béton, la phase la plus énergivore a lieu dans la cimenterie. Le ciment est produit lorsque le clinker, le gypse et le calcaire sont broyés ensemble dans des broyeurs à boulets ou verticaux.

On peut produire des ciments mélangés en ajoutant d'autres matières actives pendant le broyage, ou par la suite. La production de ciment nécessite beaucoup d'énergie, et génère beaucoup de carbone, en raison de la chaleur intense qu'elle requiert et des autres émissions des procédés (voir la section « Clinker » en page 18). Il est toutefois possible d'optimiser l'utilisation de cette énergie afin de réduire ces émissions.

### VALEURS DE RÉFÉRENCE – 2020

En 2020, les sociétés cimentières canadiennes ont produit environ **12,7 millions de tonnes** de ciment à une intensité carbonique moyenne de **744 kg de CO<sub>2</sub> par tonne** de ciment, soit un total de **9,5 Mt de CO<sub>2</sub>**. Ces émissions proviennent seulement de la production de clinker, les émissions d'électricité liées à la production de ciment étant déclarées séparément.

## PLAN D'ACTION

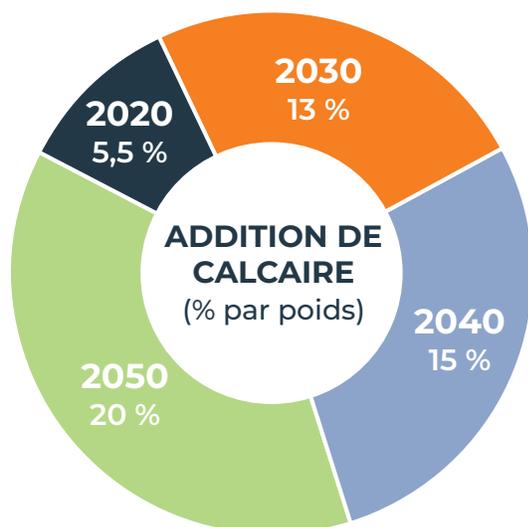
Nous réduisons la teneur en clinker dans le ciment sans compromettre la durabilité et la résistance du produit. Combinée aux compositions de clinker améliorées décrites ci-dessus, cette mesure permettra de réduire l'intensité carbonique globale du ciment.

## Voici les mesures que nous prendrons pour réduire nos émissions :

### 1 | Nouveaux mélanges de ciment

#### Ciment Portland au calcaire (CPC)

Le ciment Portland au calcaire (CPC) contient une plus grande proportion de calcaire non traité (qui n'est pas cuit au four) que le ciment Portland habituel. Le CPC offre un rendement équivalent à celui du ciment Portland normal, mais son empreinte carbone est jusqu'à 10 % inférieure. Au Canada, le CPC a été adopté par l'Association canadienne de normalisation (CSA A23.1/A23.2) et incorporé dans le Code national du bâtiment. L'accélération de son adoption partout au pays permettra une diminution de la consommation de clinker et une réduction des émissions de gaz à effet de serre au Canada pouvant aller jusqu'à 1 Mt par année.



#### Matériaux cimentaires supplémentaires (MCS)

On emploie les matériaux cimentaires supplémentaires (MCS) pour remplacer partiellement le clinker dans le ciment ou, plus couramment au Canada et aussi partiellement, le ciment dans le béton (voir la section « Béton » en page 23). Aujourd'hui, les MCS les plus utilisés au Canada sont le laitier de haut fourneau moulu (un sous-produit de la production d'acier), les cendres volantes (un sous-produit de la production d'électricité à partir du charbon), et le pouzzolane naturel (par exemple les cendres volcaniques), certains schistes et l'argile calcinée. Les cendres volantes et le laitier sont des sous-produits industriels qui se retrouvent habituellement dans les sites d'enfouissement.

À mesure que les secteurs de l'énergie et de l'acier délaisseront le charbon et les autres combustibles fossiles, les cendres volantes et le laitier de haut fourneau vierges se feront de plus en plus rares. On recourra plutôt à des matériaux récupérés dans les sites d'enfouissement, ou on augmentera la proportion de calcaire broyé non traité, de l'argile calcinée et d'autres nouveaux matériaux.<sup>16</sup> Le secteur du ciment se concentre sur la recherche et le développement dans ce domaine et a beaucoup investi pour trouver d'autres sources de cendres volantes qui permettront de poursuivre la réduction de la teneur en carbone du ciment et des produits en béton.

L'interbroyage du clinker, ou le fait d'y mélanger des MCS, pour produire les « ciments mélangés » réduit la proportion de clinker et présente d'autres avantages sur le plan environnemental, parce qu'on utilise dans ce cas des matériaux qui sont autrement considérés comme des déchets.<sup>17</sup> Les ciments mélangés peuvent également améliorer la maniabilité, la durabilité et la résistance du produit fini, tout en permettant de diminuer la consommation d'énergie lors de la production, et d'eau sur le chantier.

2030	2040	2050
<b>Ciments mélangés (% du marché)</b>		
25 %	35 %	50 %
<b>MCS dans les ciments mélangés (%)</b>		
20 %	20 %	20 %
<b>Volume de CO<sub>2</sub> des MCS (Mt CO<sub>2</sub>)</b>		
0,09	0,1	0,2



## RÉDUCTION DES ÉMISSIONS (Mt de CO<sub>2</sub>)

**2030**

0,4

**2040**

1,0

**2050**

1,5

# Béton

Matériau de construction indispensable, le béton doit être produit de manière à garantir sa qualité et sa performance, tout en réduisant les émissions connexes.

Le béton qui est utilisé sur les chantiers de construction est obtenu en mélangeant du ciment avec de l'eau, du sable et du gravier (granulats). Il existe un nombre quasi illimité de formulations de béton, qui peut être fabriqué pour n'importe quelle application selon les besoins des ingénieurs, des entrepreneurs, des concepteurs d'infrastructures et des propriétaires, entre autres.

## VALEURS DE RÉFÉRENCE – 2020

Selon notre modèle, les fabricants de béton canadiens ont produit en 2020 environ **43 millions de mètres cubes (m<sup>3</sup>)** de béton, à une intensité carbonique moyenne de **269 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>**, soit un total de **11,5 Mt de CO<sub>2</sub>**.<sup>18</sup> Nous estimons que la production de béton enregistrera une croissance de 1 % par année tout au long de notre plan d'action.



**PLAN  
D'ACTION**

Nous optimiserons les produits en béton en travaillant avec les gouvernements et les partenaires de l'industrie pour mettre au point des spécifications qui définissent un béton adapté à chaque situation — afin de maximiser les réductions d'émissions tout en préservant la résistance, la durabilité et les autres propriétés essentielles qui font la renommée de ce matériau —, et alimenterons toute la chaîne de production de béton avec de l'énergie propre.

## Voici les mesures que nous prendrons pour réduire nos émissions :

### 1 | Optimisation de la composition du béton

Dans de nombreuses applications, les matériaux cimentaires supplémentaires (MCS) peuvent remplacer une partie du ciment nécessaire à la production de béton, ce qui permet de diminuer considérablement les émissions de gaz à effet de serre. Cependant, la proportion de MCS varie énormément selon l'application, en raison de facteurs tels que la rapidité du gain de résistance, en particulier pendant les périodes de froid.

Les adjuvants sont des produits chimiques ou des additifs, naturels ou non, ajoutés à la composition du béton pour améliorer, lorsqu'il est frais ou durci, ses propriétés, comme la maniabilité, la durabilité ou la résistance initiale et finale. Présents dans presque tous les bétons, les adjuvants ont une très faible empreinte carbone et ne représentent qu'au plus un pour cent des matériaux contenus dans le béton. De plus, ils sont susceptibles d'améliorer considérablement son rendement. En effet, ils permettent une maniabilité accrue lors des phases de mise en place et de finition du béton, le tout en réduisant de manière importante son empreinte environnementale parce qu'il faut moins de ciment pour obtenir un niveau de rendement donné.

Depuis des décennies, l'industrie du béton propose des produits à faible intensité de carbone, notamment des bétons fabriqués avec du ciment Portland au calcaire (CPC), des ciments mélangés, des MCS et des adjuvants. L'industrie poursuit ses efforts pour que les clients adoptent ces produits. Cependant, certains marchés sont plus réfractaires, par exemple les gouvernements, qui mettent plus de temps à choisir le béton à faible teneur en carbone pour les projets d'infrastructure publique.<sup>19</sup>

Nous continuerons à travailler avec les producteurs de béton locaux, les associations provinciales de béton et les gouvernements pour faire en sorte que l'adoption de ces produits se généralise pour tout un éventail d'applications en utilisant des spécifications fondées sur le rendement, et non les spécifications normatives qui exigent souvent une teneur minimale en ciment et une proportion maximale de MCS.

## Émissions évitées

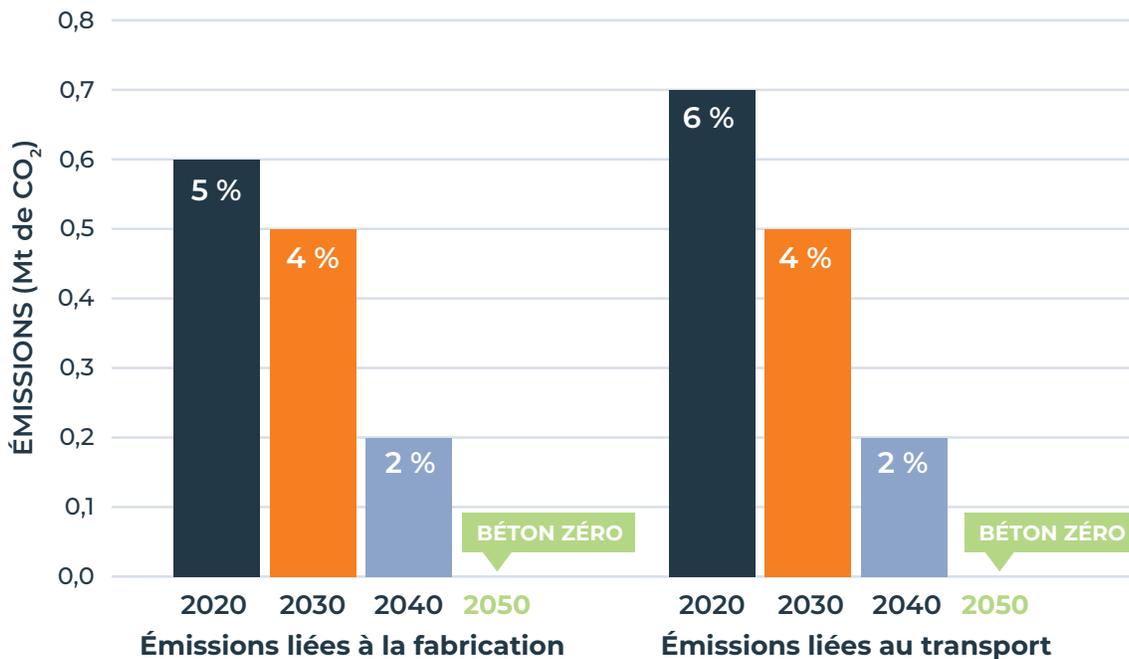
L'utilisation et la production du béton peut aussi amener des réductions d'émissions importantes. Par exemple, en remplaçant les combustibles fossiles par les déchets de biomasse, il n'y a pas d'émissions de méthane issues de la décomposition de cette biomasse dans les sites d'enfouissement. L'albédo du béton, c'est-à-dire la quantité d'énergie réfléchiée par sa surface combinée à sa masse thermique, peut contribuer à réduire les émissions liées à l'énergie nécessaire au fonctionnement des bâtiments, d'une part en augmentant leur efficacité énergétique et d'autre part en déplaçant la demande d'énergie vers les heures où le réseau est moins sollicité. Les revêtements de béton peuvent également améliorer le rendement énergétique des véhicules, ce qui permet de diminuer leurs émissions. Même si ces émissions ont été décrites et validées par différentes études, nous les avons exclus de notre plan d'action pour nous concentrer sur notre empreinte directe.



## 2 | Production du béton avec de l'énergie propre

Pour les installations de production de béton, la transition vers l'électricité propre et d'autres sources d'énergie à faible empreinte carbone permettra de réduire les émissions. Aujourd'hui, la consommation d'électricité représente environ 5 % des émissions totales de CO<sub>2</sub> du béton (7,5 % si on inclut les émissions issues de la production de l'électricité nécessaire à la fabrication du ciment utilisé dans le béton).<sup>20</sup>

Il faut aussi de l'énergie pour livrer le béton, que ce soit au moyen d'une bétonnière pour le béton prêt à l'emploi ou d'un camion pour les produits préfabriqués en béton. Le passage aux véhicules lourds plus écologiques prendra du temps; cela dit, les constructeurs de véhicules industriels ont réalisé de grands progrès pour que ces véhicules puissent fonctionner avec de l'hydrogène vert, de l'électricité et d'autres carburants à faible empreinte carbone.





## Construction

### RÉDUCTION DES ÉMISSIONS (Mt de CO<sub>2</sub>)

2030

1,0

2040

1,6

2050

2,1

En améliorant la conception des structures et les méthodes de construction, nous pouvons réduire, voire éliminer les émissions découlant de l'utilisation du béton.

Concrètement, il ne faut pas surutiliser le béton et il faut privilégier le produit à la plus faible teneur en carbone sur le marché répondant aux exigences de l'application, sans compromis sur la durabilité et la sécurité. Pour réduire les émissions dans le secteur de la construction, qui échappe à l'influence directe de l'industrie du ciment et du béton, tous les acteurs concernés devront travailler main dans la main dans le but d'atteindre le net-zéro.

### VALEURS DE RÉFÉRENCE – 2020

Pour le secteur de la construction, nous ne disposons pas d'une valeur de référence pour la réduction des émissions, mais notre modèle net-zéro est celui du maintien du statu quo, où il n'y a aucun gain d'efficacité des matériaux, ce qui ferait passer la consommation de béton de **43 millions de m<sup>3</sup>** en 2020 à près de **58 millions de m<sup>3</sup>** en 2050, **soit une croissance de 1 % par année.**



## PLAN D'ACTION

Nous poursuivrons les politiques et les collaborations qui favorisent et aident l'industrie de la construction à mieux évaluer les quantités de béton nécessaires aux projets et à éviter le surdimensionnement et les commandes en surplus qui en résultent.

## Voici les mesures que nous prendrons pour réduire nos émissions :

### 1 | Optimisation de la conception

L'optimisation à la phase de conception d'un projet se fonde sur une vision holistique du cycle de vie, et chaque aspect de la construction doit être évalué pour déterminer les possibilités d'amélioration. Tout comme ce fut le cas pour l'efficacité énergétique, il faut que l'efficacité des matériaux deviennent une priorité dès la conception. Les avancées concernant les codes du bâtiment, les normes et les processus de conception permettent de limiter le surdimensionnement des matériaux et des structures, tout en donnant assez de flexibilité pour répondre aux exigences particulières aux projets, notamment au chapitre du rendement.

On peut aussi optimiser les systèmes structurels en prenant en considération la taille et la forme de leurs composantes, et l'écartement entre celles-ci. On peut aussi étudier de plus près la manière et l'endroit où ces composantes se relient pour que le transfert de charge se fasse le plus efficacement possible, par exemple dans le cas des structures de dalles à bulles et gaufrées et des systèmes de plancher en voûte. En adoptant une telle approche holistique, il devient possible de maximiser la réduction des émissions. Puisque la plus grande résistance du béton vient généralement de la teneur plus élevée en ciment, cette résistance accrue signifie que, dans certaines applications, la conception du système structurel pourrait être optimisée dans son ensemble en vue de réduire son empreinte carbone.

### 2 | Réduction des déchets

Une construction optimisée signifie qu'il n'y a aucun déchet sur le chantier et aucun retour de béton. Le béton et le ciment ne sont pas seulement des produits à fabriquer, mais les composantes essentielles d'une économie circulaire.

2030	2040	2050
<b>Économies réalisées grâce à l'efficacité accrue des matériaux (millions de m<sup>3</sup> de béton)</b>		
3,6	5,9	7,9
<b>Réduction du CO<sub>2</sub> à l'étape de la construction (pour la production annuelle de béton) (Mt de CO<sub>2</sub>)</b>		
0,7	0,9	0,8



## RÉDUCTION DES ÉMISSIONS (Mt de CO<sub>2</sub>)

2030

1,2

2040

1,0

2050

0,8

# Absorption du carbone

Le béton séquestre naturellement le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère de manière permanente dans un processus appelé « absorption du carbone » (ou carbonatation).

Ce phénomène naturel est connu depuis les premières utilisations modernes du béton, mais n'a été étudié et quantifié en détail que récemment.

## PLAN D'ACTION

Nous prendrons en compte les propriétés d'absorption du carbone du béton dans notre modèle net-zéro, en utilisant les données vérifiées les plus pertinentes à notre disposition.

### Comment le béton absorbe-t-il le CO<sub>2</sub>

Des recherches menées par l'[Institut suédois de recherche sur l'environnement \(IVL\)](#) ont montré qu'en moyenne 20 % des émissions de CO<sub>2</sub> issues de la calcination (c'est-à-dire les émissions liées au processus de production du clinker) peuvent être séquestrées de manière permanente lorsqu'une structure en béton est construite. Quand la structure est démolie, c'est 2 % de plus qui peuvent être séquestrés de manière permanente; à cela s'ajoute 1 % si le béton démolie est réutilisé comme agrégat.

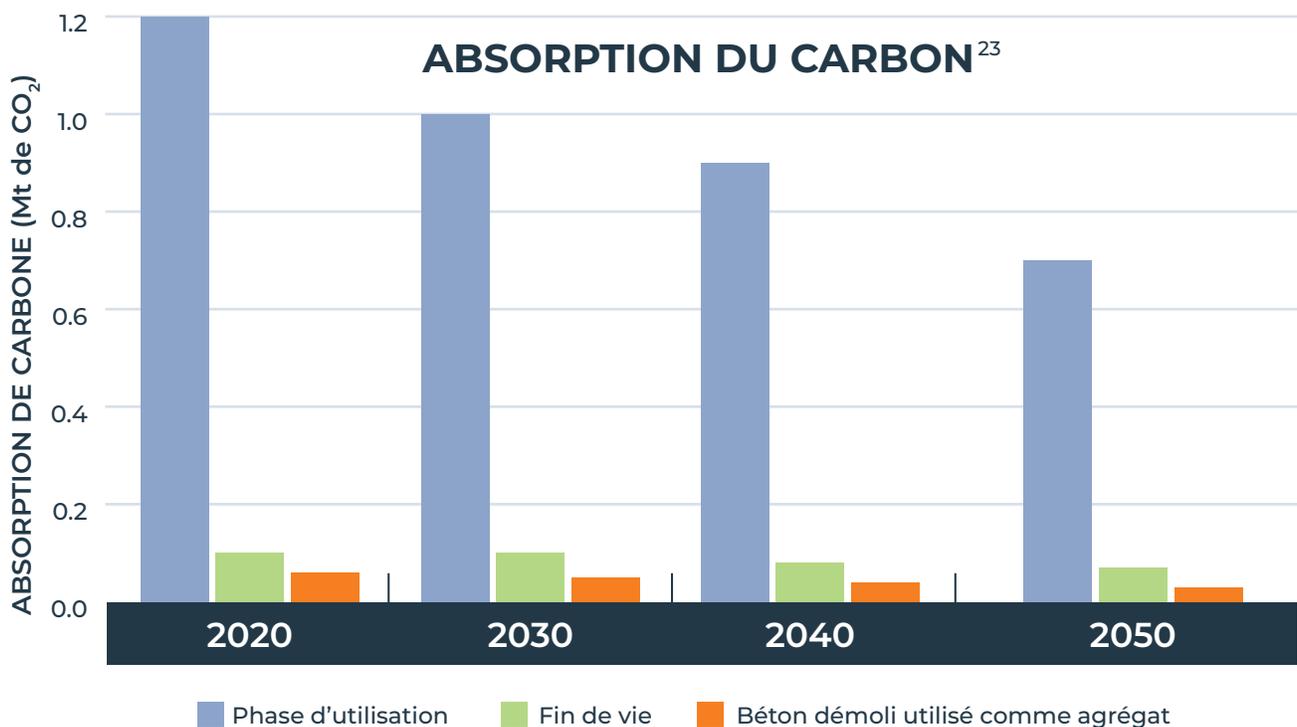
Le taux d'absorption du CO<sub>2</sub> dépend de nombreuses conditions. Il est plus élevé quand le ratio surface/volume est grand, par exemple si le béton est concassé et exposé à l'air. Pour maximiser cette absorption, les architectes et les ingénieurs peuvent laisser le béton apparent dans la mesure du possible.

La séquestration permanente du CO<sub>2</sub> en utilisant le béton comme puits de carbone réduit directement le CO<sub>2</sub> dans le cycle de vie de ce matériau. Il y a absorption du carbone pendant le recyclage des

granulats de béton parce que, à ce moment-là, une plus grande surface de béton est exposée à l'air.<sup>21</sup> Plusieurs innovations visant à accroître la capacité d'absorption du béton voient aussi leur adoption s'étendre rapidement.

Le présent plan d'action utilise les pourcentages d'absorption de carbone de l'IVL. Cependant, d'autres études sont en cours, où l'on procède à des carottages dans des structures en béton existantes en Amérique du Nord.<sup>22</sup>

Nous réviserons les estimations d'absorption de carbone (à la hausse ou à la baisse) au fil de la collecte de nouvelles données sur le terrain. Nous prêterons également attention aux technologies en développement axées sur le potentiel de stockage du carbone du béton, en vue d'inclure ces innovations dans notre plan d'action quand elles seront déployées et que les réductions d'émissions qui en découlent seront validées.





# Mesures facilitantes

Les solutions présentées dans ce document sont impératives pour que l'industrie canadienne du ciment et du béton puisse atteindre le net-zéro. Pour les implanter, toutefois, il faudra nouer des partenariats et travailler sous le signe de la collaboration.

**Voici les mesures que nous prendrons pour réduire nos émissions :**

## 1 | Captage, utilisation et stockage du carbone (CUSC)

### 0 PLAN D'ACTION

Nous continuerons à collaborer avec les gouvernements de partout au pays pour mettre en place les programmes et les politiques nécessaires afin de débloquer cette technologie capitale. Le développement des technologies de CUSC devra se concentrer sur le stockage et l'utilisation, le stockage n'étant peut-être pas viable pour réduire les émissions dans toutes les régions.

Le déploiement massif des solutions de CUSC est névralgique pour que l'industrie du ciment et du béton parvienne au net-zéro, tant au Canada qu'à l'échelle mondiale. Dans son rapport fondateur, *Net Zero By 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*, l'Agence internationale de l'énergie définit le CUSC comme une « voie » essentielle pour que l'industrie lourde soit en mesure de réduire ses émissions de GES afin d'éviter la catastrophe

climatique. Le rapport préconise une cadence sans précédent de développement et de déploiement de ces solutions, dans le cadre d'une transition plus large du système énergétique, afin de limiter suffisamment les GES, notamment en faisant passer la capacité mondiale de CUSC de 40 Mt par an en 2020 à plus de 7 600 Mt par an d'ici 2050.

C'est pourquoi le CUSC est la pierre angulaire de notre plan d'action : sans elle, notre industrie ne pourra atteindre le net-zéro. Le déploiement à grande échelle des technologies de captage et de stockage du carbone lors de la fabrication du ciment permettrait d'éliminer presque entièrement les émissions issues des procédés et de la combustion. À l'heure actuelle, il n'existe pas d'autres technologies ou procédés capables de supprimer les émissions des procédés. Le CUSC, en conjonction de la bioénergie, des carburants propres et de l'absorption du carbone, pourrait permettre à notre monde de disposer à l'avenir d'un béton négatif en carbone.

Le présent plan d'action tient compte de la réduction d'émissions au moyen du CUSC de deux manières : 1) la réduction des émissions de carbone par le CUSC une fois que toutes les autres mesures auront suivi leur cours; et 2) la réduction d'émissions liées aux solutions de CUSC prévues ou annoncées.

	2030	2040	2050
<b>Émissions restantes à traiter au moyen du CUSC</b> (Mt de CO <sub>2</sub> )	7,6	6,1	4,4
<b>Émissions réduites grâce aux solutions de CUSC</b> (Mt de CO <sub>2</sub> )	1,5	2,0	2,0

## 2 | Recherche et développement

### 0 PLAN D'ACTION

Nous travaillerons avec le gouvernement pour créer un programme collaboratif de recherche et de développement pour soutenir l'amélioration de la fabrication et de la façon dont les matériaux de construction et les infrastructures sont achetés et utilisés par tous les ordres de gouvernement et le secteur privé.

La recherche et le développement sont indispensables à la réalisation du plan d'action visant à atteindre le net-zéro. Il s'agit notamment de déployer de nouvelles technologies et de trouver des solutions technologiques pour opérer la décarbonation. Il faudra des investissements considérables dans des projets de décarbonation à

court, moyen et long terme à l'échelle industrielle, par exemple pour permettre l'approvisionnement des grandes usines avec des sources d'énergie à faibles émissions comme les combustibles biogènes, l'hydrogène vert et l'électricité, de même que pour déployer les premières solutions de CUSC à grande échelle.



### 3 | Codes, normes et spécifications

## PLAN D'ACTION

Nous travaillerons avec la communauté des acteurs concernés pour intégrer aux guides, aux codes, aux normes et aux spécifications la performance à faible émission de carbone, ainsi que les considérations opérationnelles entourant le carbone intrinsèque et la gestion des émissions de carbone dans la conception des bâtiments et des infrastructures. Nous continuerons notre collaboration avec le gouvernement et le milieu de l'ingénierie et de la conception afin de promouvoir l'adoption de spécifications fondées sur les performances afin de permettre la plus grande réduction possible des émissions de carbone selon le projet. Nous demanderons que l'on comble les lacunes en matière de recherche, de réglementation et de technologies pour réduire les risques liés aux matériaux et aux techniques à faible empreinte carbone, et élargir et transformer le secteur de la construction au Canada qui doit s'inscrire dans une économie innovante peu gourmande en carbone.

Les codes, les normes et les spécifications fixent les exigences minimales obligatoires en ce qui concerne les infrastructures et visent à garantir la sécurité. Ils doivent évoluer pour que les pratiques de construction puissent tenir compte des changements climatiques, mais aussi favoriser, en plus de la sécurité, les innovations canadiennes pour les matériaux et les techniques à faible empreinte carbone. En d'autres termes, il faut « atténuer les risques » et faire connaître les solutions innovantes aux concepteurs et aux constructeurs, qui privilégient souvent les méthodes éprouvées pour que les projets respectent le délai et le budget impartis.

Lorsque les codes intégrant les considérations climatiques et les normes fondées sur la performance deviendront obligatoires, les attentes seront plus élevées par rapport aux techniques à faible émission de carbone et résilientes, que ce

soit pour l'approvisionnement, la conception, la construction, l'exploitation ou la modernisation des infrastructures. Le secteur public, ou encore les chefs de file de l'industrie, pourraient instaurer volontairement des normes dans leurs critères d'approvisionnement et de financement, et ce, pour réduire les risques et intégrer les nouvelles technologies et les nouveaux matériaux à faible empreinte carbone dans la conception et la construction. Si beaucoup de codes, de normes et de spécifications indiquent déjà qu'ils sont « fondés sur la performance », il reste de nombreuses « exigences prescriptives » résiduelles, rattachées aux pratiques antérieures, qui limitent la capacité à réduire les émissions de carbone. La teneur minimale en ciment et la limitation de l'ajout de matériaux cimentaires supplémentaires (MCS) sont deux exemples de spécification faisant souvent obstacle à la réduction des émissions de carbone pour les produits en béton.



### 0 PLAN D'ACTION

Nous demanderons et soutiendrons les efforts de sensibilisation des marchés publics quant à l'approvisionnement en matériaux ayant une empreinte carbone de plus en plus faible, et à l'adoption d'exigences fondées sur la performance pour les projets dans le but de stimuler l'innovation. Nous collaborerons avec les gouvernements pour générer des occasions de formation et d'échange de connaissances sur la création de mélanges de béton de plus en plus faibles en carbone, ce qui comprend le fait de mettre en œuvre certains projets qui feront la démonstration de produits et processus nouvellement commercialisés au moyen de subventions de recherche appliquée, de primes d'assurance ou de crédits d'impôt.

Les marchés publics peuvent contribuer à la décarbonation des matériaux de construction. Les projets d'infrastructure gouvernementaux consomment environ 40 % du ciment produit dans le monde. Si le secteur public prenait l'engagement à long terme d'acheter des matériaux à faible empreinte carbone, cela enverrait à l'industrie le signal qu'il est important et judicieux d'investir dans la décarbonation.

Le gouvernement du Canada exigera la communication du carbone intrinsèque des matériaux structurels utilisés dans les grands projets de construction à partir de 2022, et une réduction de 30 % de ce carbone intrinsèque à partir de 2025. Le premier produit visé, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2023, est le béton prêt à l'emploi — une

mesure que notre industrie a contribué à élaborer et qu'elle a défendue.

Le gouvernement fédéral s'est aussi engagé à adopter une nouvelle stratégie favorisant l'achat de produits propres pour encourager et privilégier l'utilisation de matériaux et de produits à faible empreinte carbone dans les projets d'infrastructure canadiens. Ces mesures contribueront à améliorer notre capacité à produire du ciment et des produits en béton à faible teneur en carbone. En plus de soutenir le secteur privé, le gouvernement fédéral devra en faire davantage pour exercer une influence sur les politiques d'approvisionnement écologique aux niveaux provincial et municipal, qui signent la majeure partie des contrats d'infrastructures.<sup>24</sup>

### Favoriser l'achat de produits propres

La stratégie favorisant l'achat de produits propres est une politique d'approvisionnement alignée sur les politiques climatiques et économiques. Elle intègre certaines exigences visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre provenant des matériaux de construction dans les achats du gouvernement. L'industrie canadienne du ciment, qui s'est engagée à concrétiser ce programme au Canada, joue un rôle de premier plan dans sa mise en œuvre. L'industrie du ciment et du béton est la première à produire des données régionales d'inventaire du cycle de vie en vue d'accroître la transparence des décisions concernant la réduction des émissions de carbone, et le béton est le premier matériau à faire l'objet d'une exigence dans le cadre de la [norme sur le carbone intrinsèque en construction](#) du gouvernement du Canada.



## 5 | Données de qualité et comptabilisation du carbone

### 0 PLAN D'ACTION

Nous travaillerons sur l'ensemble de la chaîne de valeur du ciment et du béton pour améliorer la collecte des données. Nous collaborerons aussi avec les gouvernements, les experts en analyse du cycle de vie (ACV) et d'autres intervenants pour mettre au point une comptabilisation du carbone qui soit transparente, évite l'inscription des éléments en double et comporte des mesures de performance adéquates.

Les secteurs canadiens du ciment et du béton sont à la fine pointe de la comptabilisation et de la déclaration des émissions de carbone. Les deux ont adopté les déclarations environnementales de produits (EPD), pour chaque région et pour l'ensemble de l'industrie, comme moyen de quantifier et de confirmer les améliorations réalisées pour réduire ces émissions. Toutes les cimenteries du Canada, ainsi qu'un nombre croissant de fabricants de béton publient également les DEP de leurs installations individuelles.

Dans notre plan d'action, nous faisons état de nombreuses lacunes importantes en matière de données (par exemple, le manque de données précises sur les volumes de béton et les mélanges de béton utilisés pour les différentes catégories d'infrastructures). Notre industrie devra y remédier en améliorant la modélisation et la production de rapports sur notre plan d'action vers le net-zéro.

Il reste encore beaucoup à faire pour améliorer la disponibilité, la qualité, la cohérence et la comparabilité des données sur les émissions de carbone pour l'ensemble de la chaîne de valeur du ciment et du béton, mais aussi d'autres produits de construction, comme l'acier et le bois. Cela limite notre capacité à établir des valeurs de référence concernant les matériaux et les projets, et mine la confiance du marché dans les stratégies de réduction des émissions de carbone.



# Concrétiser le béton zéro

**Notre plan d'action net-zéro se veut une feuille de route ambitieuse pour faire du béton un matériau net-zéro d'ici 2050.**

**Toutefois, ce plan ne peut être réalisé par l'industrie à elle seule. Les partenariats et la collaboration seront cruciaux.**

La liste suivante de recommandations se concentre sur des mesures ciblées et facilitantes, qui aplaniront les obstacles auxquels l'industrie du ciment et du béton est confrontée et renforceront sa capacité à atteindre ses objectifs.



## Actions des gouvernements

### 1

#### **Politiques gouvernementales ambitieuses, prévisibles et durables.**

Pour atteindre son objectif net-zéro, l'industrie a besoin que les gouvernements adoptent des politiques claires harmonisant les programmes et les incitatifs pour favoriser les investissements dans les nouvelles technologies qui réduisent les émissions et l'amélioration de l'efficacité des matériaux. Une tarification du prix du carbone durable et prévisible est une base nécessaire qui doit être associée à un cadre réglementaire et à des programmes de financement pour soutenir la décarbonisation de l'approvisionnement et l'expansion de produits à émission de carbone faibles ou à zéro émission nette. Les politiques et les programmes conçus pour l'industrie doivent tenir compte de facteurs tels que les cycles d'investissement qui lui sont propres, son niveau de préparation technologique, sa consommation d'énergie et son exposition aux échanges commerciaux. Les mécanismes d'ajustement du carbone à la frontière sont essentiels pour protéger les industries exposées au commerce à forte intensité énergétique contre la concurrence déloyale des administrations qui n'ont pas de tarification du prix du carbone en place.

Les gouvernements doivent réévaluer périodiquement les règles d'autorisation pour protéger le bien public, ce qui comprend le soutien à la mise à jour des pratiques industrielles afin de permettre des réductions d'émissions. Il s'agit notamment de soutenir les investissements cruciaux dans les infrastructures en facilitant le passage du charbon au gaz naturel et à d'autres combustibles de substitution; en élargissant l'utilisation des énergies renouvelables et du stockage dans les installations industrielles; en facilitant l'approvisionnement en combustibles propres; en installant des réseaux de recharge pour les véhicules moyens et lourds à zéro émission; et en déployant des infrastructures de transport et de stockage relatives aux solutions de CUSC. Il y a aussi lieu de moderniser la réglementation applicable. Les conséquences involontaires de la réglementation peuvent nuire aux principaux efforts de réduction d'émissions de carbone dans l'ensemble de l'industrie. En ce sens, il faut mieux comprendre et coordonner les interactions entre les politiques, et entre les différents ministères et ordres de gouvernement.

## 2

### **Programmes gouvernementaux de financement ciblant le soutien au déploiement de technologies industrielles à émissions nulles ou presque nulles.**

Différents mécanismes de financement pourraient être mis en place, par exemple des subventions directes, des crédits d'impôt, des prêts à faible taux d'intérêt et à des conditions préférentielles, ainsi que des instruments de financement mixte. Cela pourrait également prendre la forme d'aides ciblées et spécialisées, telles que les contrats relatifs au carbone fondés sur les différences qui viseraient les défis et les risques uniques entourant le premier déploiement commercial des technologies à émissions nulles ou presque nulles de carbone, y compris les CUSC.

## 3

### **Investissements soutenus des gouvernements dans les infrastructures d'énergie propre.**

Dans la plupart des cas, le déploiement des moyens les plus efficaces pour réduire les émissions à l'échelle industrielle nécessitera des investissements considérables dans l'énergie, les transports et les infrastructures. Pour pouvoir délaissier le charbon au profit des combustibles de substitution, comme dans le cas des fours fonctionnant à l'hydrogène vert, il faudra une capacité supérieure de production et de livraison de combustibles pour un usage industriel. Le passage à l'électricité produite à partir de sources propres peut appeler des investissements dans l'amélioration de l'approvisionnement, du réseau, de la transmission, de la distribution et autres. La transition des flottes industrielles vers des véhicules à zéro émission exige un approvisionnement en carburant propre, des sites de recharge et des infrastructures de soutien. La mise en œuvre du CUSC doit reposer sur un plan national de construction de réseaux régionaux de pipelines de CO<sub>2</sub> qui relieront les générateurs aux technologies d'utilisation et aux sites de séquestration, particulièrement en dehors des corridors pétroliers et gaziers traditionnels. En parallèle, pour mettre en place toutes ces infrastructures, il faudra un approvisionnement fiable en matériaux, notamment en béton à faible teneur en carbone. Tous ces efforts devront être soutenus par les pouvoirs publics, par exemple au moyen de

mesures incitatives, en particulier au cours des premières étapes de mise en œuvre, pendant que les marchés se développent.

## 4

### **Soutien gouvernemental à la recherche, au développement et à la démonstration.**

Il faut accroître le soutien à la recherche, au développement et à l'innovation au moyen de projets de collaboration avec la chaîne de valeur du ciment et du béton, et ce, en utilisant des mécanismes de financement public et d'investissement avec partage des risques. Ces efforts doivent être axés sur l'innovation concernant les technologies et les matériaux en vue de leur commercialisation, dans le but de faire des démonstrations ciblant les premiers utilisateurs potentiels pour les convaincre et accélérer le déploiement à grande échelle des solutions à faible empreinte carbone. Pour y arriver, on pourrait miser sur des pôles d'innovation auxquels participeraient des acteurs de la chaîne de valeur du ciment et du béton, des secteurs des technologies propres et des matériaux, et du secteur public.

## 5

### **Accélération de l'adoption du béton à faible teneur en carbone en tirant parti des codes, des normes et des marchés publics.**

L'argent public dépensé dans les infrastructures devrait nous aider à prévenir et à atténuer les changements climatiques, ainsi qu'à résister leurs effets.

La révision des codes, des normes et des processus d'approvisionnements du secteur public accélérera l'adoption ciments et de produits en béton à faible teneur en carbone. Il faut également établir des normes ambitieuses en matière de performance énergétique pour les bâtiments, des normes suffisamment exigeantes et détaillées, par exemple en ce qui concerne le carbone intrinsèque. Enfin, pour obtenir des résultats plus durables, nous devons intégrer l'exigence de neutralité envers les matériaux et les technologies, ainsi que la performance du cycle de vie du CO<sub>2</sub>, à la réglementation, aux normes et aux méthodes de comptabilisation du carbone dans le secteur de la construction, ainsi que dans les marchés publics, l'objectif étant d'obtenir des réductions d'émissions de plus en plus importantes au fil du temps.

# Actions des gouvernements et le secteur privé

## 6

### Politiques qui permettent la création de marchés distincts pour la **production de matériaux net-zéro ou presque net-zéro.**

L'industrie canadienne du ciment et du béton est prête à relever le défi de produire de plus en plus de ciment et de béton à faible teneur en carbone en vue d'atteindre l'objectif net-zéro d'ici 2050. Cependant, alors que l'industrie produit ces matériaux, il faut stimuler la demande de matériaux à émissions nulles ou presque nulles, et ce, afin de développer le marché et de soutenir les investissements privés dans les technologies et la fabrication net-zéro.

Dans cette optique, il faut prioriser les programmes et les politiques gouvernementaux, comme les contrats relatifs au carbone fondés sur les différences, les codes, les normes et les spécifications, et les marchés publics verts ou à faibles émissions de carbone. Dans le secteur privé, on pourrait utiliser le carbone intrinsèque comme indicateur de performance, et ainsi favoriser l'achat des matériaux de construction net-zéro ou presque net-zéro.

## 7

### Net-zéro comme paramètre de **conception essentiel.**

Pour atteindre le net-zéro, nous devons agir à toutes les étapes de la chaîne de valeur du ciment et du béton. Les gouvernements et le secteur privé doivent veiller à ce que la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> devienne un paramètre de conception au même titre que la qualité, le coût, la rapidité et les exigences spécifiques du projet. Il faudrait par exemple procéder à une analyse du cycle de vie (ACV) de l'ensemble pour tous les projets d'infrastructure qui tiennent compte à la fois des émissions liées à l'exploitation et du carbone intrinsèque.

## 8

### Adoption de normes de **performance pour tous les matériaux de construction.**

Si des matériaux à base de ciment et de béton à faible teneur en carbone sont offerts dans plusieurs marchés au Canada, leur adoption est entravée par des politiques d'approvisionnement trop restrictives, ou arbitrairement prescriptives, tant dans le secteur privé que dans le secteur public.

En établissant des normes de conception et de matériaux fondées sur les performances, le ciment et les produits en béton à faible teneur en carbone tels que les ciments portland au calcaire, les cendres volantes, le laitier et les MCS et les adjuvants, pourront permettre une plus grande réduction d'émissions dans les applications, tout en ne compromettant pas les qualités qui font la renommée du béton : résistance, durabilité, élasticité et polyvalence.

# Actions de l'industrie du ciment et du béton

## 9

**Poursuite de la création de partenariats au sein de toute la chaîne de valeur.**

Nous devons établir des partenariats plus solides entre l'industrie du ciment et du béton et la communauté des acheteurs, des architectes, des ingénieurs, des concepteurs et des constructeurs. Ensemble, nous devons nous attaquer aux obstacles systémiques à l'optimisation de la conception et la construction des structures en béton, et en accordant la priorité à la performance en matière de CO<sub>2</sub> lors de l'approvisionnement, de la conception et de la construction.

## 10

**Augmentation de l'information, de la sensibilisation et du dialogue au sein des communautés partout au Canada.**

L'industrie du ciment et du béton doit mieux informer et sensibiliser les communautés, et échanger avec elles dans le cadre d'un dialogue constructif sur les mesures prises à l'échelle locale pour réduire les émissions, notamment à propos du réacheminement des déchets et des sources de combustible à faible teneur en carbone. Ce dialogue sera crucial pour comprendre le rôle important de l'industrie dans la bonne gestion de la santé publique.





# Appel à l'action

On peut dire que la civilisation humaine repose littéralement sur des fondations en béton. Cependant, l'ironie de la situation n'échappe pas aux personnes travaillant dans notre industrie : le matériau même qui a permis à la civilisation de progresser jusqu'à présent contribue à la crise climatique qui menace aujourd'hui notre monde — et notre mode de vie ici, au Canada.

En tant que personnes qui chérissent leurs proches, en tant que Canadiens et professionnels fiers de travailler dans le secteur du ciment et du béton, nous sommes déterminés à relever le défi qui se présente à nous. Nous sommes convaincus que notre industrie — qui foisonne de gens innovants, ingénieurs et travailleurs — jouera un rôle central pour aider le Canada à atteindre son objectif de devenir net-zéro.

Nous savons également que nous ne pouvons pas y arriver seuls. Nous devons tous travailler ensemble — les gouvernements à tous les niveaux, les industries et les entreprises de toutes sortes, les alliés et partenaires du secteur du béton, ainsi que les citoyens, les visionnaires et les entrepreneurs de toutes les régions du Canada — pour concrétiser cet objectif prioritaire.

Si on veut arriver à destination, il faut faire un premier pas, et c'est ce que représente pour notre industrie **Béton zéro**.



# Glossaire

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

**Albédo** : Mesure de la quantité d'énergie solaire réfléchi par une surface ou un objet, souvent exprimée en pourcentage. Les surfaces claires, qui réfléchissent l'énergie solaire, ont un albédo élevé, tandis que les surfaces foncées, qui absorbent l'énergie solaire, ont un albédo faible.

**Biomasse** : Source d'énergie constituée de matières organiques, comme les résidus de bois, les produits du papier ou les déchets domestiques organiques.

**Calcination** : Chauffage des solides à une température élevée dans le but d'éliminer les substances volatiles, d'oxyder une partie de leur masse ou de les rendre friables. La calcination est parfois considérée comme un procédé de purification. Dans le cas du ciment, le calcaire est calciné pour produire de la chaux, ensuite utilisée pour fabriquer le clinker.

**Captage, utilisation et stockage du carbone (CUSC)** : 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.

**Carbonatation** : Processus naturel, aussi appelé absorption de carbone, qui survient quand le béton réagit avec le CO<sub>2</sub> présent dans l'air. La quantité exacte de CO<sub>2</sub> que le béton peut réabsorber ne peut dépasser celle émise lors de la calcination du calcaire dans la fabrication du ciment. (Ces émissions, connues sous le nom d'émissions de CO<sub>2</sub> liées aux procédés, correspondent environ aux deux tiers du CO<sub>2</sub> intrinsèque dans le béton.) La quantité réelle de carbone absorbé varie selon un ensemble de paramètres, notamment la classe de résistance, les conditions d'exposition, l'épaisseur de l'élément en béton, les possibilités de recyclage et l'usage secondaire.

**Carbone intrinsèque** : 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.

**Carboneutre** : Lorsqu'elles sont équilibrées, les émissions de gaz à effet de serre sont égales aux émissions évitées. Le terme « carboneutralité », qui est générique, scientifiquement valide et exhaustif, renvoie à l'équilibre entre les émissions anthropogéniques et l'absorption anthropogénique à l'échelle mondiale. Une organisation, tout comme un produit ou un service, ne peut pas être carboneutre en elle-même, mais elle peut contribuer à la carboneutralité d'un point de vue global.

**Cendres volantes** : Sous-produit de la combustion du charbon servant à produire de l'électricité et qui est utilisé comme matériau cimentaire supplémentaire.

**Ciment blanc** : Ciment Portland qui se distingue du ciment gris principalement par sa couleur. On paramètre le procédé de fabrication de manière à obtenir un produit fini blanc. Le ciment blanc est principalement utilisé à des fins architecturales telles que les murs-rideaux et les panneaux de revêtement préfabriqués, les surfaces en terrazzo, le stuc, la peinture au ciment, le coulis de carrelage et le béton décoratif.

**Ciment gris** : Ingrédient actif du béton qui représente entre 10 et 15 % de sa masse. Il est fabriqué en broyant finement du clinker et du gypse. D'autres matériaux peuvent être ajoutés pour produire des ciments aux qualités spécifiques, par exemple du calcaire pour produire du ciment Portland au calcaire.

**Ciment Portland au calcaire** : Ciment obtenu par interbroyage du calcaire avec du clinker de ciment Portland, conformément à la norme A3001 de l'Association canadienne de normalisation.

**Clinker** : 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.

**Coke de pétrole** : Produit dérivé du raffinage du pétrole parfois utilisé comme combustible dans la fabrication du ciment.

**Combustibles biogènes** : Matière organique combustible produite par des organismes vivants, mais non fossilisée ou dérivée de ressources fossiles.

**Compensation carbone** : Crédits de réduction des émissions accordée à une partie qui peuvent être vendue à une autre partie pour compenser ses émissions. Généralement mesurés en tonnes d'équivalents de CO<sub>2</sub>, les crédits de compensation carbone sont achetés et vendus par l'intermédiaire de courtiers internationaux, de détaillants en ligne et de plateformes d'échange.

**Contenu biogénique** : Quantité de matière naturelle dans un combustible.

**Déclarations environnementales de produits (EPD)** : 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** : 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 brutes absolues de carbone** : Quantité totale d'émissions de gaz à effet de serre.

**Émissions de combustion** : Émissions libérées par les combustibles utilisés pour chauffer les fours à ciment.

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

**Fuite de carbone** : 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.

**Hydrogène vert** : Hydrogène produit par un procédé d'électrolyse alimenté par des sources d'énergie propre et renouvelable.

**Laitier de haut fourneau** : Sous-produit de la fabrication de l'acier qui peut être utilisé comme matériau cimentaire supplémentaire.

**Liant** : Matériau qui lie tous les matériaux du béton entre eux. Exemples : ciment, cendres volantes, laitier, fumée de silice.

**Matériau cimentaire supplémentaire (MCS)** :

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.

**Matériaux cimentaires** : 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 vierges** : Matériaux, comme les roches, le béton ou les agrégats, utilisés pour la première fois.

**Mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF)** : Politique qui vise à réduire le risque de fuite de carbone en appliquant un prix du carbone aux importations de certains biens.

**Net-zéro (Zéro émission nette de carbone)** : Situation où la somme de toutes les émissions de gaz à effet de serre (GES) se rapportant à un actif ou à un produit, qu'elles soient intrinsèques ou liées à l'exploitation, est égale à zéro sur l'ensemble de son cycle de vie, y compris l'élimination.

**Pouzzolane** : Matériau siliceux et alumineux qui, en présence d'humidité, réagit chimiquement avec l'hydroxyde de calcium pour former des composés possédant des propriétés cimentaires. Exemples : argiles kaoliniques calcinées, cendres volantes, cendres volcaniques et fumées de silice.

**Ratio clinker/ciment** : Proportion de clinker qui entre dans la composition du ciment.

**Surdimensionnement** : Utilisation d'une quantité excessive de ciment dans le béton, par opposition à une conception qui prévoit en fonction des besoins spécifiques du projet de construction en vue de réduire la surproduction et les émissions inutiles.



# Annexe : Béton zéro en chiffres

## Notre plan d'action, *Béton zéro*, explique comment l'industrie canadienne du ciment et du béton

prévoit devenir net-zéro d'ici 2050. Ce plan, qui engage les cinq sociétés membres de l'Association canadienne du ciment ainsi que leurs installations affiliées, a été élaboré en collaboration avec nos alliés de l'industrie du béton. Si les données sur les émissions présentées dans notre plan d'action s'éloignent quelque peu de celles du Rapport d'inventaire national du Canada, c'est que notre plan ne concerne que nos sociétés membres (c'est-à-dire 14 des 15 installations de fabrication de ciment au pays); de plus les champs d'application pris en considération et les méthodes de comptabilisation utilisées sont légèrement différents.

Comme nous l'indiquons dans le présent rapport, l'accès aux données dans l'ensemble de la chaîne de valeur du ciment, du béton et de la construction présente de nombreuses contraintes, que nous nous efforcerons d'aplanir au fil du temps. Ce rapport, qui s'appuie sur les meilleures données et modélisations à notre disposition, témoigne de notre engagement à l'égard de la transparence.

Toutes les cimenteries respectent les exigences réglementaires nationales en matière de déclaration, et tous les producteurs de ciment gris communiquent volontairement leurs données de production et d'émissions à la Global Cement and Concrete Association, qui maintient la base de données *Getting the Numbers Right*. Notre modélisation se fonde donc sur les données de référence (2020) relatives à la production de ciment et aux émissions provenant de ces rapports (lesquelles comprennent la production totale de clinker et de ciment, la calcination [procédé] et les émissions de combustion, ainsi que la consommation et la composition de l'énergie). En fonction de ces valeurs réelles, nous avons conçu un modèle pour estimer les paramètres de production du béton, en consultation avec les producteurs de béton et en tenant compte des données rapportées dans les DEP. Nous nous sommes également efforcés d'aligner autant que possible nos hypothèses sur celles adoptées dans la feuille de route vers le net-zéro de la Portland Cement Association, aux États-Unis, puisque nous avons les mêmes membres et le même marché intégré.

Notre modélisation a été élaborée de manière réfléchie avec l'aide de nos membres et de nos alliés de l'ensemble de la chaîne de valeur du ciment et du béton. Cet exercice représente d'une part un consensus sur les solutions disponibles pour conduire notre secteur vers un futur qui soit net-zéro, et d'autre part un engagement commun à poursuivre notre collaboration dans le but d'améliorer continuellement la qualité et l'étendue de nos données, et ce, pour

affiner notre modélisation, et accroître sans cesse la transparence et la communication de l'information.

*Béton zéro* s'appuie sur une approche prudente et se concentre sur les solutions de réduction des émissions de carbone qui existent à l'heure actuelle, et plus particulièrement celles dont le niveau de préparation technologique est égal ou supérieur à 6.<sup>25</sup> Si notre itinéraire jusqu'à 2030 est clair, nous savons que nous devons poursuivre la recherche et le développement dans différents domaines, comme la composition chimique du clinker, les technologies d'utilisation du carbone, l'innovation en matière de matériaux et les sources de combustibles propres telles que l'hydrogène, pour atteindre le net-zéro d'ici 2050. Les mises à jour subséquentes de ce plan feront état des progrès réalisés à mesure que les technologies seront éprouvées et commercialisées, et que la réduction d'émissions qui en découle sera vérifiable. Dans notre plan *Béton zéro*, nous ne prévoyons pas l'achat de droits d'émission de carbone pour réaliser notre objectif ultime.

Nous avons choisi 2020 comme année de référence pour notre plan d'action. On peut considérer cette année comme « typique » sur le plan de la production. Cela dit, il faut souligner que l'industrie est soumise aux cycles du marché et à d'autres variables économiques (par exemple, l'ampleur des investissements publics dans les infrastructures) pouvant entraîner des fluctuations importantes d'une année à l'autre dans la production, et donc aussi dans les émissions. Nous indiquerons à la fois l'intensité et les émissions absolues pour mieux tenir compte de ces fluctuations et brosser un juste portrait de nos progrès vers le net-zéro.

Nous avons supposé une croissance modeste de 1 % par année de la production de béton pour soutenir les investissements dans la construction et la rénovation d'infrastructures, ainsi que l'atteinte des objectifs économiques et climatiques du Canada. Cette croissance sera quelque peu compensée par les gains d'efficacité des matériaux de construction. Notons que, dans notre modèle, nous prévoyons une baisse de la production de clinker, l'ingrédient constitutif du ciment à forte intensité de carbone.

Dans notre plan *Béton zéro*, nous faisons état de nombreuses lacunes importantes en matière de données (par exemple, le manque de données précises sur les volumes de béton et les mélanges de béton utilisés pour les différentes catégories d'infrastructures). Notre industrie devra y remédier en améliorant la modélisation et la production de rapports sur notre plan d'action vers le net-zéro.

Nous publierons un rapport d'avancement au moins tous les cinq ans.

# Résumé

	2020	2030	2040	2050
Émissions – statu quo (Mt de CO <sub>2</sub> )	11,5 <sup>26</sup>	12,7	14,1	15,5
Améliorations – Clinker (Mt de CO <sub>2</sub> )		0,9	1,2	1,6
Améliorations – Ciment (Mt de CO <sub>2</sub> )		1,5	2,2	2,9
Amélioration – Béton (Mt de CO <sub>2</sub> )		0,5	2,0	3,7
Efficacité de la construction (Mt de CO <sub>2</sub> )		1,0	1,6	2,1
Absorption du carbone (Mt de CO <sub>2</sub> )		1,2	1,0	0,8
CUSC (Mt de CO <sub>2</sub> )		1,5	2,0	4,4
<b>Net Emissions (Mt CO<sub>2</sub>)</b>		<b>6,1</b>	<b>4,1</b>	<b>(0)</b>

## Réductions par rapport aux émissions de 2020 et au MSQ

### 2030

- 6,6 Mt de CO<sub>2</sub>, soit 52% par rapport au MSQ
- 5,4 Mt de CO<sub>2</sub> soit une réduction de 40% par rapport aux émissions de 2020

### 2040

- 9,9 Mt de CO<sub>2</sub>, soit 71% par rapport au MSQ
- 7,4 Mt de CO<sub>2</sub> soit une réduction de 59% par rapport aux émissions de 2020

### 2050

- Béton net-zéro

# Tableaux de données

## Clinker

2020

2030

2040

2050

### PRODUCTION DE CLINKER ET ÉMISSIONS (Mt = millions de tonnes métriques)

Production de clinker (Mt)	11,4	9,5	8,4	7,0
Augmentation nette du CaO provenant de matières premières décarbonées (%)	-	1,0 %	2,0 %	3,0 %
Émissions brutes absolues de clinker (Mt de CO <sub>2</sub> )	9,5	7,0	5,8	4,2
▪ Émissions des procédés (Mt de CO <sub>2</sub> )	6,0	5,0	4,4	3,6
▪ Émissions de combustion (Mt de CO <sub>2</sub> )	3,4	2,0	1,4	0,6

### MÉLANGE DE COMBUSTIBLES (% par pouvoir calorifique)

Charbon	26,7 %	5,0 %	0,0 %	0,0 %
Coke de pétrole	34,6 %	14,0 %	10,0 %	0,0 %
Gaz naturel	27,6 %	38,8 %	24,8 %	0,0 %
Autres combustibles fossiles (pétrole, diesel, etc.)	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,0 %
Combustibles de substitution non biogènes	8,3 %	20,0 %	30,0 %	30,0 %
Combustibles de substitution biogènes	2,7 %	20,0 %	30,0 %	55,0 %
Combustibles futurs (hydrogène, GNR, etc.)	0,0 %	2,0 %	5,0 %	15,0 %

### RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE CLINKER PAR RAPPORT À 2020

Matériaux décarbonés (Mt de CO <sub>2</sub> )	0,05	0,9	0,11
Mélange de combustibles (Mt de CO <sub>2</sub> )	0,8	1,1	1,5
<b>Total absolu des réductions brutes d'émissions de clinker (Mt de CO<sub>2</sub>)</b>	<b>0,9</b>	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>

## Hypothèses

- Le volume de production de clinker est fondé sur la demande supposée du marché pour le béton, lui-même fondé sur les données de 2020, avec une croissance de 1 % par année.
- Les émissions sont calculées en utilisant l'intensité de calcination pour l'année de référence (2020), soit 533 kg de CO<sub>2</sub> par tonne de clinker.
- Les émissions de combustion comprennent les combustibles utilisés pour alimenter les fours et les carburants utilisés, notamment, pour le transport sur site.
- Nos calculs concernant les combustibles sont fondés sur les valeurs d'intensité suivantes, dérivées du protocole de la Global Cement and Concrete Association entourant les émissions de CO<sub>2</sub> et la consommation d'énergie relatives au ciment, et qui représentent la norme de l'industrie en matière comptabilisation et de déclaration

## Valeurs de consommation d'énergie

	(Kg CO <sub>2</sub> /GJ)
Charbon	96,0
Coke de pétrole	92,8
Gaz naturel	56,1
Autres combustibles fossiles	75,0
Combustibles de substitution	85,0
Combustibles biogènes	0
Combustibles de l'avenir	0

# Ciment

2020

2030

2040

2050

## PRODUCTION DE CIMENT ET ÉMISSIONS CONNEXES

Production implicite de ciment (tonnes métriques)	12,7	12,7	12,3	11,7
Émissions brutes absolues de ciment (Mt de CO <sub>2</sub> )	9,5	7,1	5,9	4,4
Ratio clinker/ciment (%)	89 %	75 %	68 %	60 %

## PRODUCTION DE CIMENT

Proportion de calcaire (% du poids)	5,5 %	13,0 %	15,0 %	20,0 %
-------------------------------------	-------	--------	--------	--------

## CIMENTS MÉLANGÉS

Ciments mélangés (% du marché)	25 %	35 %	50 %
MCS dans les ciments mélangés (%)	20 %	20 %	20 %
Volume de CO <sub>2</sub> des MCS (Mt de CO <sub>2</sub> )	0,09	0,1	0,2

## RÉDUCTIONS DES ÉMISSIONS DU CIMENT PAR RAPPORT À 2020 (à l'exclusion des réductions attribuables au clinker mentionnées ci-dessus)

<b>Total des réductions brutes absolues résultant des améliorations apportées au ciment (Mt de CO<sub>2</sub>)</b>	<b>1,5</b>	<b>2,2</b>	<b>2,9</b>
--	------------	------------	------------

## Hypothèses

- Le volume de production de clinker est fondé sur la demande supposée du marché pour le béton, lui-même fondé sur les données de 2020, avec une croissance de 1 % par année.
- Les importations et les exportations ne sont pas prises en compte dans la production de ciment.
- Les émissions brutes absolues du ciment comprennent celles du clinker et des MCS.
- L'intensité carbonique supposée pour les MCS est celle du laitier, soit 147 kg de CO<sub>2</sub>/Mt.<sup>27</sup> Nous avons appliqué cette valeur à tous les MCS, ce qui surévalue les émissions, car d'autres MCS courants, tels que les cendres volantes, ont une intensité beaucoup plus faible (plus proche de 5 kg de CO<sub>2</sub>/Mt).
- Les ratios clinker/ciment comprennent un rajustement pour les ciments mélangés.
- Les émissions de CO<sub>2</sub> de type 2 liées à la production d'électricité représentent une petite fraction des émissions totales du ciment (environ 0,3 Mt en 2020). Nous faisons état, dans notre plan d'action, de ces émissions, mais ne les intégrons pas dans nos calculs bruts. Nous supposons plutôt qu'elles seront complètement éliminées d'ici 2050, conformément à l'engagement du Canada de décarboner le réseau à l'échelle nationale. De même, aucune réduction n'a été attribuée à la production d'électricité à partir de source renouvelable sur site.

## Production d'électricité externe

2020

2030

2040

2050

Consommation totale d'électricité (MWh)	1 832 219	1 832 219	1,832,219	1,832,219
Intensité de carbone moyenne du réseau national pondérée selon la production (kg CO <sub>2</sub> /MWh)	165	70	30	1,2
Émissions totales de la production d'électricité (Mt de CO <sub>2</sub> )	0,3	0,1	0,05	0,02

# Béton

**2020**
**2030**
**2040**
**2050**

## PRODUCTION DE BÉTON ET ÉMISSIONS CONNEXES

Émissions brutes totales du béton (Mt de CO <sub>2</sub> )	11,5	8,8	7,1	5,2
▪ Émissions brutes du ciment (Mt de CO <sub>2</sub> )	9,5	7,1	5,9	4,4
▪ Émissions provenant des MCS (Mt de CO <sub>2</sub> )	0,3	0,3	0,4	0,5

## ÉMISSIONS CIMENT

Quantité de ciment dans le béton (Kg/m <sup>3</sup> )	297	291	266	236
Émissions liées au ciment dans le béton (Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> )	221	163	128	89
Réductions des émissions de CO <sub>2</sub> provenant de la réduction de la quantité de ciment dans le béton (Mt CO <sub>2</sub> )		0.1	1.0	2.2

## ÉMISSIONS HORS CIMENT

Émissions liées à la fabrication – %	5 %	4 %	2 %	0 %
Émissions liées à la fabrication (Mt de CO <sub>2</sub> )	0,6	0,5	0,2	0
Émissions liées au transport – %	6 %	4 %	2 %	0 %
Émissions liées au transport (Mt de CO <sub>2</sub> )	0,7	0,5	0,2	0

## RÉDUCTIONS DES ÉMISSIONS DU BÉTON PAR RAPPORT À 2020

<b>Réduction des émissions de CO<sub>2</sub> hors ciment par rapport à la production de béton (Mt de CO<sub>2</sub>)</b>	<b>0,4</b>	<b>1,0</b>	<b>1,5</b>
Réductions des émissions de CO <sub>2</sub> provenant de la réduction de la quantité de ciment dans le béton (Mt de CO <sub>2</sub> )	0.1	1.0	2.2
Réductions brutes des émissions de CO <sub>2</sub> provenant de la phase de fabrication du béton (Mt de CO <sub>2</sub> )	0.5	2.0	3.7

## Hypothèses

- La production de béton est estimée en fonction d'une demande qui devrait croître de 1 % par année.
- Les nouvelles technologies, telles que les granulats artificiels à bilan carbone négatif, ne sont pas prises en compte, car le niveau de préparation technologique (TRL) est jugé trop faible à l'heure actuelle.
- L'intensité carbonique supposée pour les MCS est celle du laitier, soit 147 kg de CO<sub>2</sub>/Mt.<sup>28</sup> Nous avons appliqué cette valeur à tous les MCS, ce qui surestime les émissions, car d'autres MCS courants, tels que les cendres volantes, ont une intensité beaucoup plus faible (plus proche de 5 kg de CO<sub>2</sub>/Mt).
- Les émissions liées à la production d'électricité sont censées diminuer, conformément à l'engagement du Canada de décarboner le réseau à l'échelle nationale.
- Nous supposons que tout le ciment produit est consommé. La réduction des émissions attribuables à l'amélioration du ciment est prise en compte dans les calculs se rapportant au ciment et au clinker.

# Construction

	2020	2030	2040	2050
Production implicite et installation de béton (millions de m <sup>3</sup> )	42,8	47,3	52,2	57,7
Béton retourné (%)	6 %	3 %	2 %	1 %
Optimisation de la conception (%)		5 %	8 %	10 %
Économies réalisées grâce à l'efficacité accrue des matériaux (millions de m <sup>3</sup> de béton)		3,6	5,9	7,9
Réduction du CO <sub>2</sub> à l'étape de la construction (pour la production annuelle de béton) (Mt de CO <sub>2</sub> )		0,7	0,9	0,8
<b>Total des réductions brutes de CO<sub>2</sub> attribuables au béton installé dans la construction</b>		<b>1,0</b>	<b>1,6</b>	<b>2,1</b>

## Hypothèses

- Les réductions de CO<sub>2</sub> tiennent compte des améliorations apportées au ciment et aux mélanges de béton.
- L'efficacité des matériaux est établie en fonction de la réduction du volume de béton pour obtenir une performance fonctionnelle équivalente (optimisation de l'espacement des colonnes, dalles vides, etc.).

# Absorption du carbone

	2020	2030	2040	2050
<b>ÉMISSIONS LIÉES AUX PROCÉDÉS DE FABRICATION DU CIMENT ET AU BÉTON</b>				
Émissions liées aux procédés de fabrication du ciment (Mt de CO <sub>2</sub> )	6,0	5,0	4,4	3,6
Émissions brutes du béton (Mt de CO <sub>2</sub> )	11,5	8,8	7,1	5,2
<b>ABSORPTION DE CARBONE (Mt de CO<sub>2</sub>)</b>				
Phase d'utilisation	1,2	1,0	0,9	0,7
Fin de vie	0,1	0,1	0,08	0,07
Béton démolé utilisé comme agrégat	0,06	0,05	0,04	0,03
<b>RÉDUCTIONS DES ÉMISSIONS</b>				
Réductions de CO <sub>2</sub> attribuables à la carbonatation (Mt de CO <sub>2</sub> )	<b>1,4</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>0,8</b>
<b>Émissions brutes du béton après carbonatation (Mt de CO<sub>2</sub>)</b>	<b>10,1</b>	<b>7,6</b>	<b>6,1</b>	<b>4,4</b>

## Hypothèses

- Les pourcentages proviennent des données de l'IVL de niveau 1.
- Les émissions de calcination sont dérivées des calculs de portant sur le clinker et le ciment ci-dessus.
- Les émissions de type 2 ne sont pas incluses dans ce tableau; cependant, leur importance relative est faible, environ 300 000 tonnes en 2020. De plus, nous supposons une décarbonation complète du réseau d'ici 2050.

## Captage, utilisation et stockage du carbone

	2030	2040	2050
Émissions restantes à traiter au moyen du CUSC (Mt de CO <sub>2</sub> )	7,6	6,1	4,4
Émissions réduites grâce aux solutions de CUSC (Mt de CO <sub>2</sub> )	1,5	2,0	2,0
<b>Besoin net de CUSC (Mt de CO<sub>2</sub>)</b>	<b>6,1</b>	<b>4,1</b>	<b>2,4</b>

### Hypothèses

- Les projets de CUSC sont ceux actuellement prévus ou annoncés. Les réductions d'émissions qui leur sont attribuées sont des projections. Les chiffres seront mis à jour à mesure que les données seront disponibles.
- Les projets de CUSC comprennent les émissions de type 2 projetées.
- Les émissions restantes renvoient à des réductions possibles, pour les projets de CUSC, une fois que toutes les autres mesures de réduction des émissions de carbone seront intégralement déployées et auront suivi leurs cours.

# Références

- 1 Dans le présent rapport, l'expression « industrie canadienne du ciment » désigne les cinq membres de l'Association canadienne du ciment. Si nos chiffres diffèrent légèrement de ceux du Rapport d'inventaire national du Canada, c'est parce que ce dernier englobe six entreprises et 15 cimenteries au Canada. Le présent plan d'action, centré sur le ciment gris, exclut la production et les émissions d'une installation au Canada qui produit exclusivement du ciment blanc. Cela dit, l'engagement de l'industrie dans son ensemble à l'égard du béton net-zéro est le même pour tous les membres.
- 2 Ce résultat a été obtenu grâce aux déclarations environnementales de produits (DEP) propres à chaque région concernant le ciment et le béton, ainsi qu'à des DEP propres aux installations de type III se rapportant au ciment, et ce, pour un nombre croissant de fabricants de béton.
- 3 Cela comprend les cendres volantes récoltées, c'est-à-dire celles qui n'ont pas été utilisées au moment de leur production, mais plutôt rejetées dans des décharges ou des bassins de retenue en vue de leur élimination.
- 4 Cela est attribuable aux infrastructures physiques et au cadre réglementaire en Alberta. Des capacités de stockage existent en Saskatchewan, mais il n'y a pas de cimenteries dans cette province.
- 5 <https://ressources-naturelles.canada.ca/changements-climatiques/lavenir-vert-canada/strategie-de-captage-dutilisation-et-de-stockage-du-carbone/23722>
- 6 <https://ised-isde.canada.ca/site/clean-growth-hub/en/roadmap-net-zero-carbon-concrete-2050?auHash=wPIhRBhz47OUROIkYSDBr5u1r3SsZKvzke3n2KpJ-M>
- 7 <https://www.ivl.se/projektwebbar/co2-concrete-uptake.html>
- 8 Exception faite de Federal White Cement, un fabricant de ciments architecturaux spécialisés ayant des besoins particuliers en matière de fabrication.
- 9 Le Rapport d'inventaire national prend en considération toutes les cimenteries du Canada, tandis que le présent plan d'action ne s'applique qu'aux membres de l'Association canadienne du ciment, qui représentent toutes les cimenteries du Canada, sauf une.
- 10 Plus précisément, notre plan d'action ne tient compte que des technologies dont le TRL (niveau de préparation technologique) est supérieur à 6, susceptibles d'être mises en œuvre pendant sa réalisation. Nous n'avons pas inclus les technologies dont le TRL est inférieur à 6. Pour une meilleure compréhension des niveaux de TRL, voir : <https://iea.imgix.net/1ad3e6c7-e13d-4257-b293-3db136482a8b/TechnologyreadinesslevelscalesappliedbytheIEA>.
- 11 La chaleur intense et le long temps de séjour (durée pendant laquelle les combustibles réagissent dans le four) créent un environnement de combustion très efficace, capable de brûler en toute sécurité des matériaux impropres à la combustion, sans impact mesurable sur les émissions atmosphériques autres que les GES et sans production de cendres résiduelles, comme ce serait le cas dans un incinérateur, par exemple.
- 12 Certaines études portent à croire que l'on supprime un volume important d'émissions en évitant de mettre ces matériaux dans des sites d'enfouissement, jusqu'à trois fois la réduction directe des émissions de combustion. Toutefois, il reste difficile de quantifier systématiquement ces gains, ce pourquoi nous n'en tenons pas compte dans notre plan d'action.
- 13 Intensité de carbone supposée du plastique, laquelle pourrait s'améliorer avec le temps.
- 14 Cela comprend un ajustement pour tenir compte des ciments mélangés.

- 15 Pour en savoir plus : <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2017.02.002>, et Antunes, R. L. Santos, J. Pereira, P. Rocha, R. B. Horta et R. Colaço. Alternative Clinker Technologies for Reducing Carbon Emissions in Cement Industry: A Critical Review. *Materials (Bâle)* ». 28 décembre 2021; 28;15(1):209. doi : 10.3390/ma15010209. PMID : 35009355 ; PMCID : PMC8746203.
- 16 Cela pourrait inclure les liants de substitution sur lesquels travaille l'American Concrete Institute, voir ce document de l'ACI ITG10 pour en savoir plus.
- 17 Certains MCS, comme les cendres volantes et le laitier, émettent des CO<sub>2</sub> lors de leur phase de production, et nous en avons tenu compte dans notre modélisation.
- 18 Au moment de la publication de ce document, les données réelles sur la production de béton ne sont pas fiables. Par conséquent, nous avons estimé la production totale de béton en fonction de la quantité de ciment produite cette année-là. Nous nous engageons à combler ce manque de données (entre autres choses) dans les versions ultérieures de notre plan d'action.
- 19 On estime que les trois ordres de gouvernement au Canada consomment ensemble environ 30 % de tout le béton produit. Ces entités peuvent donc exercer une forte influence sur la demande de solutions à faible empreinte carbone.
- 20 Les émissions de type 2 du ciment découlant de la production d'électricité hors site sont indiquées séparément en annexe. Bien qu'il soit difficile d'obtenir des chiffres précis sur la consommation d'électricité des usines de béton, dans notre modèle, nous utilisons le volume hypothétique d'émissions généré par la production d'électricité à l'échelle du pays.
- 21 Soulignons que l'utilisation de granulats de béton recyclé permet également d'éviter en partie la consommation d'énergie, les émissions et l'utilisation des ressources naturelles qui résultent normalement de l'extraction et du traitement des granulats, ce qui contribue à une approche circulaire.
- 22 L'une d'entre elles, dirigée par le Conseil du bâtiment durable du Canada, s'intitule *Burying Carbon in Buildings: Advancing Carbon Capture and Utilization in Cementitious Building Materials (Enfouir le carbone dans les bâtiments : Promouvoir le captage et l'utilisation du carbone dans les matériaux cimentaires des bâtiments)*. À ce sujet, consulter <https://www.cagbc.org/news-resources/cagbc-news/cagbc-u-of-t-to-receive-1-7-million-contribution-for-carbon-capture-study/>
- 23 Les émissions de type 2 ne sont pas incluses dans ce tableau; cependant leur importance relative est faible, environ 300 000 tonnes en 2020. De plus, nous supposons une décarbonation complète du réseau d'ici 2050.
- 24 Les achats du gouvernement fédéral ne représentent que 4 % de l'ensemble des dépenses publiques et moins de 1 % de l'ensemble des dépenses d'infrastructure au Canada (voir <https://cleanenergycanada.org/wp-content/uploads/2022/10/CEC-MoneyTalks-Final-Web.pdf>).
- 25 Pour mieux comprendre les niveaux de préparation technologique (TRL), voir <https://iea.imgix.net/1ad3e6c7-e13d-4257-b293-3db136482a8b/TechnologyreadinesslevelsappliedbytheIEA>.
- 26 Ce chiffre diffère de celui du Rapport d'inventaire national du Canada parce que ce dernier ne fait état que des émissions directes liées à la production de ciment, alors que nous avons pris en compte les émissions de carbone provenant de la chaîne de valeur au sens large, ce qui comprend notamment le béton et les carburants utilisés pour le transport entre les installations.
- 27 Conformément à la déclaration environnementale des produits pour le ciment de laitier : [https://www.slagcement.org/\\_files/ugd/7a9259\\_077074050db442d2a001cd2d2fdc2afc.pdf](https://www.slagcement.org/_files/ugd/7a9259_077074050db442d2a001cd2d2fdc2afc.pdf)
- 28 Conformément à la déclaration environnementale des produits pour le ciment de laitier : [https://www.slagcement.org/\\_files/ugd/7a9259\\_077074050db442d2a001cd2d2fdc2afc.pdf](https://www.slagcement.org/_files/ugd/7a9259_077074050db442d2a001cd2d2fdc2afc.pdf)

# BÉTON ZÉRO



Association  
Canadienne  
du Ciment

[cement.ca](http://cement.ca)