


LA PROCHAINE VAGUE D' ACTIONS CLIMATIQUES



Comment la **circularité** peut contribuer à la réduction des émissions au Canada



Résumé exécutif

L'intérêt mondial pour le passage à une économie circulaire dans laquelle « les produits sont fabriqués pour durer plus longtemps, les communautés partagent les ressources et économisent de l'argent, et les entreprises entretiennent, réutilisent, remanufacturent et recyclent les matériaux pour créer plus de valeur pour la population d'aujourd'hui et les générations futures », croît rapidement (gouvernement du Canada, 2022a). Soixante-dix-neuf pays ont mentionné l'adoption de mesures d'économie circulaire dans leurs dernières soumissions sur les contributions déterminées au niveau national pour atteindre les objectifs climatiques.

L'intérêt pour l'économie circulaire se veut logique étant donné que de nombreuses études ont montré que les initiatives actuelles en matière de climat ne sont pas suffisantes pour maintenir le réchauffement en dessous de deux degrés Celsius ou pour atteindre les objectifs en matière de carboneutralité. Le Rapport sur l'écart de la circularité 2021 a révélé que la manutention et l'utilisation des matériaux étaient à l'origine de 70 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Le passage à des sources d'énergie sans carbone ou le captage du carbone peuvent permettre de réduire certaines de ces émissions, mais pas les émissions dans leur totalité.

Parallèlement, le Rapport sur l'écart de la circularité 2023 soulève qu'au cours des 50 dernières années, l'extraction de matériaux a plus que triplé, de sorte que le problème de la réduction des émissions associées à l'extraction des ressources, à la transformation et au cycle de vie des produits a augmenté au lieu de diminuer. Il s'agit d'une tendance inquiétante alors que des études ont également révélé que cinq des neuf « limites planétaires » clés ont déjà été dépassées.

La Fondation Ellen MacArthur, l'un des principaux défenseurs des approches circulaires, a suggéré que l'adoption de mesures de circularité dans quatre secteurs clés (le ciment, l'acier, le plastique et l'aluminium) pourrait réduire les émissions de 40 % d'ici 2050. En ce qui a trait aux secteurs agricole et alimentaire, elle suggère qu'une réduction de près de 50 % est possible dans le même laps de temps en se concentrant sur les pratiques circulaires et régénératives.

Le Canada n'en est qu'à ses débuts dans l'adoption et la mise en œuvre des principes de l'économie circulaire. Cela n'est pas surprenant, étant donné que le Canada est un pays riche en ressources. Mais même à cette étape, elle se heurte aux limites naturelles et les inquiétudes portant sur les conséquences sur l'air, l'eau, la terre et le climat découlant d'une économie du type « extraire, fabriquer, jeter » se multiplient.

Le passage à des systèmes d'énergie renouvelable nécessitera des ressources comme les métaux et le ciment. Répondre à cette demande par une extraction accrue des ressources risque d'entraîner une augmentation des émissions et des impacts environnementaux, tout en ne parvenant pas à combler les lacunes critiques. En intégrant les principes circulaires dans les plans visant à répondre à cette demande, le Canada peut être mieux préparé à réduire les répercussions et à garantir que le pays dispose des matériaux dont il a besoin.

Il n'est pas surprenant que des pays comme le Japon, qui ne disposent pas de ressources naturelles importantes, aient depuis longtemps adopté les principes de la circularité, qu'il s'agisse de la promotion de la symbiose industrielle (partage des déchets entre des industries situées au même endroit), du suivi rigoureux des flux de matériaux ou de l'élimination des obstacles à la participation des citoyens au recyclage et à la récupération des matériaux. Le Japon a développé un engagement culturel lui permettant de maximiser la valeur des ressources dont les autres pays peuvent tirer de nombreux enseignements.

La circularité va bien au-delà de l'amélioration du recyclage ou de la récupération et de la réutilisation des déchets. Elle exige un changement beaucoup plus radical des mentalités et des systèmes industriels, commerciaux et de consommation. Il s'agit d'éliminer les surplus de ciment ou d'acier des bâtiments, de prolonger la durée de vie des produits, de passer à des modèles de « produits en tant que services », de veiller à ce que les matériaux et les produits soient faciles à recycler grâce à une meilleure conception et à une contamination réduite, et de réduire la taille des habitations et des véhicules. Ce sont les types d'étapes qu'une véritable approche de la circularité exigera.

La mesure des impacts climatiques des approches circulaires est encore un travail en cours. Cependant, de nombreuses études universitaires et menées par des organisations non gouvernementales (ONG) ont fait sur le potentiel que représente la circularité pour réduire les émissions. Le *Circularity Gap Report [Rapport sur l'écart de la circularité] 2022*, par exemple, suggère qu'en adoptant les politiques de circularité qu'il propose, la demande en ressources peut être réduite de 28 % alors que les émissions de gaz à effet de serre peuvent être réduites de 39 %.

Cependant, une grande partie du potentiel de réduction des émissions de la circularité reste hypothétique, car même les pays ayant pris de solides engagements en matière de circularité, notamment les Pays-Bas, la Finlande et l'Écosse, commencent à peine à mettre en œuvre leurs feuilles de route pour atteindre une plus grande circularité. La Chine et le Japon ont possiblement réalisé de plus grands progrès grâce à leurs engagements rigoureux en matière de réduction des déchets et de réutilisation des matériaux, mais ces pays avaient déjà commencé ce travail avant d'adopter leurs stratégies de circularité actuelles.

La mesure de l'impact, quant à elle, est également un travail en cours alors que divers organismes internationaux s'efforcent de normaliser les approches de mesure et de mettre en place un cadre statistique solide pour mesurer correctement les résultats en matière d'émissions du passage à une plus grande circularité. Un meilleur suivi des flux de matériaux, un accord sur la comptabilisation des

émissions en fonction de la consommation plutôt que de la production, et la possibilité de compiler des comptes aux niveaux régional et national sont des tâches auxquelles les pays et les agences internationales continuent de s'atteler.

L'élaboration d'un ensemble de politiques et de mesures financières visant à encourager la circularité nécessitera également que l'on prête attention aux effets potentiels de rebond ou de retournement, lorsque l'adoption d'approches circulaires efficaces ou économiques augmente la demande de produits ou l'utilisation d'énergie, et entraîne une augmentation involontaire des émissions.

Il ne fait aucun doute, cependant, que l'économie mondiale doit devenir plus circulaire. Le monde extrait actuellement plus de 100 milliards de tonnes de ressources de la Terre chaque année, un niveau d'exploitation qui n'est tout simplement pas durable. Pour atteindre à la fois les objectifs climatiques et les objectifs de développement durable, le Canada doit s'orienter vers des approches d'économie circulaire qui peuvent rendre notre monde à la fois plus sain et plus prospère.

Le présent rapport donne un aperçu de l'état actuel de notre compréhension du potentiel de la circularité pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Si ces approches ne sont pas encore très développées dans la plupart des pays, il ne fait aucun doute que leur développement sera rapide au fur et à mesure que les pays commenceront à prendre conscience du potentiel que représente cette nouvelle vague d'actions climatiques.

Pour atteindre à la fois les objectifs climatiques et les objectifs de développement durable, le Canada doit s'orienter vers des approches d'économie circulaire qui peuvent rendre notre monde à la fois plus sain et plus prospère.

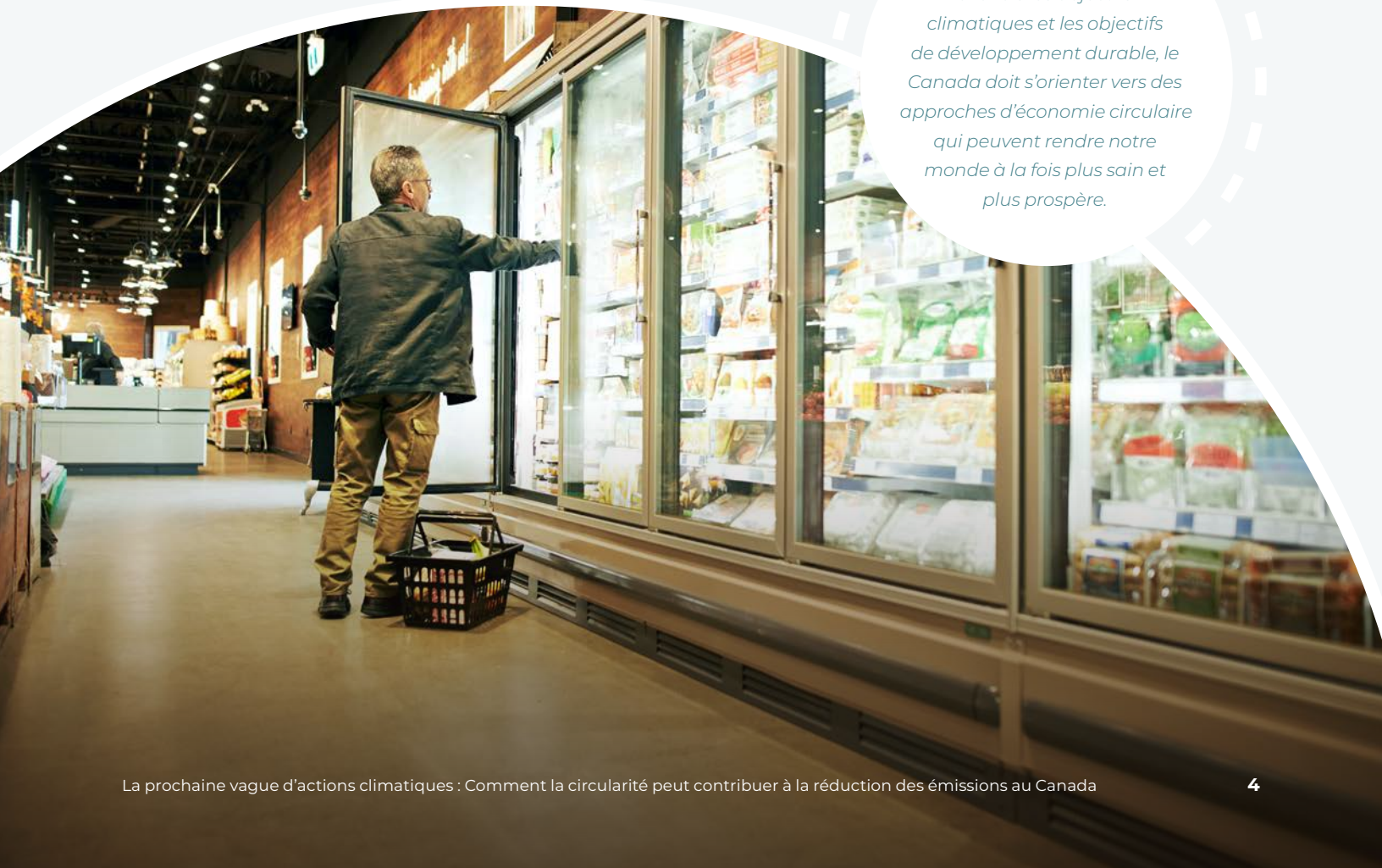


Table des matières

Résumé exécutif	2
Préface	6
Introduction	7
Qu'est-ce qu'une économie circulaire?	8
Tirer parti du passage à l'énergie propre.....	10
Que peut accomplir la circularité ?	11
Le potentiel de réduction des émissions de la circularité.....	12
Mesure.....	19
Opportunités sectorielles.....	23
Métaux.....	23
Ciment et construction	27
Plastiques et pétro textiles.....	30
Déchets alimentaires et organiques.....	34
Ce que font les autres pays.....	39
L'Union européenne.....	39
États-Unis.....	40
Chine.....	42
Japon	43
Pays-Bas.....	44
Finlande.....	45
Australie.....	45
Écosse	46
Obstacles et approches stratégiques.....	47
Les défis de la circularité pour le Canada	47
Avantages de la circularité durable.....	48
Améliorer l'échange de matériel	51
Utilisation des codes, des normes et des prix.....	52
Passer de l'intention à l'action	54
Établir une feuille de route.....	55
Conclusion	57
Remerciements.....	60
Références.....	61



Préface

Environnement et Changement climatique Canada a commandé le présent rapport à l'Institut climatique canadien afin d'examiner le potentiel que revêt un passage à des pratiques économiques circulaires pour aider le Canada à atteindre son objectif en matière de carboneutralité d'ici 2050. Nous avons examiné un ensemble de recherches primaires et de rapports secondaires résumant le lien entre l'amélioration de la circularité dans les activités économiques et la réduction des émissions. Nous avons également interrogé des intervenants canadiens clés dans un certain nombre d'industries importantes à forte intensité d'émissions, notamment l'acier, le ciment et les plastiques, ainsi que des experts internationaux.

Ce rapport présente une vue d'ensemble de la réflexion actuelle sur la manière dont nous pouvons améliorer en tant que pays la circularité et le potentiel de réduction des émissions qui en résulte. Nous nous sommes concentrés sur les efforts visant à améliorer l'efficacité des matériaux et des ressources afin de compléter (et de réduire les impacts) le passage à des sources d'énergie non fossiles. Nous n'avons pas cherché à fournir une projection absolue des réductions d'émissions qui pourraient être obtenues en adoptant des pratiques circulaires au Canada. Nous avons plutôt tenté de décrire le potentiel qu'elle représente, en nous fondant à la fois sur des exemples d'autres administrations et sur des exemples et des projections au Canada.

Le passage à une économie circulaire est un phénomène mondial, mais il n'en est encore qu'à ses débuts. Les pays (et les blocs tels que l'Union européenne) commencent tout juste à mettre en place les politiques et les pratiques qui, espèrent-ils, encourageront des changements majeurs dans les pratiques et les comportements économiques. Une grande partie des études actuelles s'appuie sur des projections des réductions d'émissions possibles, mais celles-ci reposent sur des hypothèses bien définies, allant de l'ampleur des changements de comportement aux projections de flux de matériaux. Elles fournissent une forte indication de la valeur que confère la poursuite de pratiques circulaires — non seulement du point de vue de la réduction des émissions, mais aussi pour réduire les impacts sur les systèmes naturels, et de façon plus générale, pour atteindre les 17 objectifs de développement durable décrits dans le Programme de développement durable à l'horizon 2030, tel qu'adopté par les Nations Unies en 2015.



Introduction

L'intérêt pour le passage à une économie circulaire croît rapidement dans le monde entier. Selon une synthèse réalisée par l'organisation non gouvernementale britannique WRAP (Waste and Resources Action Programme), 79 pays faisaient directement référence à l'économie circulaire dans leurs contributions déterminées au niveau national en octobre 2022. Cinquante-quatre autres pays ont fait référence à des politiques ou des actions qui pourraient contribuer à la circularité, mais ne font pas spécifiquement référence à la circularité (WRAP, 2022).

Cette démarche a été rendue officielle dans le communiqué intitulé « Feuille de route du G7 à Berlin sur l'efficacité des ressources et l'économie circulaire », ratifié lors du Sommet du G7 à Berlin en 2022, où les pays se sont entendus sur une déclaration décrivant diverses mesures à prendre pour parvenir à des économies circulaires. Ces mesures visaient à collaborer à l'élaboration d'approches plus efficaces en termes de ressources, notamment en améliorant la conception des produits, en passant à des modèles de produits en tant que services (tels que le remplacement de la propriété de véhicules individuels par des services de partage de véhicules) et en empêchant l'écoblanchiment.

La raison de cet intérêt croissant est facile à comprendre. Comme le soulignent de nombreux rapports sur la circularité, le passage à des sources d'énergie à zéro émission de carbone et/ou à des mécanismes de captage du carbone ne suffira pas à lui seul à permettre à la plupart des pays de respecter leurs contributions déterminées au niveau national et d'atteindre la carboneutralité d'ici le milieu du siècle, comme le prévoit l'Accord de Paris.

Comme l'indique le récent document de travail du World Resources Institute, « les promesses existantes et les objectifs des contributions déterminées au niveau national (CDN), même s'ils sont pleinement atteints, ne sont toujours pas suffisants pour atteindre les objectifs de l'Accord de Paris sur le climat. Des stratégies et des actions supplémentaires considérables sont nécessaires de toute urgence pour combler le déficit d'émissions » (Wang et al., 2022).

De même, les auteurs d'un rapport de l'Union européenne (UE) sur l'économie circulaire concluent que « Pour atteindre ses objectifs de réduction ses émissions de CO₂, l'UE devra réduire les émissions de CO₂ associées à la gestion des matériaux, car, à l'échelle mondiale, cela représente 67 % des émissions totales de CO₂. Par conséquent, l'économie circulaire est au cœur de la stratégie de l'Union européenne

pour une économie neutre pour le climat d'ici 2050, comme le souligne le pacte vert européen de 2019 (Le Den et al., 2020).

En fait, il y a un fort consensus sur le fait que le passage à la circularité constitue la « prochaine vague » essentielle de l'action climatique, s'appuyant sur l'abandon des combustibles fossiles et les efforts en matière de captage des émissions.


Comme la Fondation Ellen MacArthur le souligne, le passage à des pratiques d'économie circulaire présente d'énormes avantages, au-delà de la simple réduction des émissions, et que les mesures circulaires pourraient contribuer à atteindre 12 des 17 objectifs de développement durable (ODD) des Nations Unies. Le Conseil des académies canadiennes affirme que cela pourrait aider le Canada à atteindre 16 des 17 ODD. De nombreux auteurs soulignent les avantages qui sont liés à la réduction des polluants, du gaspillage de l'eau et de la perte de biodiversité en adoptant des mesures qui réduisent la pression exercée pour l'augmentation de l'extraction et du traitement des ressources et pour l'élimination des déchets (EMF et Material Economics, 2021 ; CAC, 2021).

Comme le fait remarquer l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), « on estime que les impacts environnementaux par kilogramme des matières secondaires d'un ordre de grandeur inférieur à celui des matières primaires. Les politiques qui accélèrent encore la transition vers l'utilisation de matières secondaires et favorisent la circularité conduiront donc à des réductions globales en matière d'impacts environnementaux » (OCDE, 2019).

Ou, comme l'indique le Rapport sur l'écart de circularité 2023, « En fin de compte, l'extraction et l'utilisation de matériaux constituent un puissant indicateur des dommages causés à l'environnement; ils sont à l'origine de plus de 90 % de la perte totale de biodiversité et du stress hydrique dans le monde, par exemple » (Circle Economy et Deloitte, 2023).

Qu'est-ce qu'une économie circulaire?

Il existe de nombreuses définitions pour ce terme. L'UE dit simplement qu'une économie circulaire est une économie « où la valeur des produits, des matériaux et des ressources est maintenue dans l'économie aussi longtemps que possible, et où la production de déchets est minimisée » (Rehfeldt et al., 2020).



Un fort consensus sur le fait que le passage à la circularité constitue la « prochaine vague » essentielle de l'action climatique, s'appuyant sur l'abandon des combustibles fossiles et les efforts en matière de captage des émissions.

La U.S. Environmental Protection Agency la définit comme [Traduction « une économie qui utilise une approche axée sur les systèmes et implique des processus industriels et des activités économiques qui sont restaurateurs ou régénérateurs par leur conception, permettent aux ressources utilisées dans ces processus et ces activités de conserver leur valeur la plus élevée aussi longtemps que possible, et visent l'élimination des déchets par une conception supérieure des matériaux, des produits et des systèmes (y compris les modèles commerciaux) » (EPA, 2021).

Québec Circulaire définit l'économie circulaire comme « un système de production, d'échange et de consommation visant à optimiser l'utilisation des ressources à toutes les étapes du cycle de vie d'un bien ou d'un service, dans une logique circulaire, tout en réduisant l'empreinte environnementale et en contribuant au bien-être des individus et des collectivités. »

Le Conseil des académies canadiennes, quant à lui, la définit comme « une approche systémique de la production et de la consommation pour vivre à l'intérieur des limites de la planète, qui préserve les ressources matérielles, réduit la consommation d'énergie et d'eau, et génère moins de déchets et de pollution » (CAC, 2021).

Le *Rapport sur l'indice de circularité* de l'économie du Québec offre un cadre intéressant pour réfléchir à la circularité comme une chaîne d'actions en cascade. Il suggère une circularité axée sur le flux de celle-ci, ce qui a également été suggéré par l'OCDE, et une circularité selon les principes suivants :

Diminuer les flux — utiliser moins de matières : On réduit les quantités de matières utilisées ou de gaz à effets de serre (GES) émis pour fabriquer un produit ou offrir un service.

Ralentir les flux — utiliser les matières plus longtemps : On optimise l'utilisation des ressources à mesure que l'on prolonge la durée de vie fonctionnelle des biens (par exemple, en améliorant la durabilité ou l'accès aux réparations).

Régénérer les flux — fabriquer sainement : Les combustibles fossiles, les substances polluantes et toxiques sont remplacés par des sources régénératives, ce qui augmente la valeur des écosystèmes naturels et la maintient.

Boucler les flux — réutiliser les matières : On optimise la réutilisation des matières ou des produits en fin de vie, favorisant la circularité des ressources. (Circle Economy, 2021).

La Fondation Ellen MacArthur a identifié trois principes qui constituent la base d'un modèle d'économie circulaire : préserver et développer le capital naturel, optimiser l'exploitation des ressources; et créer les conditions propices au développement d'un système vertueux.

Pour résumer, la circularité consiste à maintenir ou à améliorer le bien-être humain tout en exigeant moins de matières de l'environnement, en utilisant les ressources extraites et existantes de manière plus efficace (par le biais de modèles commerciaux alternatifs, d'améliorations à la conception et à la réutilisation, à la réparation, à la remise à neuf, au réusinage et au recyclage), en utilisant davantage de matériaux renouvelables ou recyclables avec moins de coproduits et de polluants nocifs, et en alimentant le système avec de l'énergie propre. Il s'agit d'un changement de paradigme par rapport à la structure économique actuelle du type « extraire, fabriquer, jeter ».

Il s'agit d'un changement de paradigme par rapport à la structure économique actuelle du type « extraire, fabriquer, jeter ».



Tirer parti du passage à l'énergie propre

La circularité à long terme inclut nécessairement un passage à des sources d'énergie propres pour alimenter les flux circulaires, ce qui est particulièrement important pour réduire les impacts sur le climat, l'eau et les polluants atmosphériques locaux. Mais étant donné que l'élimination progressive des combustibles fossiles ou le captage de leurs émissions font partie d'autres objectifs gouvernementaux et de la politique existante, ce rapport se concentre sur autre chose.

Nous sommes davantage intéressés par la possibilité d'améliorer l'efficacité des matériaux en tant qu'outil supplémentaire de réduction des émissions, que ce soit par le dimensionnement ou l'allègement des véhicules et des logements, par le passage à des modèles de produits en tant que services, par la reconception et la simplification des produits afin d'éliminer les déchets et de rendre la récupération et la réutilisation des déchets plus efficaces; en modifiant le comportement des consommateurs pour modifier (et réduire) la demande d'énergie et de ressources, notamment en augmentant la demande et l'acceptation des produits contenant des matériaux recyclés ou ayant été remis à neuf; en améliorant la durabilité des produits et la facilité de réparation; en faisant progresser les nouvelles technologies de récupération des matériaux; ou en s'attaquant aux obstacles financiers à la récupération, à la réutilisation et à la remise à neuf.

Il ne s'agit là que d'une liste partielle des mesures potentielles autour desquelles s'articulerait une économie circulaire. L'interaction entre ces mesures est complexe et importante, mais n'a pas fait l'objet d'études approfondies à ce stade. Toutefois, le thème clair qui en ressort est l'accent qui est mis sur la réduction de la demande de matières premières à l'aide d'une grande variété de moyens, et sur la conservation des matières qui sont utilisées le plus longtemps possible.

Comme l'indique le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), la réduction de 50 % des émissions provenant des processus industriels d'ici à 2050 nécessitera bien plus que l'innovation et le recyclage des produits. En fait, il faudra prendre des mesures pour réduire la demande primaire de matériaux et mettre en place des incitatifs à cet effet, notamment en apportant des changements à la taxation des gaz à effet de serre et des ressources (GIEC, 2022).

Le GIEC souligne également qu'un autre pilier fondamental d'une économie circulaire sera la nécessité de se concentrer davantage sur la modification du comportement des consommateurs, un secteur qui, selon lui, reçoit beaucoup moins d'attention dans les stratégies d'économie circulaire que l'efficacité des matériaux et le recyclage. Pour mettre l'accent sur le comportement du côté de la demande, il faudra redéfinir les relations entre les consommateurs et les entreprises, qu'il s'agisse de « consommateurs » ou d'utilisateurs de services. Le succès de cette transition dépendra en grande partie de la pression exercée par les prix et le rendement, souligne le GIEC (GIEC, 2022).

Le Canada n'en est qu'à ses balbutiements dans l'adoption de mesures circulaires. La plupart des efforts déployés à ce jour sont cloisonnés dans les municipalités ou les provinces (notamment au Québec et en

Colombie-Britannique). Le gouvernement fédéral a mis l'accent sur quelques initiatives précises, telles que la réduction des déchets plastiques, y compris l'interdiction des plastiques nocifs à usage unique et l'élaboration d'exigences minimales en matière de contenu recyclé. Mais comme le soulignent les auteurs du *Rapport sur l'indice de circularité* de l'économie du Québec :

« [...] le Canada et le Québec manquent de plans et d'objectifs en matière d'économie circulaire, comme le document de l'Union européenne intitulé Circular Economy Action Plan (Plan d'action pour une économie circulaire) qui énonce 54 mesures à l'égard des déchets, des rejets, de la réutilisation et du recyclage avec des objectifs finaux établis pour 2030 et 2035, ou l'objectif du gouvernement hollandais d'atteindre une circularité complète d'ici 2050 » (Circle Economy, 2021).

Que peut accomplir la circularité ?

La modélisation est la principale méthodologie pour mesurer les impacts potentiels de la circularité sur la pollution climatique aujourd'hui. Les modélisateurs soulignent les difficultés que posent les données faibles et manquantes dans de nombreux cas. Et la modélisation de l'interaction de différentes mesures est moins courante que la modélisation des impacts de chaque action ou secteur. Cela dit, la modélisation effectuée par des universitaires (comme le CIRAIQ), des consultants (comme Deloitte, KPMG) et des organisations non gouvernementales (comme WRI, PACE) montre que des politiques d'économie circulaire bien conçues peuvent avoir un impact significatif sur les émissions, et qu'un ensemble de mesures d'économie circulaire peut entraîner des réductions significatives de l'ordre de 30 à 50 % des émissions associées aux niveaux actuels de production, d'utilisation et d'élimination de produits tels que le ciment, l'acier, le plastique et les aliments.

Étant donné que les mesures d'économie circulaire comportent de nombreux avantages connexes, allant de la réduction de la pénurie de ressources à la lutte contre les substances toxiques, tout en créant de nouvelles possibilités économiques et de nouveaux emplois, il ne fait aucun doute que l'intérêt pour la mise en œuvre de l'économie circulaire continuera de croître. Pour l'instant, il s'agit simplement de savoir si le Canada sera un chef de file ou un partisan dans cette tendance.

Bien que l'intérêt des entreprises pour la durabilité, la pression croissante pour déclarer (et réduire) les émissions de portée 3, et le passage croissant à des modèles d'affaires de type « produit en tant que service » peuvent tous inciter les entreprises à accroître leurs efforts en matière de circularité, il ne suffira probablement pas de compter uniquement sur les mécanismes du marché. Comme le fait remarquer le rapport du Programme des Nations Unies pour l'environnement sur l'efficacité des matériaux, « les instruments politiques peuvent fournir la stimulation nécessaire » (Hertwich 2020).

L'intégration explicite des stratégies d'économie circulaire dans les calculs des contributions déterminées au niveau national constitue un bon point de départ, et il existe des conseils utiles pour le faire, notamment de la part de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, qui a proposé un processus générique permettant aux pays d'intégrer des stratégies d'économie circulaire dans leurs politiques climatiques nationales. De même, le PNUD, le PNUE et la CCNUCC ont élaboré une trousse à outils d'orientation à l'intention des décideurs politiques pour intégrer l'économie circulaire et d'autres mesures de production/consommation durables dans leurs contributions déterminées au niveau national (Hertwich, 2020).

Le Japon, les Pays-Bas, la Finlande, la Chine et l'Union européenne ont tous adopté des programmes nationaux de circularité relativement complets. Il serait peut-être temps que le Canada fasse de même.



Le potentiel de réduction des émissions de la circularité

Il existe de nombreuses estimations du potentiel de réduction des émissions d'un passage à des pratiques d'économie circulaire, allant du niveau mondial au niveau sectoriel dans les pays. La Fondation Ellen MacArthur, par exemple, affirme que « l'application de stratégies d'économie circulaire dans seulement cinq domaines clés (ciment, aluminium, acier, plastique et alimentation) peut éliminer près de la moitié des émissions restantes liées à la production de biens — 9,3 milliards de tonnes d'équ. CO₂ en 2050 — ce qui équivaut à réduire à zéro les émissions actuelles de tous les transports.» En d'autres termes, les actions d'économie circulaire peuvent nous amener bien au-delà du simple passage à des sources d'énergie plus propres.

En fait, la Fondation Ellen MacArthur suggère que les mesures visant à passer aux énergies renouvelables ne concernent que 55 % des émissions mondiales actuelles. Les 45 % d'émissions restants résultent de l'extraction des ressources, de la production et de la distribution des produits (y compris les aliments), de la fourniture de services et de l'élimination des déchets, et c'est là que le passage à une économie circulaire peut nous aider à combler une grande lacune dans les stratégies climatiques actuelles (EMF et Material Economics, 2021).

Le *Rapport sur l'écart de circularité 2022* note que « même si toutes les [contributions déterminées au niveau national] initiales étaient respectées, le monde se réchaufferait quand même de 3,2 degrés au cours de ce siècle et si nous incluons toutes les mises à jour en vue de la COP26, le monde serait sur la voie d'un réchauffement de 2,4 degrés au cours de ce siècle » (Circle Economy 2022).

Pour maintenir le réchauffement en dessous de 2 degrés Celsius, le *Rapport sur l'écart de circularité 2021* calcule que le monde doit doubler le niveau de circularité par rapport aux quelque 8,5 % de matériaux actuellement récupérés et recyclés dans les processus de production (Circle Economy 2021). Cependant, la circularité mondiale a en fait diminué et a atteint 7,2 % en 2022 selon le *Rapport sur l'écart de circularité*


2023, en raison du fait que de plus en plus de matériaux sont destinés aux infrastructures à long terme telles que les bâtiments, les routes et les biens durables (Circle Economy 2023). Comme le notent les auteurs, cette tendance indique que les efforts visant à réduire la consommation de ressources par des moyens tels qu'une meilleure conception, un changement de comportement ou la substitution de matériaux seront aussi importants, voire plus, que les efforts visant à récupérer et à réutiliser les déchets.

Pour le Canada, il sera plus difficile d'atteindre le niveau de circularité nécessaire pour rester dans les limites de sécurité du climat. Le Québec, par exemple, est actuellement considéré comme étant à 3,5 % circulaire sur la base des niveaux actuels de récupération et de recyclage des matériaux. Cependant, le rapport sur l'écart de circularité de la province prévoit qu'il est tout à fait possible pour la province de tripler sa circularité en instaurant des mesures allant de la conception pour la circularité à la modification des politiques d'approvisionnement (Circle Economy, 2021b).

La Commission consultative pour la transition énergétique est tout aussi optimiste quant au potentiel de développement de la circularité et de réduction des émissions. Si l'on s'intéresse plus particulièrement aux secteurs difficiles à éliminer (acier, ciment et produits chimiques), on constate qu'il est possible de parvenir à la carboneutralité d'ici 2050, pour un coût de 0,5 % du PIB mondial. Elle souligne que « les technologies nécessaires pour parvenir à cette décarbonisation existent déjà : plusieurs doivent encore atteindre la viabilité commerciale, mais nous n'avons pas besoin de supposer des percées fondamentales et actuellement inconnues dans le domaine de la recherche pour être sûrs de pouvoir atteindre la carboneutralité. En outre, le coût de la décarbonisation peut être très sensiblement réduit en faisant un meilleur usage des matériaux à forte intensité de carbone (grâce à une plus grande efficacité des matériaux et au recyclage) et en limitant la croissance de la demande de transports à forte intensité de carbone (grâce à une plus grande efficacité logistique et au transfert modal) » (CCTE, 2018).

Dans son analyse du potentiel de circularité pour l'Union européenne, Deloitte a constaté que pour quatre secteurs clés (alimentation, construction, véhicules et équipements électriques et électroniques), il y a un potentiel d'économies grâce à des « stratégies d'économie circulaire techniquement réalisables et réalistes, entre 13 % et 66 % (selon le secteur et le niveau d'ambition des scénarios d'économie circulaire). En moyenne, le potentiel d'économies sur ces quatre secteurs clés est d'environ 33 % » (Deloitte, 2016).





Des réductions d'émissions plus importantes peuvent être obtenues en se concentrant sur la suppression de la demande ou sur des mesures d'utilisation prolongée par rapport à la récupération et à la réutilisation des matériaux.

Dans son étude sur le potentiel des mesures de circularité dans les secteurs de l'automobile et de l'électronique au Canada, Environnement et Changement climatique Canada a estimé les réductions à 269 000 tonnes par année dans le secteur automobile et à 339 000 tonnes par année dans le secteur électronique (Oakdene, 2021). Le rapport du PNUE sur les matériaux a révélé que dans les pays du G7, les stratégies circulaires pourraient réduire les émissions liées à la production et à l'élimination des véhicules de 25 mégatonnes d'équ. CO₂ par année d'ici 2025 (Hertwich, 2020).

Un thème commun qui ressort des études sur la circularité est l'idée que des réductions d'émissions plus importantes peuvent être obtenues en se concentrant sur la suppression de la demande ou sur des mesures d'utilisation prolongée par rapport à la récupération et à la réutilisation des matériaux. Pour l'essentiel, la réduction des besoins en matériaux par le biais de diverses mesures, qu'il s'agisse d'éviter la « surconstruction » dans les bâtiments ou de passer à des modèles de produits en tant que services, peut entraîner des réductions d'émissions très importantes.

Comme le note l'étude menée par Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), « les émissions intégrées dans les véhicules et les équipements électriques et électroniques peuvent être réduites de 43 % et 45 %, respectivement, par l'entremise du recyclage. Le potentiel peut être considérablement accru par la réutilisation des produits et la prolongation de leur durée de vie. Même avec des hypothèses relativement conservatrices concernant la réutilisation des produits, nous avons démontré que les émissions des industries des équipements électriques et électroniques et des véhicules peuvent être divisées par 2 ou 3 respectivement » (Oakdene, 2021).

Une étude récente du Fonds atmosphérique a également révélé que l'adoption de nouvelles pratiques de conception et d'approvisionnement dans le secteur du bâtiment pourrait entraîner d'importantes réductions d'émissions sans que les coûts ou les échéanciers de construction du bâtiment n'aient à être modifiés. Ils ont calculé que si ces pratiques — de la spécification d'un ciment à faible teneur en carbone à l'élimination des places de stationnement — étaient intégrées dans tout l'Ontario, cela permettrait d'éviter des émissions d'au moins 1,5 mégatonne d'équ. CO₂ par année. L'étude du Fonds atmosphérique souligne que, pour les nouveaux bâtiments, les émissions intrinsèques deviennent un facteur de plus en plus important, car l'efficacité énergétique globale des bâtiments s'améliore en réponse aux modifications des codes de construction et l'énergie provient de plus en plus de sources renouvelables. Le Fonds atmosphérique a également fait ressortir les synergies entre les mesures. La réduction du poids global d'un bâtiment en réduisant les méthodes courantes de surstructuration ou en remplaçant le ciment par des matériaux plus légers comme le bois d'ingénierie peut réduire considérablement la quantité de ciment nécessaire pour les fondations, par exemple (Zizzo 2022).

L'interaction entre les mesures de circularité et l'utilisation croissante des énergies renouvelables représente un défi de taille pour calculer la réduction des émissions provenant des mesures de circularité. Comme le Canada utilise davantage d'énergie sans carbone pour alimenter les processus industriels, il peut sembler que la valeur des mesures de circularité diminue du point de vue des émissions. Mais comme le soulignent plusieurs chercheurs, même dans ces circonstances, la circularité permet de réduire la pression de la demande sur les systèmes d'énergie renouvelable qui seront mis à rude épreuve par l'électrification croissante des transports et des bâtiments, ce qui permet de limiter la demande de nouveaux matériaux nécessaires à la construction de systèmes d'énergie renouvelable encore plus importants.

Comme le note le Conseil des académies dans son rapport intitulé *Un tournant décisif*, « Atteindre des émissions de GES nettes nulles au Canada d'ici à 2050 tout en adoptant les pratiques circulaires de l'UE27 (scénario 4) entraînerait une hausse du taux de circularité à 20,3 %, mais ne provoquerait qu'une diminution modérée des intrants de matières et de l'indice de circularité en raison de l'augmentation de l'extraction et de la transformation de nouvelles matières requises pour produire suffisamment d'énergie renouvelable pour répondre à la demande. » (CAC, 2021). Cette constatation souligne l'importance de veiller à ce que le développement des nouvelles énergies renouvelables soit effectué en mettant l'accent sur la circularité afin d'éviter une hausse de la demande de ressources et de nouveaux flux de déchets.

Les mesures de circularité ne réduisent pas seulement la quantité d'énergie renouvelable variable nécessaire, mais aussi les systèmes de secours nécessaires pour soutenir l'énergie renouvelable éolienne et solaire variable, par exemple, plus de transmission, les batteries, l'hydrogène, les sources d'énergie propres fermes comme la géothermie profonde à cycle fermé, le nucléaire ou la production fossile avec captage et stockage du carbone. La circularité peut également jouer un rôle important dans la réduction de la demande de métaux nécessaires aux systèmes d'énergie renouvelable ou aux véhicules électriques, ainsi que des impacts associés à l'extraction et au transport des minerais et des métaux.

Un enjeu plus important pour la réduction de la demande ou le passage à des approches de circularité constitue leur plus grande vulnérabilité aux effets de rebond. Par exemple, de nombreuses études indiquent que la prolongation de la durée de vie utile des bâtiments ou des appareils électroniques est une mesure de circularité à très fort impact. Le problème est que cela pourrait conduire à renoncer à l'amélioration de l'efficacité énergétique des produits ou des bâtiments plus récents, ce qui entraînerait un « rebond » des réductions des émissions. Dans les cas extrêmes où l'efficacité énergétique ou les mesures de circularité entraînent des émissions plus élevées qu'auparavant, peut-être en raison d'une productivité accrue, ces mesures peuvent se retourner contre elles. De même, si le coût des produits recyclés diminue grâce aux initiatives circulaires, mais que cela entraîne une augmentation de la demande de produits, il peut en résulter un rebond des émissions (Koide, Murakami et Nansai, 2022). Certains processus axés sur la récupération, comme le recyclage chimique des plastiques, peuvent également n'entraîner que des améliorations marginales des émissions s'il faut de grandes quantités d'énergie pour décomposer les déchets en composants chimiques réutilisables.

Le GIEC souligne la question du rebond dans sa discussion sur la circularité, soulignant qu'il faut étudier davantage des questions comme le maintien de la quantité et de la qualité des matériaux au moyen de multiples cycles de réutilisation et la quantité importante d'énergie requise pour stimuler les processus de recyclage (GIEC, 2022).

La sensibilisation aux effets possibles du rebond et du retournement peut aider à façonner des interventions efficaces, par exemple, en modernisant des bâtiments plus vieux pour les rendre plus


écoénergétiques (et plus résilients) ou en améliorant l'accès local aux services de réparation. Et comme le note le rapport du PNUE, « l'une des implications importantes du défi du rebond est la nécessité d'envisager des instruments de politique qui non seulement induisent des améliorations de l'efficacité, mais modulent également la demande (comme les impôts et les programmes de plafonnement et d'échange) » (Hertwich, 2020).

Bien sûr, une grande partie de ce que nous croyons savoir sur les avantages potentiels de la réduction des émissions découlant du passage à une économie circulaire est fondée sur des modèles économiques plutôt que sur des observations concrètes. Avec un niveau moyen de circularité mondiale inférieur à 10 %, les possibilités d'étudier les effets réels de pratiques de circularité bien établies sont rares. Il est encore plus rare d'étudier l'interaction entre de multiples mesures alors que bon nombre d'entre elles n'existent que sur papier. L'importance de ces interactions est soulignée dans un document sur les « avantages de la décarbonation » qui souligne ce qui suit : « L'interaction des actions [de l'économie circulaire] étudiées est donc un aspect important à prendre en compte lors de la modélisation des impacts des actions [de l'économie circulaire], car elles dépendent fortement de la combinaison d'actions spécifiques. » Les auteurs recommandent ensuite que ceux qui évaluent l'impact potentiel des mesures de circularité examinent quatre critères clés, soit l'impact, l'applicabilité, la faisabilité et la mesurabilité (Koide, Murakami et Nansai, 2022).

Cela ne veut pas dire que l'on ne peut pas se fier aux modèles utilisés, qui utilisent principalement des modèles normalisés d'entrées-sorties économiques ou une analyse du cycle de vie, pour brosser un tableau précis de la circularité potentielle. Mais l'une des grandes limites de ces modèles est la disponibilité de données de qualité, et en particulier de données sur les flux de matières.

Comme le note le Conseil des académies canadiennes, les données du Canada sur les flux de matières sont particulièrement opaques. Comme ils le soulignent, le Canada ne suit pas actuellement les flux de matières de façon exhaustive (comme le fait l'Union européenne) », ce qui rend difficile le calcul des taux de circularité actuels en fonction de la réutilisation et de la récupération des matières (CAC, 2021).

Un expert interrogé dans le cadre de cette étude a souligné qu'un autre avantage européen est l'obligation pour les entreprises européennes de rendre compte de bien plus que la simple rentabilité. Ils ont indiqué que des initiatives comme le Conseil canadien des normes de durabilité étaient utiles pour combler cette lacune.



Avec un niveau moyen de circularité mondiale inférieur à 10 %, les possibilités d'étudier les effets réels de pratiques de circularité bien établies sont rares. Il est encore plus rare d'étudier l'interaction entre de multiples mesures alors que bon nombre d'entre elles n'existent que sur papier.

Dans son rapport sur la circularité de l'efficacité des matériaux, ECCC souligne également la nécessité d'améliorer les paramètres de circularité et souligne les initiatives qui pourraient aider à régler ce problème, y compris Circulytics de la Fondation Ellen MacArthur, Circular Transition Indicators du World Business Council for Sustainable Development, les nouvelles lignes directrices du FinanCE group, et les lignes directrices de l'International Organization for Standardization (ISO) qui sont toujours en cours de rédaction (Smith, 2020).

Les travaux des chercheurs du Centre international de référence pour l'analyse du cycle de vie et la transition durable (CIRAIG) constituent une initiative intéressante pour faire progresser la mesure des impacts au Canada sur l'application de la modélisation de la circularité au secteur de la sidérurgie au Québec. Ils ont créé un modèle fondé sur l'analyse du flux des matières qui, selon eux, s'appuie sur les approches actuelles d'évaluation du cycle de vie pour quantifier les émissions directes et indirectes (par exemple, des processus de production et des émissions liées à la chaîne d'approvisionnement des matières, respectivement). Ils estiment que leur modèle peut être appliqué aux émissions de n'importe quel secteur dans n'importe quelle région pour calculer à la fois les émissions et les effets environnementaux (Binet et al., 2021).

L'un des aspects les plus difficiles de la mesure de l'impact des mesures de circularité sur les émissions est la façon de tenir compte des émissions des produits ou des marchandises qui traversent les frontières. Prolonger la durée de vie d'un appareil électronique fabriqué dans un pays qui produit une forte proportion d'électricité à partir du charbon, mais exporté dans un pays comme le Canada qui dispose d'un système à faibles émissions peut être une excellente mesure de circularité, mais il est difficile de tenir compte des économies réelles d'émissions.

L'Union européenne espère relever ce défi, en partie, grâce à un mécanisme d'ajustements de carbone à la frontière (MACF). Comme l'explique le World Resources Institute, «L'UE a proposé une mise en œuvre progressive de la taxe à la frontière sur le carbone entre 2023 et 2026, où les importateurs achèteraient éventuellement des certificats de carbone correspondant au prix du carbone qui aurait été payé pour leur production, si les biens avaient été produits à l'intérieur de l'UE » (Wang et al., 2022).

Dans un premier temps, le MACF ne s'appliquera qu'au fer et à l'acier (y compris certains produits en aval comme les écrous et les boulons), au ciment, aux engrais, à l'aluminium, à l'électricité et à l'hydrogène, mais il est prévu qu'il s'appliquera à éventuellement à tous les biens à forte teneur en carbone.

Toutefois, comme l'a fait remarquer un expert dans un entretien avec l'Institut climatique du Canada, l'Union européenne devra disposer de bien meilleures données sur la composition, l'élimination et les émissions des produits pour que ce système fonctionne, ce qui lui pose problème même au sein de son propre marché intérieur et ce qui représente un défi de taille avec les autres pays. Ils font toutefois remarquer que l'Agence statistique européenne s'efforce d'améliorer la collecte de données pour soutenir la stratégie de circularité de l'UE. En fait, la phase initiale de la mise en œuvre de trois ans du MACF sera uniquement axée sur la collecte de données.

Un modèle de comptabilité basé sur la consommation peut également aider à traiter ces émissions « fractionnées » en mettant l'accent sur la façon dont la consommation dans une administration entraîne les émissions dans une autre. Comme le souligne Deloitte dans son étude sur le potentiel de circularité européen, « l'une des conséquences importantes de l'utilisation d'une approche fondée sur la consommation est que les émissions déclarées ne se produisent pas toutes sur le territoire européen. Si un produit consommé en Europe est fabriqué en Chine, les émissions associées à la fabrication sont

attribuées à l'Europe ; et si ce même produit est fabriqué à partir de minéraux provenant du Brésil, les émissions associées à l'extraction et au transport de ces minéraux sont également attribuées à l'Europe » (Deloitte, 2016).

Un modèle basé sur la consommation peut également fournir une image plus précise de la véritable circularité d'un pays en captant les impacts des émissions de la consommation de produits importés. Comme le souligne un document sur les méthodes de comptabilité basée sur la consommation, les modèles actuels basés sur la production peuvent être trompeurs : « Par exemple, les émissions territoriales du Royaume-Uni ont diminué entre 1991 et 2004, alors que les effets de la satisfaction de la consommation du Royaume-Uni ont augmenté au cours de la même période, une tendance typique des pays développés. » Un système basé sur la consommation peut être utilisé pour remédier à ce « transfert de charge » (Tukker, 2020).

Le Programme des Nations Unies pour l'environnement a produit un aperçu intéressant de l'utilisation des ressources naturelles dans les pays du G20, tant du point de vue de la production que de la consommation. Pour le Canada, on constate que du point de vue de la consommation, le pays démontre un découplage relatif de l'empreinte matérielle et des impacts environnementaux de la croissance économique. Cependant, le Programme souligne également que les coûts des répercussions des changements climatiques au Canada sont plus du double de la moyenne du G20 (PNUE, 2019).

L'Union européenne a clairement indiqué qu'elle a l'intention d'intégrer la circularité dans son Plan climatique, affirmant qu'elle « encouragera le renforcement du rôle de la circularité dans les révisions futures des Plans nationaux sur l'énergie et le climat et, le cas échéant, dans d'autres politiques climatiques ». Toutefois, son évaluation d'impact pour la mise à jour des cibles dans son plan climatique actuel, qui énonce les mesures à prendre pour atteindre une réduction plus ambitieuse de 50 % à 55 % des émissions d'ici 2030, ne contient qu'une brève référence à la circularité. Elle a souligné la nécessité de miser sur les efforts actuels pour capter les émissions des sites d'enfouissement en mettant l'accent sur le « passage aux déchets en tant que ressource matérielle. La circularité permettra donc non seulement de réduire la nécessité d'éliminer les déchets restants, mais aussi de réduire l'intensité des ressources primaires de notre économie ainsi que les émissions industrielles et énergétiques qui y sont associées. La réalisation de cet objectif fait partie intégrante du Pacte vert européen, comme le souligne le plan d'action sur l'économie circulaire, mais n'est pas assurée par la législation actuelle » (Commission européenne, 2020b).

L'Union européenne La contribution déterminée au niveau national fait référence à l'augmentation de la circularité dans la gestion des déchets, mais ne souligne pas autrement les initiatives de circularité. La contribution déterminée au niveau national du Canada ne mentionne la circularité que dans le cadre d'actions provinciales, soulignant l'intention du gouvernement provincial de la Colombie-Britannique d'intégrer la circularité dans son plan Clean B.C. (Commission européenne, 2020c; Canada, 2021).

Bien que de nombreuses contributions déterminées à l'échelle nationale fassent référence à des mesures de circularité, la grande majorité d'entre elles font référence à des mesures plus limitées visant à améliorer le recyclage, la réutilisation, la réparation et le prolongement de la durée de vie des produits étant les autres mesures les plus fréquemment citées (WRAP, 2022).



La circularité n'est pas une solution miracle pour réduire les émissions ou atteindre d'autres objectifs de durabilité, mais elle a un potentiel transformateur.

Mesure

Il peut être difficile de mesurer l'impact des mesures circulaires sur les émissions en raison de méthodologies très différentes, de l'absence de sources de données et de modèles différents utilisés dans différents secteurs et pays. Ces mesures peuvent également entraîner de longs délais qui rendent nécessaire d'effectuer un suivi continu des résultats et des délais comparatifs plus longs afin de bien comprendre les répercussions découlant des mesures de circularité. La circularité n'est pas une solution miracle pour réduire les émissions ou atteindre d'autres objectifs de durabilité, mais elle a un potentiel transformateur.

La Coalition des indicateurs de l'économie circulaire examinera ces défis dans un prochain rapport. Elle examinera des questions telles que les différences entre les différentes approches des données (par exemple, le cycle de vie par rapport au flux de matières) aux niveaux régional, sectoriel et industriel, et la manière dont ces différences pourraient être comblées pour créer une analyse plus transparente du potentiel de réduction des émissions.

Les chercheurs travaillant sur le projet de la Plateforme pour l'accélération de l'économie circulaire (PACE) notent qu'une grande partie de l'analyse actuelle du potentiel d'émissions circulaires se concentre sur des suites d'actions appliquées à certains matériaux ou secteurs (par exemple, l'acier, le ciment ou le transport). Cela peut être utile pour déterminer l'impact d'un passage à des mesures de circularité à l'échelle du secteur, mais cela n'aide pas nécessairement les gouvernements à comprendre les répercussions d'une politique particulière, ont-ils souligné dans un entretien récent avec l'Institut climatique du Canada. Il font remarquer que la plupart de ces modèles ont été élaborés par des organisations non gouvernementales, des universitaires ou des consultants, et que les approches de modélisation individuelles ne sont souvent pas communiquées en détail.

Eurostat travaille actuellement sur une nouvelle approche visant à lier plus étroitement les mesures de circularité aux réductions d'émissions. Elle travaille sur une analyse de décomposition qui, espère-t-elle, permettra de créer un moyen plus uniforme de mesurer l'impact des émissions. À son tour, ce travail a été repris par l'agence statistique néerlandaise (CBS) en appliquant le modèle à une période d'analyse plus longue et en comparant les résultats à une analyse statistique plus longue. Les premiers résultats suggèrent une bonne corrélation des résultats.



De même, l'Agence européenne pour l'environnement a publié une méthodologie pour examiner les liens en 2020 (Le Den, 2020). Mais encore une fois, l'utilité de la méthodologie est largement déterminée par la disponibilité de bonnes données sous-jacentes. Ces données sont particulièrement difficiles à obtenir pour des mesures telles que le prolongement de la durée de vie des produits ou des bâtiments, où l'estimation de l'impact des émissions a rarement été tentée auparavant, font remarquer les chercheurs de PACE.

La traduction des résultats des niveaux micro ou sectoriels aux niveaux nationaux peut également être assez difficile, notent-ils, en raison des différentes méthodologies et approches de collecte de données. Cela signifie qu'il n'est pas toujours possible de traduire les résultats de ces initiatives à plus grande échelle en progrès vers l'atteinte des objectifs nationaux sans une analyse plus approfondie. La Coalition sur les indicateurs de l'économie circulaire examinera ces défis en détail dans son prochain document.

Une nouvelle source de données à plus grande échelle pourrait également émerger des entreprises qui déclarent des émissions de portée 3. À ce niveau, l'initiative Horizon zéro vise à améliorer l'uniformité et la comparabilité de la déclaration des émissions en élaborant de nouvelles normes de comptabilisation du carbone. Comme l'explique le Rocky Mountain Institute, il est urgent de développer des approches plus harmonisées : « Premièrement, cela est nécessaire pour jeter les bases de tout le reste, la création de normes ouvertes pour l'échange de données sur les émissions — pour faire pour la comptabilité du carbone ce que l'introduction des normes bancaires SWIFT a fait pour la finance internationale, ce que HTTP, HTML, CSS et JavaScript ont fait pour le Web et ce que le conteneur maritime a fait pour le commerce international. La normalisation peut avoir des effets profonds. »

Le Rocky Mountain Institute cite le format PACT, élaboré par le World Business Council for Sustainable Development et lui-même comme exemple de norme technique qui peut accélérer le partage de données entre différents secteurs. Ce genre de normalisation pourrait, à son tour, aider à créer de précieuses composantes de base pour le suivi des répercussions de la circularité à des niveaux plus élevés en permettant de regrouper et de comparer plus facilement les données.

Bien que ces systèmes demeurent un travail en cours, quelques efforts sont déployés pour suivre l'incidence actuelle des initiatives de circularité. Eurostat a créé un cadre de suivi des actions d'économie circulaire dans l'ensemble de l'UE qui compile des indicateurs pour la production et la consommation, la gestion des déchets, les matières premières secondaires, ainsi que la compétitivité et l'innovation.

L'UE est en train de réviser ses indicateurs et a été pressée par des organisations non gouvernementales d'élargir son champ d'action afin de mieux saisir la hiérarchie de l'économie circulaire. Les intervenants suggèrent d'ajouter les indicateurs suivants sous une forme ou une autre :

- La durée moyenne d'utilisation d'un produit avant la première réparation;
- La durée de vie moyenne d'un produit jusqu'à ce qu'il ne puisse plus être réutilisé ou réparé;
- La part des produits réparés plutôt que remplacés;
- La part des produits d'occasion dans les ventes totales de produits manufacturés dans l'UE;
- La part des produits non réparables et non réutilisables qui sont réutilisés (sans être recyclés);
- Le taux moyen de matières secondaires équivalentes dans chaque catégorie de produits;
- La part des matières premières utilisées dans l'UE qui proviennent de l'économie circulaire (réutilisation, réemploi et recyclage de matériaux déjà présents sur le territoire) (EC2022, 2022).

L'OCDE a un inventaire des mesures de suivi de l'économie circulaire, mais elles proviennent d'un petit sous-ensemble de pays, de régions et de villes, principalement d'Europe. Toutefois, il donne un bon aperçu des types de mesures qui font actuellement l'objet d'un suivi dans divers plans de surveillance (OCDE, 2021).

La Commission économique des Nations Unies pour l'Europe a énuméré les initiatives suivantes en cours à partir de 2021 dans son mandat pour un groupe de travail sur la mesure de l'économie circulaire (auquel le Canada participe) :

- Le « processus de Bellagio » : l'Agence européenne pour l'environnement, en partenariat avec l'Institut italien de protection et de recherche pour l'environnement, vise à dégager un consensus sur ce qu'il convient de surveiller et d'utiliser comme exemples de meilleures pratiques, ainsi que des idées innovantes pour identifier des principes communs sur la façon de surveiller;
- Travaux d'Eurostat relatifs à l'Union européenne. Cadre de suivi de l'économie circulaire, y compris l'élaboration de méthodes pour mesurer le taux de circularité et les améliorations des diagrammes de Sankey;
- Groupe d'experts de l'OCDE sur la nouvelle génération de l'information sur les déchets et les matériaux : Ce petit groupe d'experts, dans son programme de travail pour 2020-2021, a été chargé d'élaborer un cadre conceptuel pour les mesures de l'économie circulaire aux fins de l'élaboration de politiques, et de préparer des directives sur l'information et les indicateurs nécessaires à la transition vers une économie circulaire et efficace sur le plan des ressources;
- Le Comité d'experts des Nations Unies sur la comptabilité environnementale et économique (UNCEEA) travaille sur une publication mettant en évidence les récits et les cas d'utilisation de l'application du SEEA aux politiques ;
- Travaux conjoints de la CEE-ONU et de la FAO sur la question des chaînes de valeur du bois dans une économie circulaire;
- Travaux méthodologiques du PNUE liés à la comptabilité des flux matériels à l'échelle de l'économie dans le contexte de la production et de la consommation durables.

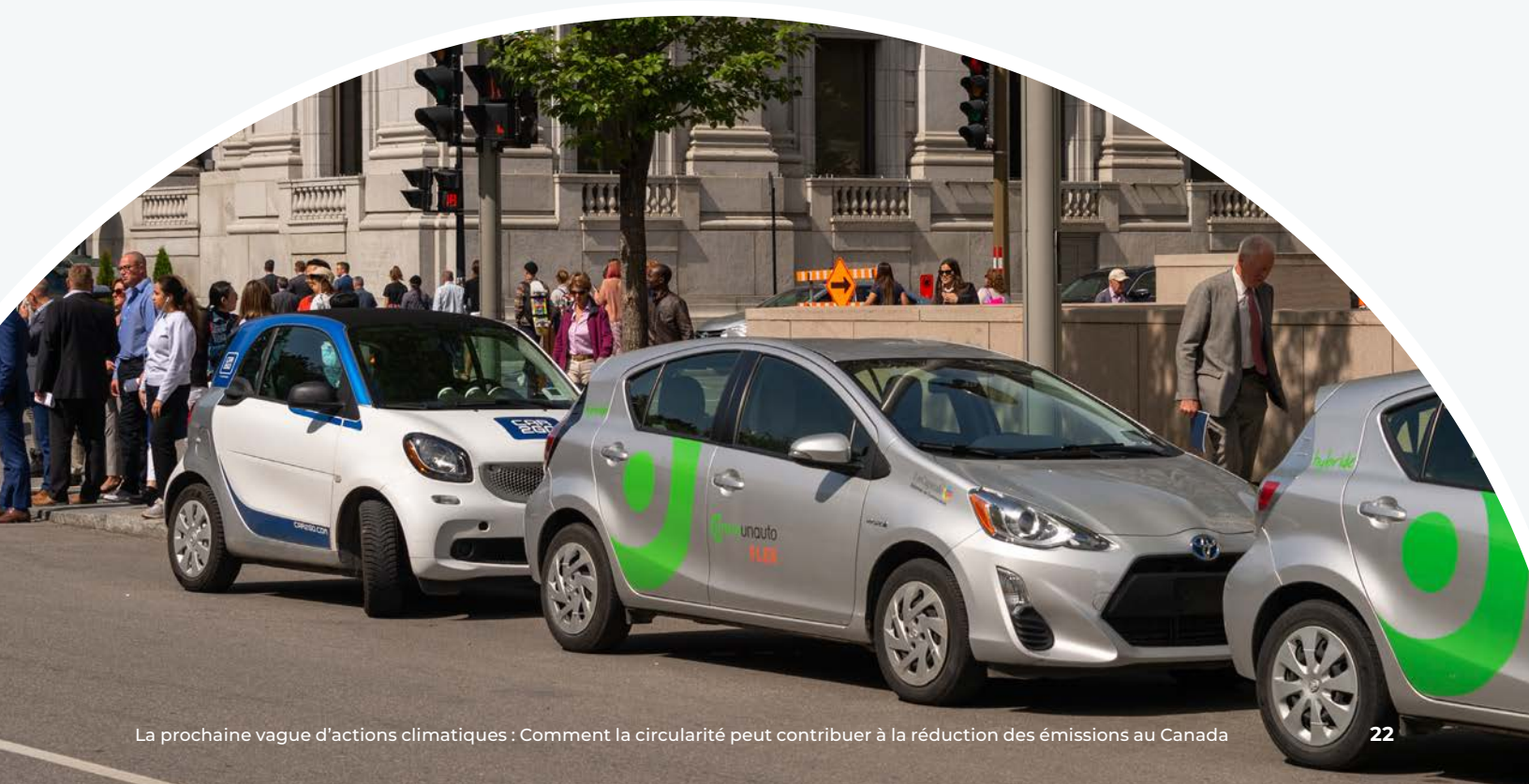
La Commission prévoit de mettre la dernière main aux recommandations d'ici le printemps 2023 (CEE-ONU, 2021).

Le PNUE fait remarquer qu'il reste du travail à faire pour suivre les effets économiques des mesures de l'économie circulaire, en déclarant qu' « il y a des façons de représenter les stratégies d'efficacité des matériaux de façon simplifiée, par des courbes de mise en œuvre et des réductions de la demande de matières dans les modèles de scénario, comme ceux utilisés dans la recherche sur l'atténuation des changements climatiques » (Hertwich, 2020).

Au Canada, la méthodologie élaborée par les chercheurs du CIRAIG permet de prévoir les économies potentielles découlant des mesures de circularité sectorielles. Comme le font remarquer les chercheurs, « Notre étude a élargi la portée de l'analyse pour tenir compte de l'ensemble de la chaîne de valeur d'un matériau et a fourni un cadre général et un arbre décisionnel pour guider un praticien dans l'application de celui-ci dans n'importe quel contexte afin d'évaluer le potentiel d'atténuation des stratégies d'économie circulaire pour n'importe quel matériau dans n'importe quelle région. » (Binet et al., 2021).

Deloitte a suggéré des mesures de circularité pour le Canada dans son rapport de 2019, Potentiel économique de circularité au Canada, qui vont de la valeur économique des matériaux recyclés et de la réduction de l'utilisation des matières premières à la réussite de la réduction de la complexité des compétences en passant par les répercussions sociales et sanitaires. Les mesures peuvent être évaluées sur une échelle allant de « aucune incidence » à « incidence positive importante », et une note supplémentaire est attribuée pour indiquer si une initiative a des effets négatifs (rebond) potentiels, ce qui permet d'explorer des compromis potentiels (Deloitte, 2019).

Midsummer Analytics a préparé un aperçu de bon nombre de ces initiatives pour ECCC en 2020, qui contient des recommandations réalisables pour combler les lacunes en matière de données, allant de l'investissement dans l'expansion des comptes des flux physiques de Statistique Canada pour couvrir les extrants des plastiques, des contaminants atmosphériques courants, les eaux usées et les éléments nutritifs, et l'utilisation des biens par les ménages, afin d'élargir le suivi des initiatives de produits en tant que services, en commençant par le partage de véhicules (Smith, 2020).





Opportunités sectorielles

Cette section aborde le potentiel de réduction des émissions apporté par l'économie circulaire et les défis propres à des secteurs clés du Canada, dont les métaux et l'extraction minière (reposant principalement sur l'acier), la construction (reposant principalement sur le ciment), le plastique, les textiles dérivés du pétrole et les déchets alimentaires et organiques. Pour certains secteurs difficiles à décarboniser, comme l'acier et le ciment, les occasions de réduire les émissions grâce aux pratiques circulaires sont particulièrement intéressantes.



Métaux

Le recyclage des métaux, en particulier de l'acier, est une pratique bien établie : à l'échelle mondiale, 80 à 90 % des produits en fer sont collectés pour le recyclage, fournissant ainsi 30 % des matières utilisées dans la production d'acier (Bataille, 2020; SteelMint, 2022). Le recyclage concerne également une grande partie de l'acier du Canada, qui constitue une part importante des exportations de minéraux (RNCAN, 2023). Selon l'Association canadienne des producteurs d'acier, environ 40 % de la production d'acier du pays repose sur la ferraille, dont la production nationale atteint presque la moitié de celle de l'acier (Kelleher, 2020). Par rapport à la production d'acier primaire, l'acier de récupération permet de diviser les émissions par quatre avec les pratiques standards (comme le préchauffage de la ferraille avec des combustibles fossiles) et les facteurs d'intensité carbonique de l'électricité (utilisation de fours électriques à arc) moyens dans le monde; le recours à de l'électricité sobre en carbone et l'abandon du préchauffage avec des combustibles fossiles permettraient de diviser les émissions de la production conventionnelle par vingt (Bataille, 2020; Bataille, 2021; Fennell, 2022).

Les mesures de circularité relatives aux métaux fortement recyclés restent toutefois très pertinentes. La plus grande contrainte du recyclage de l'acier, au-delà de la disponibilité de la ferraille, est la qualité du produit final en l'absence de procédures adaptées aux contaminants. En général, l'acier recyclé est considéré comme inférieur et utilisé pour des produits de moindre valeur (par exemple, des produits longs et des barres d'armature pour la construction plutôt que de fines tôles plates pour les voitures).

Cela s'explique en grande partie par la contamination du matériau de récupération, en particulier par le cuivre ou par d'autres alliages, qui survient par exemple en l'absence d'incitatifs pour retirer le câblage en cuivre en amont (Daehn, 2017). La contamination est un défi commun au recyclage de nombreux métaux (Söderholm et Ekvall, 2019).

Plusieurs stratégies ont été proposées pour améliorer la qualité de la ferraille, comme une conception des produits facilitant leur démontage et la séparation des métaux en vue de réduire les risques de contamination, ou la réduction de l'utilisation d'alliages (Sun, Lettow et Neuhoff, 2021). Ces stratégies permettraient d'accroître le recours à l'acier recyclé, et donc de réduire les émissions. Selon Deloitte, la production d'acier est responsable d'environ la moitié des émissions du secteur automobile européen; en outre, comme l'acier est le matériau principal de la plupart des gros appareils électroménagers, la facilitation du démontage des produits dans la chaîne d'approvisionnement de l'acier est une piste porteuse (Deloitte, 2016).

Il a aussi été suggéré d'utiliser l'acier de façon plus stratégique, notamment en n'employant que le nécessaire et en recourant à un autre matériau si possible. Selon l'étude du CIRAI sur l'acier, la surspécification et l'utilisation de seulement un ou deux types de poutres structurales dans les structures entraînent l'utilisation d'environ 50 % d'acier en trop (Binet et coll., 2021). Une autre voie consiste à recourir à des matériaux de substitution moins classiques s'ils offrent des résultats supérieurs, tels que le bois reconstitué pour les bâtiments et le plastique pour les voitures (déjà fréquent). Le bois est un matériau de construction courant au Canada, mais il pourrait être plus utilisé dans les grands bâtiments, construits principalement en acier et en ciment.

Un autre problème majeur du métal recyclé est le manque de confiance dans le produit final. On pourrait envisager des processus de certification pour régler le problème à condition de pouvoir montrer que les produits répondent à des normes élevées.

Les auteurs d'une nouvelle étude parue dans *Nature* soulignent que l'efficacité de la fabrication de l'acier s'est considérablement améliorée au cours des dernières décennies, mais qu'un plateau a été atteint. En parallèle, la demande en acier continue d'augmenter, ce qui appelle des pratiques innovantes pour réduire les émissions (Iannuzzi et Frankel, 2022).

L'étude de *Nature* met en lumière une source grandement sous-estimée de cette demande : le remplacement de l'acier corrodé. Ainsi, cet usage produirait potentiellement entre 560 et 1 200 des 3 800 mégatonnes de dioxyde de carbone générées par la production d'acier mondiale en 2021, soit de 1,6 à 3,4 % du total des émissions mondiales. L'adoption de pratiques anticorrosion exemplaires (par exemple, le recours accru à l'acier inoxydable ou aux revêtements en peinture ou en plastique) pourrait donc réduire considérablement les émissions provenant de l'acier en évitant d'avoir à remplacer les matériaux corrodés. Les auteurs avancent que la demande en acier relative à ce remplacement pourrait être réduite de 14 à 33 % avec un meilleur respect des pratiques exemplaires actuelles, et d'encore plus avec les nouvelles technologies.

Iannuzzi et Frankel proposent en outre l'adoption d'un système de certification : un indice d'énergie et de CO₂ totaux (TECO₂), qui tiendrait compte de l'énergie totale nécessaire à la fabrication d'un produit et de ses matériaux, ainsi que des émissions générées pendant l'ensemble de son cycle de vie, y compris celles liées à la corrosion. Si les activités d'approvisionnement se basaient sur cet indice, la corrosion serait un critère important dans les approches de gestion de projet et de construction. Une possibilité consisterait à utiliser davantage d'alliages anticorrosion, ce qui augmenterait l'intensité énergétique de

la production, mais prolongerait considérablement la durée de vie des matériaux pour une réduction nette des émissions sur l'ensemble du cycle de vie.

Ce n'est qu'un exemple de la façon dont on peut associer nouvelles technologies et systèmes de certification pour favoriser les approches circulaires dans les décisions relatives aux infrastructures essentielles – une intervention cruciale compte tenu de la grande quantité de métaux et de minéraux de toutes sortes requise dans tous les domaines, du passage à l'énergie verte à l'expansion des réseaux de transport en commun, en passant par l'élimination des carences des infrastructures.

Un expert interrogé dans le cadre de cette étude a fait remarquer que la faible demande de produits recyclés et les bas prix des matériaux non recyclés privent les producteurs d'une incitation à accroître leurs efforts de recyclage. De même, les traitements fiscaux actuels sont un facteur dissuasif pour l'utilisation de matériaux recyclés. « les taux effectifs marginaux d'imposition sur le secteur de la ferraille et des déchets se sont révélés plus élevés que ceux du secteur minier, et les produits finaux utilisant des matériaux recyclés ont été taxés plus lourdement en moyenne que ceux utilisant des matériaux vierges. La plus grande différence a été pour les produits métalliques (Cairns, 2020).

Cette situation pourrait changer avec l'augmentation de la demande de métaux attribuable à la croissance des secteurs des véhicules électriques et des énergies renouvelables, tout comme les possibilités d'approvisionnement en métaux en fin de vie provenant des panneaux solaires, des éoliennes et des batteries. Toutefois, il faudra tenir compte de la conception des produits pour améliorer leur recyclabilité. Par exemple, les panneaux solaires pourraient être conçus de manière à réduire l'utilisation de l'argent, ce qui permettrait également de réduire le coût des panneaux. Les panneaux pourraient être construits avec des revêtements en plastique qui facilitent le recyclage par rapport à ceux actuellement utilisés (Cairns, 2021).

À titre d'autre exemple, bien que Teck possède une installation de recyclage de batteries au plomb-acide établie depuis longtemps à Trail, en Colombie-Britannique, une installation entièrement nouvelle serait nécessaire pour recycler les batteries au lithium-ion. Une telle installation nécessiterait également un approvisionnement régulier de batteries en fin de vie utile en quantités que le marché de l'Ouest canadien ne pourrait probablement pas fournir à lui seul. Il est donc nécessaire d'élaborer de meilleures politiques pour faciliter les expéditions transfrontalières de matériaux tels que les batteries. Il faudra également développer un « écosystème » de recyclage des batteries, la fusion étant la dernière étape après le démontage ou le déchiquetage des batteries. Il sera essentiel de créer des grappes qui pourront alimenter ces nouveaux procédés de recyclage et qui pourront absorber les produits de récupération qui en découleront.

Les initiatives visant à réduire les émissions du secteur de l'acier se sont fortement concentrées sur le passage à une électricité sans émissions, le remplacement de combustibles et le captage du carbone. Mais à l'heure actuelle, les fours électriques à arc produisent de l'acier de moindre qualité parce qu'ils fonctionnent avec des rebuts partiellement contaminés. Un entretien avec un expert nous a appris que de grandes quantités d'acier à haute teneur en carbone sont importées au Canada de pays comme la Chine. Ces facteurs font ressortir la valeur de la réduction de la demande d'acier par circularité dans les utilisations haut de gamme, comme les automobiles, les appareils électroménagers et les bâtiments.

Les appareils électroniques constituent également une source potentielle majeure de métaux à récupérer ou à réduire la demande par la circularité. Selon le National Institute of Standards and Technology (NIST) des États-Unis, la récupération des métaux d'appareils électroniques présente



Les composants sont littéralement collés ensemble pour assurer leur durabilité, une condition qui complique également leur réparation.

un certain nombre de défis, qui explique que si le volume de l'électronique, des batteries et des panneaux solaires augmente rapidement, les produits eux-mêmes contiennent des concentrations progressivement plus faibles de matériaux de grande valeur (par exemple, des métaux précieux et critiques), ce qui rend la reprise plus difficile et plus coûteuse (Schumacher, 2021).

Il y a aussi un compromis entre les types de matériaux qui peuvent être récupérés, ajoute le NIST. La récupération en vrac par déchetage est utile pour la récupération de matériaux à contenu élevé comme le verre, l'aluminium, l'acier et le cuivre, mais est beaucoup moins utile pour la récupération de métaux précieux et critiques, particulièrement compte tenu de la pureté nécessaire pour les réintroduire directement dans la chaîne d'approvisionnement (par exemple, silicium de qualité solaire).

Ce problème est exacerbé par la conception de nombreux produits électroniques de consommation, où les composants sont littéralement collés ensemble pour assurer leur durabilité, une condition qui complique également leur réparation (Schumacher, 2021).

L'UE répond à ce défi avec une directive sur l'écoconception dans le cadre de son plan d'action de circularité, qui établira des normes en matière d'efficacité et de durabilité énergétiques, de réparabilité, de mise à niveau, d'entretien, de réutilisation et de recyclage.

L'Europe a déjà une bonne longueur d'avance sur le Canada dans la récupération des produits électroniques grand public. Selon l'Association canadienne de la construction, « en 2016, le Canada a recyclé moins de 14 % du total des déchets électroniques produits cette année-là. En 2019, 17,4 % des déchets électroniques ont été recyclés à l'échelle mondiale, tandis que 42,5 % des déchets électroniques ont été recyclés en Europe (ACC, 2021).

Le passage à un modèle produit en tant que service comme moyen de réduire les émissions provenant du remplacement de biens électroniques comme les ordinateurs et les imprimantes est une stratégie sur laquelle HP Canada s'est attardée. Leur étude interne de l'efficacité d'une transition vers la fourniture d'ordinateurs comme « service » plutôt que d'un produit de détail a révélé que les systèmes de [produit-service] surpassent les systèmes de détail conventionnels dans toutes les catégories environnementales (HP, 2020).

Pour les ordinateurs, par exemple, l'étude a révélé que les modèles produits comme services réduisent les émissions de gaz à effet de serre de 25 % et améliorent l'efficacité des ressources de 28 %. Le programme Instant Ink de l'entreprise a permis de réduire les émissions de gaz à effet de serre de

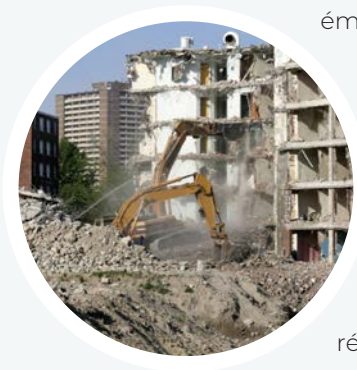
73 %, d'améliorer l'efficacité des ressources de 73 % et de réduire la consommation d'eau de 70 %. Essentiellement, le programme donne à HP une incitation à repenser son approche en matière de produits, la société indiquant des choses comme des cartouches de plus grande capacité, moins d'emballage et des taux de recyclage plus élevés, ainsi qu'une amélioration de l'efficacité de la distribution, ce qui favorise ces économies (HP, 2020).

Les programmes actuels de responsabilité élargie des producteurs ne sont pas à l'origine de ces économies, a fait remarquer un expert interrogé dans le cadre de la présente étude, qui estime également qu'il est nécessaire de renforcer les efforts des pouvoirs publics en matière de marchés publics pour les produits et services écologiques. En particulier, les gouvernements doivent en faire davantage pour stimuler la demande de plastiques recyclés, ont-ils noté dans une interview accordée à l'Institut climatique du Canada.

Le gouvernement du Québec, en consultation avec le CIRAIG, a examiné le potentiel de circularité dans l'industrie minière de la province et a mis en évidence 13 stratégies qui pourraient améliorer la récupération du fer, du cuivre et du lithium. Ces stratégies allaient de l'extraction de déchets urbains à l'accélération des services de partage de voitures. Toutefois, le défi pour le Québec, comme pour la plupart des régions productrices de minéraux au Canada, est que la grande majorité des métaux extraits dans la province sont exportés, de sorte que l'adoption de ces stratégies dans la province n'aura qu'un impact minime sur les émissions du Québec.

Ciment et construction

Le secteur de la construction est une source importante d'émissions, mais principalement des émissions intrinsèques aux produits utilisés pour construire des bâtiments plutôt que des activités de construction en tant que telles.



Selon le PNUE, en 2016, le recyclage des matériaux de construction a permis d'économiser de 15 à 20 % des émissions de la production primaire de matériaux pour les bâtiments résidentiels du G7. Selon des hypothèses optimistes, l'amélioration du recyclage pourrait permettre d'économiser 14 à 18 % supplémentaires (Hertwich, 2020). Deloitte affirme que d'autres stratégies de réutilisation des produits doivent être mises en œuvre pour atteindre des réductions plus importantes (jusqu'à 34 % selon nos hypothèses) (Deloitte, 2016).

Un rapport récent du Fonds atmosphérique a souligné la possibilité d'une refonte et d'un approvisionnement plus intelligent pour réduire considérablement les émissions intrinsèques des bâtiments. Le Fonds a constaté que « la substitution des meilleurs matériaux disponibles dans seulement cinq catégories pourrait permettre d'obtenir des réductions de 50 % à 75 %, à peu de frais supplémentaires, voire aucun. » (Zizzo, 2022).

Le rapport sur la feuille de route intitulée *Concrete Future* de la Global Cement and Concrete Association's road prévoit que 22 % des réductions totales d'émissions proviennent de l'efficacité de la conception et de la construction, ce qui inclut la réutilisation des matériaux, et attribue encore la majeure partie des réductions d'émissions à un passage à une électricité à zéro émission de carbone et au captage du carbone. Ils notent que « le principal moyen de déverrouiller les leviers de conception est de veiller à ce que la réduction des émissions de CO₂ devienne un paramètre de conception en plus des paramètres actuels de la qualité, du coût, de la vitesse et des exigences particulières des clients du projet » (GCCA, 2021).

Deloitte et le PNUE estiment qu'un ensemble de stratégies circulaires appliquées au secteur de la construction pourrait réduire les émissions d'environ un tiers.



Ils soulignent également que le dioxyde de carbone capté peut être utilisé dans le développement de nouveaux produits, y compris la fabrication d'agrégats artificiels, le durcissement du béton et la carbonisation du béton recyclé. Ces procédés sont encore largement en cours de développement, notamment par la société Carbon Cure de la Nouvelle-Écosse.

À court terme, les efforts visant à réduire l'intensité des émissions du ciment sont axés en grande partie sur la décarbonation des sources d'énergie au moyen d'un passage à l'énergie renouvelable et à l'énergie résiduelle et au captage du carbone. Il existe cependant d'autres mesures qui peuvent être prises. Jusqu'à 50 % du clinker utilisé dans la production de ciment — l'élément qui consomme le plus de CO₂ dans le processus de fabrication — peut être remplacé par des matériaux cimentaires de remplacement, y compris des déchets tels que des cendres volantes et le laitier de hauts fourneaux, ainsi que des minéraux de la pozzolane volcanique d'origine naturelle. Les cendres volantes et le laitier de haut fourneau peuvent devenir plus rares à mesure que le monde délaisse la production d'électricité à partir du charbon et la production d'acier classique. La Global Cement and Concrete Association suggère qu'une solution de rechange pourrait consister à récupérer les matériaux des anciennes carrières et des sites miniers, faisant remarquer que « l'activation de minéraux métamorphiques de base gamme et de déchets de carrière pour produire de l'argile calcinée peut fournir un nouveau flux durable de matériaux cimentaires représentant un potentiel d'envergure mondiale. »

En fait, il devrait être possible de compenser complètement toute diminution des cendres volantes ou du laitier de haut fourneau par des ciments de calcaire et d'argile calcinée (LC3). Grâce au procédé d'argile calcinée, un tiers de calcaire broyé et deux tiers d'argiles calcinées broyées, disponibles dans le monde entier, peuvent remplacer jusqu'à 50 % du clinker dans la plupart des ciments sans en dégrader la performance, et peuvent éliminer jusqu'à la moitié des émissions liées à la fabrication du ciment. (LC3, 2023) Actuellement, la production de ciment représente 1,5 % des émissions totales de gaz à effet de serre du Canada, soit 11,2 mégatonnes en 2019 (ISDE, 2022).

Le rapport sur l'indice de circularité de l'économie du Québec indique qu'« au Canada, 3,4 millions de tonnes de matériaux de construction sont envoyées aux fins d'enfouissement sur une base annuelle, ce qui représente environ 1,8 million de tonnes d'équ. CO₂. Si le secteur de la construction accordait la priorité au démontage plutôt qu'à la démolition — en réutilisant jusqu'à 85 % des matériaux —, les émissions pourraient être réduites de 1,3 million de tonnes d'équ. CO₂ par année et les volumes de déchets pourraient être réduits de 2,5 millions de tonnes (Circle Economy, 2021b).

Parmi ces déchets figure le ciment armé, pour lequel les efforts visant à réduire la corrosion de l'acier permettraient de réduire la nécessité non seulement de remplacer l'acier, mais aussi de remplacer un ciment encore plus émetteur (Iannuzzi et Frankel, 2022).

L'optimisation des spécifications du ciment est un autre exemple de moyen de combiner les mesures de conception et de technologie de manière circulaire pour réduire les émissions. Un ciment bien fait, dont la production nécessite plus d'énergie, pourrait être limité à des éléments de construction où la résistance à la compression est nécessaire et évité là où elle ne l'est pas.

Dans sa *stratégie d'écologisation du gouvernement*, le gouvernement fédéral s'est engagé à détourner 90 % de tous les déchets de construction des sites d'enfouissement pour les projets fédéraux, ainsi qu'à réduire de 30 % le carbone incorporé dans les grands projets de construction du gouvernement et à effectuer des analyses du cycle de vie d'ici 2025 (CCA, 2021). Toutefois, avec la croissance démographique et l'expansion rapide des infrastructures d'énergie renouvelable, la demande de matériaux augmentera elle aussi. Selon le rapport du PNUÉ, « si l'on examine un scénario d'énergie propre, la consommation de ciment dans le réseau électrique double presque, tandis que la consommation de fer et de cuivre augmenterait d'environ 10 % jusqu'en 2050 » (Hertwich, 2020).

Certaines des mesures de circularité les plus rigoureuses pour le secteur de la construction consistent à réduire l'utilisation de matériaux dans les bâtiments en améliorant la conception ou en réduisant la surface de plancher et en prolongeant la durée de vie des structures existantes, tout en facilitant le démontage et la récupération des nouveaux matériaux. On prévoit, par exemple, que la conception légère pourrait réduire de 40 % le poids des éléments porteurs dans les bâtiments (Circle Economy, 2021b). Mais il s'agit de mesures à long terme pour avoir un impact généralisé sur les émissions.

La substitution du bois avec du béton est un aspect que de nombreuses études de circularité envisagent, bien que l'utilisation du bois soit déjà répandue dans le secteur de la construction au Canada, en particulier pour la construction résidentielle. Les efforts visant à remplacer le bois doivent tenir compte du niveau de récolte qui peut être raisonnablement soutenu sans compromettre la capacité des forêts à absorber le carbone et à soutenir la biodiversité. Comme le souligne la Commission sur les transitions énergétiques : « Pour remplacer 25 % des 6,4 milliards de m³ de béton qui sont utilisés chaque année par du bois d'œuvre, il faudrait augmenter le couvert forestier mondial par environ 14 %, soit une superficie représentant 1,5 fois la superficie de l'Inde » (CTE, 2018).

Dans son étude sur la façon dont la circularité pourrait réduire les émissions provenant de la production de ciment, l'UE a constaté que dans un scénario de forte ambition, les actions appliquées de l'économie circulaire réduisent ainsi les émissions globales du secteur de la construction liées à la fabrication, au transport et à l'utilisation du ciment/béton d'environ 58 % (91,45 Mt) » (Rehfeldt et al., 2020).

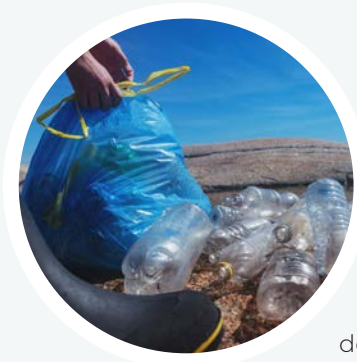
L'étude poursuit en disant que l'utilisation de nouveaux types de ciment pour les éléments de béton préfabriqué (23,49 Mt), l'utilisation accrue de bois d'œuvre comme matériau de construction (19,01 Mt) et la réduction de l'utilisation d'espace dans les bâtiments (bureaux de 18,91 Mt et immeubles résidentiels de 5,31 Mt) comptent parmi les mesures de l'économie circulaire ayant la plus forte contribution individuelle. » (Rehfeldt et coll., 2020).

Dans un entretien avec l'Institut climatique du Canada, un expert a fait remarquer que le retraitement des matériaux de construction pour récupérer les agrégats et le ciment non réagi est tout à fait possible. En ce qui concerne les agrégats en particulier, il a souligné que l'industrie reconnaît que les nouvelles carrières produisent beaucoup d'émissions et qu'il est extrêmement difficile d'obtenir une approbation

réglementaire, ce qui suscite de l'intérêt pour l'utilisation de granulats recyclés. Toutefois, l'expert a également expliqué que de nombreux obstacles réglementaires provinciaux et municipaux limitent l'utilisation des granulats recyclés. Parallèlement, la réutilisation du ciment non réactif récupéré dans le ciment récupéré permet d'éviter le processus énergivore de la création de ciment comme précurseur de la production de ciment.

La personne interrogée a déclaré qu'au-delà de la tarification du carbone, ce qui aiderait à lancer des initiatives visant à produire de nouveaux produits à faible teneur en carbone et à recycler les matériaux existants serait un contrat efficace sur le carbone pour les différences qui donnerait à l'industrie la certitude dont elle a besoin pour réaliser les projets initiaux. Des efforts seront également nécessaires pour orienter la demande vers ces nouveaux produits, qui est actuellement en retard sur les efforts visant à accroître l'offre.

Il ne fait aucun doute dans l'esprit de cet expert que d'autres juridictions s'efforceront de produire des produits à plus faible teneur en carbone, ce qui exerce une pression sur l'industrie canadienne pour qu'elle soit compétitive.



Plastiques et pétro textiles

Les matières plastiques sont un domaine propice à la circularité. Actuellement, même le recyclage de base d'une fraction seulement des produits en plastique post-consommation atteint des niveaux très bas dans le monde entier.

Comme l'indique la Commission des transitions énergétiques, « si l'on prétend souvent que, par exemple, l'UE atteint un taux de recyclage des plastiques de 30 %, le chiffre réel n'est que de 10 % environ. En outre, on peut affirmer que la plupart des activités de recyclage actuelles ne permettent pas un recyclage en «circuit fermé» vers des produits en plastique de qualité et de prix équivalents (par exemple, bouteilles en polyéthylène téréphtalate (PET) recyclées en bouteilles en PET), mais un recyclage vers le bas vers des plastiques de moindre valeur (par exemple, pots noirs). En modifiant radicalement la façon dont les plastiques sont utilisés et manipulés, 28 % de la demande totale de plastiques pourrait être éliminée ou remplacée, tandis que 25 % de tous les plastiques pourraient être recyclés et 2 % réutilisés, ce qui permettrait de réduire de 56 % les émissions mondiales liées au cycle de vie des plastiques » (CTE 2018).

La propre étude de l'ECCC sur les déchets plastiques au Canada a rapporté : « L'économie canadienne des plastiques est principalement linéaire, avec une estimation de 9 % des déchets plastiques recyclés, 4 % incinérés avec récupération d'énergie, 86 % mis en décharge et 1 % fuités dans l'environnement en 2016. »

La Colombie-Britannique a récemment fait des progrès considérables dans la récupération des déchets plastiques post-consommation pour le recyclage dans la province, en réponse à la fermeture des options de traitement à l'étranger. La province a maintenant un taux de récupération des plastiques de la «boîte bleue» de 57 pour cent (à partir de 2021). Mais la manière dont ce plastique récupéré est effectivement utilisé n'est pas claire, et une grande partie de ce plastique est probablement toujours en cours de recyclage.

Près de la moitié des déchets plastiques au Canada proviennent des emballages (47 %), mais des quantités importantes proviennent également des automobiles en fin de vie (9 %), des textiles (7 %) et des équipements électroniques (7 %), selon le CCCE. Il est intéressant de noter que le secteur de

la construction est aujourd'hui un très gros utilisateur de plastique, consommant 26 % du plastique mis sur le marché. Une grande partie de ce plastique est intégrée dans les bâtiments et les appareils qui restent en service, mais cela deviendra une source croissante de déchets plastiques à l'avenir. La prolongation de la durée de vie des bâtiments est donc devenu une stratégie de circularité importante non seulement pour le ciment et l'acier, mais aussi pour les plastiques (Deloitte et Cheminfo, 2019).

Le recyclage des plastiques se heurte à deux obstacles majeurs. Le premier est le manque d'infrastructures municipales adéquates. L'industrie peut être incitée à aider les municipalités à résoudre ce problème par le biais de programmes de responsabilité élargie des producteurs, mais il sera difficile d'accélérer le recyclage sans de meilleurs systèmes de collecte et de tri.

Le deuxième obstacle est la nature très hétérogène des déchets plastiques, avec différents polymères utilisés ou combinés dans différents produits, puis mélangés avec des «plastifiants», des colorants et d'autres additifs. Cet énorme éventail de produits rend le recyclage de haut niveau difficile, car les produits qui entrent dans le système sont peu purs. Cela peut expliquer le large éventail de réductions d'émissions obtenues par le recyclage de différents plastiques, la Chemistry Industry Association notant que ces réductions peuvent aller de 5 à 95 % par rapport aux processus utilisant des matériaux primaires.

Il a été suggéré que le recyclage pourrait être amélioré en utilisant des systèmes d'intelligence artificielle pour aider à trier les flux de déchets, en améliorant l'étiquetage des plastiques afin que les recycleurs puissent mieux trier les flux entrants, et en simplifiant la composition des produits en interdisant certains additifs ou en normalisant un nombre commun d'additifs (Sun, Lettow et Neuhoff 2021 ; BASF 2020)

Il existe également un intérêt pour le développement de processus de recyclage chimique où les plastiques sont décomposés en leurs polymères d'origine, qui peuvent ensuite être utilisés pour fabriquer un certain nombre de produits. Cependant, le développement des processus de recyclage chimique n'en est qu'à ses débuts et l'on s'inquiète de l'intensité énergétique du processus. Comme le note le chercheur Xi Sun, « on ne sait toujours pas dans quelle mesure les déchets plastiques mélangés et contaminés peuvent être récupérés dans les processus de recyclage chimique, la pureté des déchets entrants restera donc probablement importante » (Sun, Lettow et Neuhoff, 2021).

De même, on a espéré que les programmes de responsabilité élargie des producteurs permettraient de progresser dans le recyclage des déchets plastiques, mais jusqu'à présent, ces programmes n'incitent guère les producteurs à investir massivement dans un recyclage de meilleure qualité. En fait, l'un des principaux défauts des programmes est qu'ils mettent surtout l'accent sur la récupération en fin de vie et n'ont pas suscité d'intérêt significatif pour la reconception des produits afin de réduire les déchets en premier lieu (par exemple, en simplifiant la composition des produits, en réduisant les emballages ou en substituant d'autres matériaux).

Comme l'indique Sustainable Prosperity, «jusqu'à présent, les provinces ont mis en œuvre leurs propres programmes [de responsabilité élargie des producteurs (REP)], ce qui a donné lieu à un ensemble disparate de programmes de gestion des produits, de REP partielle et de REP complète, couvrant différents matériaux et [utilisant] différentes définitions, mécanismes de rapport et structures de gouvernance. De plus, les programmes de REP existants au Canada n'ont pas été conçus pour les améliorations environnementales des produits nécessaires à une économie circulaire » (Jagou, 2021).

L'examen du CCCE sur les plastiques au Canada a recommandé un certain nombre de mesures de

circularité différentes, y compris un accent sur la prolongation de la vie des biens durables (par exemple, les appareils électroménagers), qui contiennent certains des plastiques les plus difficiles à recycler, en améliorant les niveaux de réutilisation, de réparation et de réusinage.

La Californie a récemment adopté une loi qui imposera l'approbation de l'État pour l'étiquetage de la recyclabilité des plastiques (les « flèches de poursuite »). L'objectif est de réduire les déclarations trompeuses sur la recyclabilité des produits et de permettre aux recycleurs de comprendre plus facilement la composition des produits en améliorant la précision (gouverneur de Californie, 2021). Bien que de telles réglementations soient également envisagées au Canada, l'industrie chimique estime qu'elles sont prématurées en l'absence d'une meilleure infrastructure de recyclage.

La stratégie pancanadienne « Zéro déchet plastique » visant à réduire de 30 % la quantité de déchets plastiques produits par habitant au Canada entre 2014 et 2030, l'adoption d'approches circulaires qui réduisent l'utilisation des plastiques en premier lieu jouera un rôle important (CCCE, 2022).

Avec les biens durables, l'un des domaines d'utilisation du plastique les plus difficiles à percer en matière de recyclage est le textile. L'essor de la mode rapide a entraîné une augmentation spectaculaire des déchets textiles. Comme le rapporte le NIST, « selon les données de l'EPA, les textiles représentaient 5,83 % du flux total de déchets solides municipaux (MSW) générés aux États-Unis en 2018 (environ 17 millions de tonnes), soit une augmentation linéaire de 80 % sur la base du tonnage depuis 2000 ». Il s'agit d'une augmentation considérable par rapport au flux global de déchets qui n'a augmenté que de 20 % au cours de la même période » (Schumacher, 2022).

Bien que la plupart de ces textiles ne soient pas produits au Canada, la demande au Canada est à l'origine des émissions d'une industrie qui est maintenant dominée par la production de pétrofibres, souvent dans des pays dont les systèmes d'alimentation en électricité sont à forte teneur en carbone. Pour les municipalités, le traitement des déchets qui en résultent devient également une charge de plus en plus lourde.

Les émissions de la mode rapide sont également fortement influencées par le passage aux ventes en ligne. Fashion Takes Action note qu'un détaillant a signalé que pas moins de 40 % des vêtements qui sont achetés en ligne sont retournés. Cela représente des émissions de transport importantes. De plus, peu de détaillants ont la capacité de traiter correctement ces retours (réapprovisionnement ou revente) et un pourcentage élevé est simplement mis en décharge. Fashion Takes Action note que la modification des dispositions relatives au « remboursement de douanes » dans le Tarif des douanes et la Loi sur la gestion des finances publiques réduirait l'incitation des détaillants à détruire les marchandises retournées qui ont été importées pour être vendues au Canada afin de demander un remboursement de douanes (Drennan, 2021).

L'extension de l'utilisation des vêtements est une première étape de la circularité dans le domaine du textile. Fashion Takes Action rapporte que, dans une enquête réalisée pour la marque de produits de beauté Maybelline auprès de 2 000 femmes au Royaume-Uni, les personnes interrogées ont déclaré avoir porté des vêtements en moyenne sept fois avant de s'en débarrasser. La Fondation Ellen MacArthur note que si le nombre moyen d'utilisations par vêtement était doublé, les émissions de gaz à effet de serre associées à la production et au transport des textiles seraient réduites de 44 % (Wang et al., 2022).

De même, le Conseil des académies canadiennes note que « l'augmentation de la circularité des textiles aurait également des impacts environnementaux positifs, car la production de textiles est responsable



de la génération de plus d'émissions annuelles de GES que tous les vols internationaux et la navigation maritime réunis» (CCA, 2021).

Actuellement, la méthode privilégiée pour traiter les textiles usagés consiste à essayer de les détourner pour les revendre dans des magasins d'occasion. Mais seule une petite partie des biens donnés qui arrivent dans ces magasins sont finalement revendus. La grande majorité finit par être vendue à des trieurs qui peuvent séparer les fibres naturelles pour les « chiffonner » et envoyer le reste à l'étranger.

Comme le dit le NIST à propos des efforts de collecte américains, « une majorité des 15 % de produits textiles collectés sont exportés vers des régions à faible revenu pour être revendus, bien qu'il y ait un certain scepticisme quant à la durabilité et aux avantages de cette pratique » (Schumacher, 2022).

Des tentatives sont en cours pour mieux utiliser les textiles usagés. Au Canada, Loop Industries (Terrebonne, Québec) a mis au point une technologie permettant de dépolymériser le plastique PET et les fibres de polyester, notamment les bouteilles en plastique, les emballages, les tapis et les textiles, selon Fashion Takes Action.

D'autres exemples cités par Fashion Takes Action sont Jasztext, à Montréal, qui transforme les tissus non tissés en matériaux d'isolation, en couvertures ou en filtres. Aux États-Unis, Shear Composites lie les fibres déchiquetées de vieux denim à une résine biosourcée pour créer des feuilles ou des articles moulés par compression utilisés dans les meubles, les comptoirs et les plans de travail, les assiettes et même les bijoux.

Des collaborations visant à faire progresser la récupération des textiles existent actuellement en Ontario, en Nouvelle-Écosse et au Québec : la Ontario Textile Diversion Collaborative, l'Association for Textile Recycling en Nouvelle-Écosse et la MUTREC au Québec.

Pourtant, la quasi-totalité des fibres recyclées que l'on trouve aujourd'hui dans les textiles proviennent de bouteilles en PET. Au fur et à mesure que l'industrie des boissons s'oriente vers un recyclage de bouteille à bouteille de plus grande valeur, cette source pourrait décliner et le besoin de récupérer les fibres directement à partir des textiles pourrait augmenter.



Déchets alimentaires et organiques

Selon le National Zero Waste Council, un tiers de toute la nourriture produite et livrée au Canada n'est jamais consommée. La Commission de coopération environnementale, quant à elle, estime que le Canada génère environ 13 mégatonnes de déchets alimentaires chaque année (CCE, 2017).

Les raisons du gaspillage alimentaire relevées par la Commission de coopération environnementale sont les suivantes :

- la surproduction par les transformateurs, les grossistes et les détaillants;
- dommages au produit;
- le manque d'infrastructures de la chaîne du froid (réfrigération pendant le transport et le stockage);
- des spécifications rigides de classement des aliments;
- la variation de la demande des clients; et
- les fluctuations du marché.

La récupération de nutriments tels que le phosphore et l'azote à partir des déchets organiques et des eaux usées est une stratégie précieuse, car le phosphore et l'azote sont les éléments qui contribuent le plus au changement climatique dans l'agriculture céréalière. Les émissions incorporées dans les céréales constituent, à leur tour, la plus grande part des émissions de la production de lait et de produits laitiers.

Agriculture Canada attribue les émissions du secteur agricole à trois sources principales : la fermentation entérique (24 mégatonnes d'équivalent de dioxyde de carbone), la production de cultures (24 mégatonnes) et l'utilisation de carburant à la ferme (14 mégatonnes). Il note que l'agriculture était responsable d'environ 10 % des émissions de gaz à effet de serre du Canada en 2019 (73 mégatonnes).

L'Union européenne a estimé que les biodéchets pourraient remplacer jusqu'à 30 % des engrais inorganiques, ajoutant qu'aujourd'hui, seuls 5 % des biodéchets sont recyclés et utilisés comme engrais.

La Fondation Ellen MacArthur souligne la valeur des pratiques agricoles régénératrices dans la réduction des émissions, en notant que si 80 % des terres cultivées dans le monde adoptent des pratiques telles que le labourage zéro, les cultures intercalaires et les cultures de couverture, cela pourrait entraîner un bénéfice annuel en termes de carbone de 2 500 mégatonnes d'équivalent dioxyde de carbone, tandis que le pâturage géré sur la moitié des pâturages appropriés dans le monde pourrait entraîner un bénéfice annuel net en termes de carbone de 1 400 mégatonnes en 2050.

Le rapport ajoute : « En outre, le cycle des nutriments, grâce à des pratiques telles que le compostage et l'application de fumier, peut améliorer la productivité des sols en améliorant la rétention d'eau, en réintroduisant les microbes du sol et en ajoutant des nutriments, réduisant ainsi la demande d'engrais chimiques et d'irrigation sur les sols dégradés. Cela permet de réduire les émissions liées à la production d'engrais et les émissions associées à la consommation d'énergie pour l'irrigation » (EMF et Material Economics, 2021).

De nombreuses études sur le gaspillage alimentaire parlent de modifier le comportement des consommateurs. En particulier, ils préconisent d'encourager les consommateurs à modifier leur régime alimentaire en abandonnant les produits à fortes émissions comme la viande. Mais comme

l'a fait remarquer un expert dans une interview accordée à l'Institut climatique canadien, ces types de changements de comportement des consommateurs peuvent prendre du temps et présenter une plus grande incertitude. Il est intéressant de noter que Statista rapporte que la consommation de viande par habitant a diminué de 13 % au Canada entre 2000 et 2021, la consommation de bœuf par habitant ayant chuté de 31 % au cours de la même période, ce qui indique que ce changement est en cours, peut-être en réponse à une combinaison de messages sur le climat et la santé (Shahbandeh, 2022).

Selon le sondeur Angus Reid, les jeunes générations sont beaucoup plus intéressées par ce type de changement de régime alimentaire. Le sondage a révélé que les Canadiens âgés de 18 à 34 ans sont beaucoup plus susceptibles que leurs homologues plus âgés d'avoir essayé ces produits, près de 60 % d'entre eux l'ayant fait. Soixante-dix pour cent de ce groupe d'âge pensent que les substituts de viande à base de plantes ne sont pas une mode et continueront à gagner en popularité, une perspective très différente de celle des générations plus âgées (Angus Reid, 2019).

Un exemple d'effort réussi pour réduire le gaspillage alimentaire par le biais du « coup de pouce » comportemental se trouve dans l'étude d'un projet pilote de réduction des déchets à London, en Ontario, en 2017. Sur le thème « Réduire le gaspillage alimentaire, économiser de l'argent », le programme a fourni aux participants des outils simples pour réduire le gaspillage alimentaire, allant de listes de courses préformatées à des aimants pour réfrigérateur (à l'époque, il n'y avait pas de collecte centrale des déchets organiques dans la communauté). Les déchets physiques réels d'un ensemble de ménages participants ont été comparés aux déchets de ménages témoins qui n'ont pas reçu d'instructions. Fait remarquable, le gaspillage alimentaire des ménages participants a diminué de 30 % et s'est maintenu au même niveau au cours des deux années suivantes, qui ont coïncidé avec le début de la pandémie de COVID et une forte augmentation du gaspillage alimentaire dans les ménages témoins (Everitt, 2022).

Bien que la récupération des nutriments provenant des déchets alimentaires et d'autres sources organiques cadre avec l'objectif du Canada de réduire, d'ici 2030, les niveaux absolus d'émissions de gaz à effet de serre découlant de l'épandage d'engrais de 30 % par rapport aux niveaux de 2020, les efforts visant à réduire les déchets alimentaires et à utiliser davantage les déchets alimentaires peuvent également contribuer à réduire les émissions d'autres façons (gouvernement du Canada, 2022b).

Par exemple, la Commission de coopération environnementale estime que «les économies d'émissions de GES réalisées grâce à la récupération des aliments destinés à la consommation humaine sont environ 20 fois supérieures à celles réalisées grâce à la récupération des aliments destinés à la consommation animale, et plus de 40 fois supérieures à celles réalisées grâce aux alternatives de recyclage [par exemple, le compostage]. »

Les efforts visant à augmenter les ventes de produits imparfaits ou à rendre plus clair l'étiquetage «à consommer de préférence avant » sur les produits peuvent contribuer à éviter que des aliments encore comestibles soient gaspillés, voire recyclés, avec un bénéfice climatique net moindre. Au Québec, le Centre d'innovation agroalimentaire du Québec a entrepris des recherches sur l'optimisation de l'emballage des viandes afin de prévenir les pertes et de prolonger la durée de conservation, tandis que le programme de récupération des supermarchés encourage les détaillants de la province à faire don des produits excédentaires aux banques alimentaires. La province a également abrogé les règlements qui interdisaient la vente de fruits et légumes ne répondant pas à des normes esthétiques strictes (Circle Economy, 2021b).



L'Ivey Business School a examiné le potentiel de recyclage des déchets alimentaires provenant de deux secteurs en Ontario : les drêches (un sous-produit de la brasserie) et les résidus de fruits et légumes (les restes des conserves et des jus). Elle a constaté que ces matériaux pouvaient être utilisés dans des produits tels que les biscuits, les craquelins, les poudres comestibles et les arômes, bien que la majeure partie de ces matériaux continuent d'être mis en décharge ou utilisés comme aliments pour animaux. Du point de vue des émissions, cependant, les résultats de l'étude ne sont pas simples, certaines activités de recyclage valorisant risquant de produire plus d'émissions que l'élimination conventionnelle. Cependant, la plupart des études de cas ont montré des bénéfices en termes d'émissions équivalents à ceux de l'alimentation animale (Gualandris, 2022).

Les auteurs ont mis en évidence un certain nombre de facteurs qui influent sur le rendement des émissions, depuis les méthodes utilisées pour réduire l'humidité dans les drêches jusqu'à la qualité des résidus incorporés dans les nouveaux produits, en passant par la distance entre le producteur de déchets et le fabricant.

Le *Rapport sur l'indice de circularité* de l'économie du Québec note que les « déchets humides » représentent une grande partie des matières destinées à l'élimination dans la province. Il note que les déchets organiques constituent le plus grand flux de déchets non valorisés de la province : « environ deux tiers des 5,8 millions de tonnes de déchets éliminés sont constitués de déchets organiques, notamment de déchets humides, de boues municipales et industrielles et de déchets agricoles. »

Le rapport suggère un certain nombre d'utilisations alternatives pour ce matériau, de la création de « briquettes écologiques » à l'énergie générée par la digestion anaérobie. Le Québec investit 1,2 milliard de dollars au cours des dix prochaines années dans la valorisation des déchets organiques, l'objectif étant que 70 % de tous les déchets organiques ménagers soient compostés d'ici 2030.


La Fondation Ellen MacArthur cite des exemples européens de bénéfices combinés de l'énergie et de la valorisation des biosolides : « [Les stations d'épuration] d'Aarhus et d'Odense au Danemark ont toutes deux démontré qu'elles pouvaient produire deux fois plus d'énergie qu'elles n'en consommaient en collectant le biogaz libéré par la digestion anaérobie des boues. D'autres avantages en termes de carbone sont obtenus, car les biosolides riches en nutriments qui restent de ce processus peuvent être épandus sur les champs des agriculteurs locaux. »

À l'heure actuelle, les efforts visant à réduire les déchets alimentaires sont en grande partie menés par les détaillants en épicerie, a noté un expert dans une interview avec l'Institut climatique canadien. Avec des marges bénéficiaires étroites, la réduction des déchets et la création de nouveaux produits (« légumes imparfaits », par exemple) sont considérées comme une occasion d'augmenter les revenus, ont-ils noté. Mais si le motif économique pousse le secteur à réduire les déchets, il ouvre également la porte à l'écoblanchiment des produits et aux allégations de gaspillage en raison de l'absence de réglementation, a ajouté la personne interrogée.

L'utilisation de résidus agricoles ou forestiers pour créer des alternatives aux plastiques, en particulier, est un domaine d'intérêt croissant. Le Défi des plastiques domestiques du gouvernement fédéral, par exemple, aide les entreprises à intensifier la production de plastiques biosourcés qui sont compostables dans des conditions normales. Elle a investi un million de dollars dans BOSK Bioproducts Inc. pour mettre au point un nouveau bioplastique hautement compostable et rentable, fabriqué à partir de boues de papeterie et de résidus de fibres de bois, qui pourrait être utilisé dans des domaines tels que l'impression 3D, l'emballage alimentaire, les bouteilles en plastique et les récipients pour cosmétiques.

Toutefois, l'utilisation de matériaux « déchets » provenant de forêts naturelles doit être examinée avec soin, tant en termes d'impact sur la biodiversité que sur les cycles nutritifs des forêts. Par exemple, une récente méta-analyse d'articles scientifiques sur l'impact de l'enlèvement des « rémanents » des opérations forestières a montré que cela peut réduire le carbone du sol (c'est-à-dire et augmenter le CO₂ atmosphérique) jusqu'à 24 % (James et al., 2021).

L'interdiction des plastiques à usage unique dans le cadre de la stratégie de réduction des déchets plastiques du gouvernement fédéral a conduit de nombreux restaurants à s'approvisionner en nouveaux matériaux tels que des récipients à emporter et des couverts fabriqués à partir de matériaux naturels. Comme le rapporte le Globe and Mail, « les restaurateurs peuvent choisir parmi une grande variété de nouvelles options faites de matériaux tels que le bambou, l'avoine, le maïs, le riz et le papier » (Saba, 2023).



Avec des marges bénéficiaires étroites, la réduction des déchets et la création de nouveaux produits (« légumes imparfaits », par exemple) sont considérées comme une occasion d'augmenter les revenus

Le Canada se lance dans la production de produits utilisant un plus large éventail d'intrants agricoles en finançant le programme Innovation bioindustrielle Canada dans le cadre du Programme canadien d'adaptation agricole. La première stratégie de bioéconomie du pays a été publiée en 2019. Elle souligne que « la bioéconomie est une composante importante des activités de l'économie circulaire au Canada, en particulier lorsque la biotechnologie peut permettre la transformation de la biomasse qui, autrement, ne serait pas entièrement utilisée en produits utiles » (Bioindustrial Innovation Canada, 2019).

La stratégie souligne également que « la bioéconomie du Canada sera dirigée par une "génération verte" où la demande des consommateurs pour des produits plus durables poussera le marché vers un approvisionnement en biomasse durable et validé. Les industries de la biomasse transformeront leurs pratiques de gestion et de développement des ressources pour la production, la conversion et la gestion afin de répondre aux demandes des clients et des consommateurs et d'utiliser plus pleinement tous les aspects des matières premières » (Innovation bioindustrielle Canada, 2019).

En fait, la stratégie prévoit que la concurrence pour les stocks de biomasse s'intensifie et qu'il est nécessaire de garantir une utilisation optimale de ces stocks, notamment en mettant davantage l'accent sur les produits à plus forte valeur ajoutée, tels que les pièces automobiles, les carburants d'aviation ou les matières premières chimiques. La stratégie comporte de nombreuses recommandations similaires à celles que l'on trouve dans des guides plus génériques sur l'économie circulaire, notamment l'amélioration des renseignements sur la disponibilité de la biomasse (et des résidus), l'utilisation des marchés publics pour soutenir le développement de nouveaux produits et la réalisation d'une évaluation adéquate du cycle de vie afin de dresser un tableau clair des avantages potentiels d'un passage aux bioproduits.

Au Manitoba, le projet Pembina Fibreshed encourage l'utilisation du lin, qui est largement cultivé dans la province, pour produire du lin, un matériau qui, selon le projet, peut être composté, contrairement aux textiles pétroliers. Le projet fournit gratuitement aux agriculteurs des semences de variétés de lin adaptées à la fabrication du lin. Ils envisagent également de promouvoir la culture de l'indigo japonais pour créer une teinture bleue naturelle (LeGal, 2022).



Ce que font les autres pays

De nombreux pays explorent le potentiel d'un passage à une économie circulaire comme une opportunité de réduire les émissions de gaz à effet de serre et d'autres nuisances environnementales. Dans cette section, nous passons brièvement en revue les initiatives en cours avec certains des plus grands partenaires commerciaux et pairs économiques du Canada, y compris la manière dont une circularité accrue est prise en compte dans les politiques climatiques clés.



L'Union européenne

L'UE a un large éventail d'initiatives en cours pour améliorer la circularité dans les pays membres. Celles-ci sont en grande partie énoncées dans son Plan d'action pour l'économie circulaire, qui est un élément central de son initiative Green Deal (Commission européenne, 2020a).

Les éléments clés du plan d'action comprennent l'élaboration d'une initiative législative sur la politique des produits durables. Selon le *plan*, « le cœur de cette initiative législative consistera à élargir la directive sur l'écoconception au-delà des produits liés à l'énergie, afin de rendre le cadre de l'écoconception applicable à la gamme de produits la plus large possible et de le faire porter sur la circularité. »

Parmi les initiatives les plus originales envisagées dans le cadre de ce plan, on peut citer ce qui suit :

- « mobiliser le potentiel de la numérisation des informations sur les produits, y compris des solutions telles que les passeports numériques, le marquage et les filigranes;
- récompenser les produits en fonction de leurs différentes performances en matière de durabilité, notamment en liant les niveaux de performance élevés à des incitations. »

Reconnaissant la nécessité de disposer de meilleures données sur les flux de matières et d'autres aspects de la circularité, le plan prévoit également la création d'un « espace de données européen commun pour les applications circulaires intelligentes, avec des données sur les chaînes de valeur et des informations sur les produits. »

Les objectifs de l'UE en matière de données comprennent :

- analyser comment l'impact de la circularité sur l'atténuation et l'adaptation au changement climatique peut être mesuré de manière systématique ;
- améliorer les outils de modélisation pour saisir les avantages de l'économie circulaire sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre aux niveaux européen et national ;
- promouvoir le renforcement du rôle de la circularité dans les futures révisions des plans nationaux pour l'énergie et le climat et, le cas échéant, dans d'autres politiques climatiques.

De meilleures informations peuvent également être utilisées pour «intensifier les efforts, en coopération avec les autorités nationales, pour faire respecter les exigences de durabilité applicables aux produits mis sur le marché de l'UE, notamment par des inspections concertées et des actions de surveillance du marché»

Il s'agit d'une action importante étant donné que, comme l'a mentionné un expert dans une interview avec l'Institut climatique du Canada, l'application actuelle des normes dans l'UE est faible et les exigences sont souvent très générales.

En ce qui concerne le lien entre les actions de circularité et les performances en matière d'émissions, l'UE « évalue les options pour promouvoir davantage la circularité dans les processus industriels dans le cadre de la révision de la directive sur les émissions industrielles, y compris l'intégration des pratiques d'économie circulaire dans les prochains documents de référence sur les meilleures techniques disponibles »

Très pertinente pour le Canada, où les petites et moyennes entreprises (PME) dominent l'économie, l'UE cherche également à aider le secteur des PME à améliorer la circularité par le partage des connaissances et la formation. Sa Stratégie en faveur des PME favorisera la collaboration industrielle circulaire entre les PME en s'appuyant sur la formation, les conseils prodigués dans le cadre du réseau Enterprise Europe Network sur la collaboration entre clusters, et le transfert de connaissances via le Centre européen de connaissances sur l'efficacité des ressources.

Le Plan d'action reconnaît la nécessité d'une meilleure intégration des mesures de circularité dans les Plans sur le climat en cours : « Pour atteindre la neutralité climatique, il faut intensifier les synergies entre la circularité et la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

La Commission :

- analyser comment l'impact de la circularité sur l'atténuation et l'adaptation au changement climatique peut être mesuré de manière systématique ;
- améliorer les outils de modélisation pour saisir les avantages de l'économie circulaire sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre aux niveaux européen et national ;
- promouvoir le renforcement du rôle de la circularité dans les futures révisions des plans nationaux pour l'énergie et le climat et, le cas échéant, dans d'autres politiques climatiques. »

L'Union européenne Le Plan d'action énumère plus de 50 actions à entreprendre pour améliorer la circularité. Une annexe au plan fixe des délais pour l'élaboration des politiques de soutien.



États-Unis

Au niveau national, la U.S. Environmental Protection Agency (EPA) élabore actuellement une stratégie nationale de recyclage axée sur l'amélioration de la circularité. Il indique que l'EPA s'engage également à élaborer un nouvel objectif visant à réduire les incidences sur le climat de l'utilisation et de la consommation

de matériaux, qui viendra compléter les objectifs nationaux existants en matière de recyclage et de réduction des pertes et des déchets alimentaires. L'EPA prévoit de collaborer à tous les niveaux de gouvernement, y compris les Autochtones, et avec les parties prenantes publiques et privées pour atteindre ces objectifs ambitieux (EPA, 2021).

Il reconnaît la nécessité de disposer de meilleurs paramètres pour évaluer le succès de la réalisation de son objectif : L'EPA a l'intention de travailler avec les parties intéressées pour développer des définitions standardisées, des méthodologies de mesure, des bases de référence et des objectifs pour les mesures futures et l'objectif national de recyclage.

Le National Renewable Energy Laboratory aux États-Unis a également développé un programme de recherche ambitieux, largement axé sur la circularité, afin de répondre aux exigences matérielles inhérentes au passage à des systèmes énergétiques verts. Il décrit sa vision comme « un avenir dans lequel les matériaux énergétiques sont fabriqués de manière plus efficace, construits pour durer plus longtemps et conçus pour être réutilisés et recyclés à leur retraite afin de garantir que les ressources et les chaînes d'approvisionnement pour la transition vers une énergie propre sont sûres et durables » (NREL, n.d.).

Certains États mettent également en œuvre les premières mesures visant à accroître la circularité. La Californie a récemment approuvé un nouveau plan d'action climatique de 15 milliards de dollars qui prévoit 270 millions de dollars pour promouvoir les mesures d'économie circulaire. Selon un communiqué de presse du gouvernement, ce financement sera utilisé pour accroître la demande de produits recyclables et attirer l'industrie verte en Californie. Il comprendra des fonds pour soutenir le travail du nouveau Bureau de l'innovation en matière de recyclage et de reconditionnement de CalRecycle. Des fonds supplémentaires soutiendront l'infrastructure des déchets organiques, les efforts de récupération des aliments et l'infrastructure de compostage, de refabrication et de recyclage, y compris les investissements dans les communautés défavorisées.

L'État de Washington a adopté une loi sur la symbiose industrielle qui renforcera les efforts visant à transformer les déchets en ressources pour de nouveaux produits. La loi ordonne à l'État de faciliter l'échange de déchets par le biais de diverses mesures, notamment : la création d'un inventaire des ressources en déchets, la mise en place de systèmes de collecte de données sur les flux de matériaux, le soutien à la création de centres de partage, l'élaboration de paramètres de performance en matière d'environnement et de santé, et la sensibilisation des entreprises aux possibilités d'échange de déchets (BioCycle 2021).

Au niveau de la ville, la ville de New York collabore avec la Fondation Ellen MacArthur pour réduire les 200 millions de livres de vêtements envoyés à la décharge chaque année, tout en collaborant avec les cabinets de conception et d'architecture pour réduire les déchets créés par le secteur du bâtiment de la ville grâce à des directives volontaires de conception zéro déchet (NYCEDC 2021).

La loi sur la réduction de l'inflation et la loi sur l'infrastructure bipartite qui sont les pièces maîtresses des politiques climatiques de l'administration Biden, n'ont pas un fort accent sur l'économie circulaire, mais le département de l'énergie a renforcé les pouvoirs de prêt au cas par cas pour les projets potentiels de circularité qui répondent également aux objectifs d'atténuation et de politique industrielle de la loi. Il prévoit des incitations pour améliorer l'efficacité énergétique des habitations, notamment l'installation de pompes à chaleur, et pour des appareils plus efficaces, mais il est surtout axé sur le passage à des sources d'énergie plus propres. Les résumés gouvernementaux de la loi sur les infrastructures indiquent que les investissements dans les nouvelles infrastructures doivent prendre en compte l'atténuation du changement climatique et la résilience, mais la manière dont les politiques renforceront ces exigences n'est pas claire.



Chine

En 2021, la Chine a publié son plan de développement de l'économie circulaire (Bleischwitz, 2022).

Le plan fixe les objectifs suivants pour 2021-2025 :

- «Augmenter la productivité des ressources de 20 % par rapport aux niveaux de 2020.
- Réduire la consommation d'énergie et d'eau par unité de PIB de 13,5 % et 16 %, respectivement, par rapport aux niveaux de 2020.
- Atteindre un taux d'utilisation de 86 % pour les tiges de culture, de 60 % pour les déchets solides en vrac et de 60 % pour les déchets de construction.
- Utilisation de 60 millions de tonnes de déchets de papier et de 320 millions de tonnes de ferraille d'acier.
- Produire 20 millions de tonnes de métaux non ferreux recyclés.
- Augmenter la valeur de la production de l'industrie du recyclage des ressources à 5 trillions de RMB (773 milliards de dollars US).»

Une stratégie clé pour la Chine est le développement de « parcs éco-industriels » où les déchets d'une industrie ou d'un processus peuvent être partagés avec une autre (également appelée symbiose industrielle, une approche inaugurée par Kalundborg, au Danemark, où 14 entreprises publiques et privées travaillent au recyclage des déchets et de l'énergie résiduelle depuis 1972).

La Chine a adopté pour la première fois une loi sur la promotion de l'économie circulaire en 2008, mais elle était axée sur le principe plus simple des « trois R (réduire, réutiliser, recycler) ». Le nouveau plan présente un éventail plus large de stratégies pour parvenir à la circularité, y compris la promotion de la conception écologique et du remanufacturage.

Un article de recherche publié dans la revue *Resources, Conservation and Recycling* constate que la Chine a relativement bien réussi à améliorer l'efficacité des matériaux, notant que «notre analyse des données montre un succès remarquable du découplage du PIB de l'utilisation des ressources en Chine au cours des vingt dernières années, un découplage relatif fort conduisant à un doublement de la productivité des ressources en Chine» (Bleischwitz, 2022).

Le plan climatique de la Chine, *Action Plan for Carbon Dioxide Peaking Before 2030*, intègre des concepts circulaires dans de nombreuses sections (par exemple, l'utilisation d'un plus grand nombre de déchets d'acier et de substituts de clinker dans le ciment) mais reconnaît aussi directement la nécessité d'approches circulaires :

« L'action pour la promotion de l'économie circulaire dans le but de réduire les émissions de carbone

En mettant l'accent sur l'utilisation des ressources comme facteur clé, nous poursuivrons le développement de l'économie circulaire et travaillerons à une amélioration globale de l'efficacité de l'utilisation des ressources. Ce faisant, nous tirerons pleinement parti des effets de synergie entre les efforts visant à réduire la consommation de ressources et à diminuer les émissions de carbone.»

Elle appelle également à développer les parcs industriels « de manière circulaire » et à mieux utiliser les « déchets en vrac » comme les cendres volantes et la paille, à adopter une approche «internet +» du recyclage et à améliorer le recyclage des ménages (NDRC, 2021).



Japon

En 2000, la loi fondamentale sur l'établissement d'une société circulaire a été adoptée au Japon, avec l'obligation d'établir des plans mis à jour tous les cinq ans (le quatrième plan a été publié en 2018).

Le Japon a atteint des taux de recyclage très élevés pour de nombreux produits : 93 % pour les climatiseurs, 86 % pour les téléviseurs à cristaux liquides et à écran plasma, 79 % pour les réfrigérateurs et les congélateurs, 90 % pour les machines à laver et les sèche-linge, 69 % pour les bouteilles en verre, 85 % pour les bouteilles en PET, 92 % pour les boîtes en acier et 94 % pour les boîtes en aluminium. Cela n'est peut-être pas surprenant pour un pays qui n'est pas riche en ressources naturelles et qui dépend fortement des importations de matériaux (Benton et Hazell, 2015).

En 2022, le gouvernement japonais s'est fixé pour objectif d'étendre la taille du marché domestique de l'économie circulaire à plus de 80 000 milliards de yens d'ici 2030, contre 50 000 milliards de yens actuellement. Pour atteindre ce résultat, le gouvernement souhaite doubler la quantité de plastiques collectés par les entreprises et les collectivités locales d'ici 2030, renforcer les mesures visant à réduire les déchets alimentaires à quatre millions de tonnes ou moins, promouvoir le recyclage des métaux rares et autres, et passer des matériaux dérivés des combustibles fossiles aux matériaux issus de la biomasse (METI, 2020a).

Selon l'Institution des sciences de l'environnement, les facteurs de réussite du système japonais sont les suivants :

- **Collaboration** : La culture commerciale japonaise met l'accent sur la collaboration ; il en résulte une approche globale, tant au niveau de la mesure que de l'action.
- **Collecte conviviale** : le système de collecte des vieux appareils à recycler est si complet et si facile à utiliser qu'il est difficile de ne pas les recycler. Les anciens appareils sont collectés par les détaillants, soit en magasin, soit lors de la livraison d'un nouvel appareil. Pour les vieux équipements informatiques, les autorités locales peuvent demander au fabricant de les collecter sur le pas de la porte ou les apporter dans n'importe quel bureau de poste pour qu'ils leur soient retournés.
- **Les consommateurs paient des frais dès le départ** : pour les produits électroniques, le coût du transport et de la récupération est payé au moment de l'achat, ce qui signifie que le client n'est pas dissuadé de participer lorsqu'un produit arrive en fin de vie.
- **Les infrastructures de recyclage sont en copropriété** : la loi impose aux consortiums de fabricants de gérer les usines de désassemblage, ce qui leur permet de bénéficier directement de la récupération des matériaux et des pièces. Les entreprises investissent donc à long terme dans les infrastructures de recyclage. Et comme elles possèdent à la fois des installations de fabrication et de récupération, les entreprises envoient des concepteurs de produits dans des usines de démontage pour qu'ils fassent l'expérience des frustrations liées au démontage d'un produit mal conçu. Certaines entreprises soumettent même les prototypes au processus de démontage pour s'assurer qu'ils sont faciles à récupérer (Benton, 2015).

Le Japon encourage également les entrepreneurs à aborder la circularité avec des entreprises qui font tout, de la location de parapluies au « dénigrement de l'image » de vêtements usagés pour la revente.

Parmi les « 14 domaines prioritaires pour la neutralité carbone d'ici 2050 » du Japon, la circularité fait partie de la grappe Maison/Bureau où la circulation des ressources est un point central. La circularité est indirectement mentionnée dans d'autres domaines, notamment les « gratte-ciel en bois » et le « recyclage du carbone » dans le ciment et les plastiques, mais elle ne constitue pas un élément central (METI, 2020b).



Pays-Bas

Les Néerlandais se sont fixé pour objectif d'avoir une économie entièrement circulaire d'ici à 2050, avec pour objectif intermédiaire de réduire de moitié la consommation de matières premières primaires d'ici à 2030. Le gouvernement a défini « cinq programmes de transition » couvrant la biomasse et l'alimentation, les plastiques, l'industrie manufacturière, la construction et les produits de consommation, avec des plans détaillés pour chacun d'entre eux qui couvrent les actions nécessaires, le rôle du gouvernement et les budgets (Hanemaaijer et al., 2021; MIWM, 2021).

Les Pays-Bas ont mis au point des outils intéressants pour stimuler l'intérêt pour la circularité lors de la passation de marchés d'infrastructure : DuboCalc et l'échelle de performance du CO₂. Comme l'explique l'étude sur les matériaux de l'ONU, « DuboCalc évalue les impacts environnementaux du "produit" (infrastructure), tandis que l'échelle de performance en matière de CO₂ évalue les impacts GES des processus de travail. »

DuboCalc est un outil logiciel basé sur le cycle de vie qui permet de quantifier un large éventail d'impacts environnementaux des matériaux de construction. Grâce à DuboCalc, toutes les incidences environnementales de l'utilisation des matériaux peuvent être estimées pour l'ensemble du cycle de vie du produit, de l'extraction des matières premières et de la production à la démolition et au recyclage. Pour l'évaluation des infrastructures, la consommation d'énergie en phase d'utilisation peut être calculée.

En fonction des matériaux utilisés, DuboCalc calcule une valeur unique pour tous les effets sur l'environnement, appelée valeur de l'indicateur de coût environnemental, basée sur les coûts de prévention des émissions.

L'accord national néerlandais sur le climat publié en 2019 intègre le concept de circularité dans toutes les sections du plan, depuis le passage à des approches de construction circulaire et l'adoption de pratiques d'agriculture circulaire, jusqu'au développement de processus d'approvisionnement incitant à la circularité (EZK, 2019).

Il offre un certain nombre d'aperçus sur les défis à relever pour atteindre ses objectifs de circularité, notamment la création de grappes industrielles (symbioses) pour la réutilisation des matériaux. Il souligne les efforts déployés pour améliorer le partage des matériaux entre cinq régions néerlandaises et, à une échelle plus fine, comment « le recyclage mécanique à Rotterdam-Moerdijk, par exemple, qui inclut la transformation des déchets en produits chimiques/production de plastique circulaire/biomasse, est l'une des options qui illustrent comment la politique climatique et l'économie circulaire peuvent se renforcer mutuellement. »

Il est important de noter que le plan reconnaît que « le succès de la transition du système et la création d'un tout nouveau type d'industrie nécessitent non seulement une offre, mais également une demande de produits fabriqués de manière durable. »

Dans cette perspective de développement économique, le plan indique que le Programme de connaissances intégrales et d'innovation du pays servira de feuille de route sur la façon dont il se concentrera

sur les marchés de croissance prioritaires, en notant qu'il faudra peut-être prendre des mesures ciblées qui prendront une forme différente pour chacune des phases de développement du marché en croissance. »



Finlande

La Finlande a adopté une feuille de route nationale pour la transition vers une économie circulaire en 2016. Bien que le pays ait considérablement réduit la quantité de déchets acheminés vers les sites d'enfouissement, il l'a fait en grande partie en réorientant les déchets vers des installations de récupération d'énergie, tandis que les niveaux réels de déchets post-consommation ont continué d'augmenter.

Sitra, le fonds finlandais pour l'innovation, a joué un rôle central dans les efforts menés dans le domaine de l'économie circulaire (Sitra a été créée en 1967, mais sa dotation actuelle résulte en grande partie du don d'actions de Nokia par le Parlement finlandais en 1992). Elle a investi dans des entreprises comme Swappie, une entreprise qui remet à neuf de vieux téléphones cellulaires, dans le but d'assurer aux consommateurs la qualité des produits remis à neuf. Sitra, pour reprendre ses propres mots, « sert de groupe de réflexion, de promoteur d'expériences et de modèles opérationnels et de catalyseur de la coopération. En rendant des comptes au Parlement, notre travail axé sur l'avenir est financé par le rendement des investissements fondé sur le capital de dotation reçu à l'origine à la demande du Parlement. »

Conformément à l'importance accordée par la Finlande à l'éducation en tant qu'outil clé pour faire progresser la circularité, Sitra se concentre non seulement sur les entreprises, mais aussi sur la santé des structures démocratiques et sur l'élaboration d'une vision pour un avenir vert : [Traduction]« Nous renouvelons et développons notamment des structures, des procédures et des moyens de participation et d'interaction démocratiques. Nous nous intéressons particulièrement à la façon dont les approches et les algorithmes fondés sur les réseaux et les données peuvent être utilisés pour appuyer la démocratie, l'engagement et la coopération » (Järvinen et Sinervo, 2020).

Cela a également mené à un projet novateur axé sur le changement de mode de vie et de comportement, où l'accent n'est pas mis sur une « empreinte carbone » personnelle, mais sur « l'édification d'une vie saine et durable ». Le programme a permis à un Finlandais sur cinq d'envisager 100 actions différentes pour rendre leur mode de vie plus durable. Le programme encourage les citoyens à élaborer un plan personnel qui, selon Sitra, se traduit en moyenne par une réduction de 30 % des émissions de gaz à effet de serre liées au mode de vie (Hot or Cool Institute, 2021).

La Finlande élabore régulièrement des plans de politiques à moyen terme sur le changement climatique afin de mettre en œuvre sa loi sur le changement climatique. Le dernier plan a été soumis à l'Assemblée législative du pays à l'automne 2022 et contient de nombreuses actions et mesures à orientation circulaire (ministère de l'Environnement 2022).



Australie

La fermeture de la Chine pour l'importation de déchets a eu des répercussions spectaculaires sur l'Australie, qui cherche maintenant à développer sa capacité nationale de récupération des matières. Le pays s'est fixé l'objectif d'un taux de récupération de 80 % des déchets d'ici 2030, ainsi que de réduire de moitié les déchets alimentaires.

À cette fin, elle a établi un [fonds de modernisation du recyclage \(FMR\)](#) de 250 millions de dollars australiens, qui, selon elle, lui permettra d'investir un milliard de dollars dans les infrastructures de

recyclage et de transformer l'industrie australienne de la récupération des ressources en un milliard de dollars. Le FMR modernisera l'infrastructure de recyclage de l'Australie et renforcera ses capacités en matière d'économie circulaire en trouvant des solutions innovantes pour le recyclage à terre et en soutenant la seconde transformation de produits à contenu recyclé (DCCEEW, 2022).

L'Australie a de la difficulté à rattraper de nombreux autres pays en ce qui concerne l'adoption d'une économie circulaire. Cela a été attribué à des facteurs comme les lacunes réglementaires, l'infrastructure insuffisante et les politiques immatures (Comité de référence de l'environnement et des communications, 2018).



Écosse

L'Écosse est en train d'élaborer une feuille de route ambitieuse pour passer à une économie circulaire. Il a publié cette feuille de route aux fins de consultation au printemps 2022 dans le but d'atteindre une économie entièrement circulaire d'ici 2045 (ministère des Compétences vertes, de l'Économie circulaire et de la Biodiversité, 2022).

Le Plan sur le changement climatique 2020 de l'Écosse prévoit des « enveloppes » d'émissions pour chaque secteur économique. Pour le secteur des déchets, les émissions doivent être réduites d'un tiers d'ici 2025 afin de respecter l'enveloppe. De façon plus générale, tous les secteurs doivent réduire suffisamment leurs émissions pour atteindre l'objectif national de l'Écosse d'atteindre une réduction des émissions de 75 % d'ici 2030.

Alors que le secteur des déchets ne représente que trois pour cent des émissions de l'Écosse, la consommation de matériaux, de biens et de services représente environ 80 pour cent des émissions. C'est pourquoi l'Écosse a intégré des principes d'économie circulaire dans son plan climatique, notamment :

- **La consommation responsable**, où les gens et les entreprises exigent des produits et des services d'une manière qui respecte les limites de nos ressources naturelles. Le gaspillage inutile, en particulier le gaspillage alimentaire, sera inacceptable en Écosse.
- **Production responsable**, où une économie circulaire est adoptée par les entreprises et les organisations qui fournissent des produits, assurant la durée de vie et la valeur maximales des ressources naturelles utilisées pour les fabriquer.
- **Maximiser la valeur des déchets et de l'énergie**, où la valeur environnementale et économique des ressources et de l'énergie gaspillées est exploitée efficacement » (Direction de l'énergie et du changement climatique, 2020).

Les objectifs de l'économie circulaire font également partie de la stratégie de transformation économique du pays, de sa stratégie environnementale pour l'Écosse et de sa stratégie autonome de l'économie circulaire.

Le Scottish Institute for Remanufacturing, une initiative écossaise intéressante, fournit un soutien financier et à la recherche aux entreprises intéressées à développer de nouvelles entreprises circulaires.

Le pays a également entrepris des comptes des flux de matières plus détaillés afin de s'appuyer sur ses efforts antérieurs pour calculer l'empreinte carbone du pays. Il décrit simplement l'objectif de ces comptes : « Si l'Écosse veut mettre fin à son rôle dans l'urgence climatique, elle doit réduire considérablement la quantité de matières utilisées dans son économie » (Zero Waste Scotland, 2021).



Obstacles et approches stratégiques

Les défis de la circularité pour le Canada

Le Conseil des académies canadiennes note un certain nombre de défis propres au Canada pour l'adoption des pratiques de circularité.

Tout d'abord, en tant que pays doté d'un important secteur d'extraction des ressources, la circularité peut sembler contre-intuitive. L'une des forces du Canada réside dans la production de matières premières, que la circularité cherche à réduire. Cependant, la circularité peut compléter cette force de bien des façons.

Premièrement, le passage aux sources d'énergie renouvelables et à d'autres technologies vertes comme les véhicules électriques va créer une nouvelle demande pour les métaux en particulier (par exemple, le cuivre pour le câblage, le lithium pour les batteries, le nickel pour l'alliage, le cobalt et les terres rares pour l'électronique à usage général). Pour pouvoir répondre rapidement à ce besoin, il faudra une meilleure récupération des métaux pour accompagner le développement plus lent de nouveaux corps minéraux. L'expertise en fusion et en traitement des métaux, et l'évolution de l'expertise en récupération des minéraux à partir des déchets miniers, peuvent toutes être utilisées pour compléter les activités minières classiques. De même, le remplacement de choses comme le bois massif ou les panneaux de bois manufacturés par du béton dans le secteur du bâtiment peut représenter un transfert d'un secteur des ressources à un autre, mais pas une perte nette.

De nombreux rapports canadiens soulignent le défi inhérent à la faible dispersion de la population et aux vastes distances du Canada. Le revers de la médaille, c'est que la population du Canada est aussi très concentrée — 70 % de la population vit dans les grands centres urbains. Comme le fait remarquer l'Association canadienne de la construction, il s'agit d'une occasion d'élaborer des mesures d'économie circulaire plus itératives et plus distribuées, où les initiatives sont lancées localement et ensuite plus largement adoptées (ACC, 2021).

En fait, le Conseil national zéro déchet (CNZD), créé en 2013, comprend les six plus grandes régions métropolitaines du Canada : Région métropolitaine de Vancouver, Toronto, Montréal, Halifax, Calgary et Edmonton, avec pour mandat de faire progresser les approches circulaires au niveau municipal. Le

CNZD, à son tour, a lancé l'Initiative canadienne des villes et régions circulaires en 2021, en collaboration avec la Fédération canadienne des municipalités, RECYC-QUÉBEC et le Recycling Council of Alberta, afin de faire progresser les connaissances et les capacités en matière d'économie circulaire dans le secteur des collectivités locales canadiennes.

Étant donné que certaines mesures circulaires peuvent être énergivores, comme le recyclage chimique des plastiques ou la production d'acier recyclé, le système électrique canadien, qui ne produit pratiquement pas de carbone, présente un avantage, car il peut maximiser les avantages des mesures qui peuvent entraîner des améliorations plus marginales dans les pays dont le système électrique produit davantage de carbone. La question de savoir combien de temps cet avantage durera est essentielle, car d'autres pays sont en train de passer à une énergie à zéro émission de carbone. Au Canada, la majeure partie de notre énergie provient de sources fiables, propres et «à la demande», comme l'hydroélectricité et le nucléaire, et l'ajout de l'énergie solaire et éolienne permet de conserver cette énergie ferme pour le moment où elle est le plus nécessaire. Autrement dit, si les gouvernements et les industries du Canada planifient judicieusement, il est peu probable que le pays connaisse les mêmes difficultés que les autres pays, car il dispose d'une énergie propre solide suffisante pour compléter les énergies renouvelables variables.

Les actions des États-Unis ont un impact important sur le Canada, qui envoie actuellement une grande partie de ses plastiques, déchets électroniques et textiles au sud de la frontière pour traitement (CCA, 2021). Comme il s'agit d'un marché relativement petit, il pourrait être logique de continuer à « collectionner » ces flux de déchets pour les traiter dans de grands centres américains, ou il pourrait être préférable de renforcer la capacité nationale de traiter ces matières. Mais le commerce transfrontalier des matériaux se poursuivra dans le cadre d'un modèle circulaire et les obstacles devront être éliminés. Par exemple, la création d'échanges régionaux transfrontaliers pour le recyclage de choses comme les batteries de véhicules électriques pourrait être la meilleure voie à suivre, plutôt que de dépendre uniquement du petit marché canadien.

Fait intéressant, le gouvernement de la Colombie-Britannique rapporte que les émissions de gaz à effet de serre associées aux programmes de recyclage des consommateurs dans la province « ont diminué de 20,7 % [en 2021] principalement en raison de la réduction des expéditions maritimes vers les marchés finaux à l'étranger et de l'efficacité accrue des mouvements internes de matières ». Il y a donc des avantages sur le plan des émissions à garder le traitement plus près de l'endroit où les déchets sont produits si les volumes le justifient (Tuck, 2021).

Avantages de la circularité durable

L'une des principales conclusions de nombreuses études de circularité est qu'il faut accorder plus d'attention à l'interaction entre les mesures et les effets potentiels de « rebond ». Par exemple, il y a un fort consensus sur le fait que les mesures d'intervention précoce, comme le passage à des modèles de produits de service ou la réduction des stocks de logements, peuvent avoir des répercussions plus importantes sur les émissions que les activités en aval, comme le recyclage. Le prolongement de la durée de vie des produits, l'accroissement des efforts de réparation ou de remise à neuf des produits, ou même l'augmentation des ventes de produits usagés (une forme de recyclage non destructif), sont tous perçus comme ayant une plus grande réduction des émissions et des avantages environnementaux que la récupération des matériaux des produits en fin de vie utile.

Toutefois, il y a un certain nombre de réserves. Comme le souligne un rapport sur la récupération des matériaux, tous les produits qui nécessitent une consommation d'énergie font l'objet de compromis lorsqu'il



s'agit de prolonger la durée de vie des produits en raison de l'amélioration de l'efficacité énergétique dans les nouveaux modèles. Prolonger l'utilisation d'appareils moins efficaces n'est pas toujours le meilleur choix. De même, les services de réparation et de remise à neuf doivent tenir compte de l'énergie nécessaire au transport des marchandises vers les dépôts de réparation. L'analyse du cycle de vie sera importante pour comprendre où une plus grande circularité peut avoir le plus d'impact (Koide, 2022).

Dans la course à l'adoption de mesures de circularité et/ou d'énergie propre, les pays peuvent également se heurter à des obstacles inattendus. Par exemple, la disponibilité de substituts de clinker de ciment, comme la cendre volante dans le ciment, peut diminuer considérablement à mesure que la production d'électricité à partir du charbon est éliminée et nécessite un passage à différents substituts, comme un mélange de calcaire moulu et d'argile traitée à la chaleur. De même, l'utilisation de PET provenant de bouteilles recyclées dans l'industrie du textile pourrait diminuer, car les producteurs de boissons cherchent à fermer la boucle du recyclage bouteille à bouteille ou à passer aux plastiques d'origine biologique.

De plus, lorsque des procédés difficiles à éliminer, comme la fabrication de l'acier ou du ciment, sont transférés avec succès vers des sources d'énergie sans carbone, la valeur des émissions des mesures circulaires, comme l'incorporation de matériaux plus recyclés, peut diminuer. Cependant, en réduisant la demande globale d'énergie des procédés, les mesures de circularité peuvent encore apporter une contribution importante en élargissant la disponibilité de l'énergie renouvelable (par exemple, en exigeant une offre moins limitée pour ces procédés énergivores) et réduire les émissions liées à l'extraction de matières premières, comme les agrégats ou le minerai de fer.

Il est également important de tenir compte des délais lorsqu'il est question de circularité. Certaines mesures, comme la prolongation de la durée de vie des produits, l'expansion des services de réparation ou l'amélioration du recyclage, peuvent être mises en œuvre assez rapidement avec les bons signaux de la politique et du marché. D'autres, comme l'amélioration de la récupération des matériaux des bâtiments démolis ou la modification des habitudes alimentaires des consommateurs, mettront beaucoup plus de temps à avoir un impact. Toutefois, étant donné que bon nombre de ces mesures à long terme peuvent réduire considérablement les émissions, elles devraient être considérées comme des investissements valables.

La transition d'un système de valorisation des déchets à une économie circulaire nécessitera des changements majeurs dans tous les domaines, des attitudes du public aux structures financières et aux infrastructures. Toutefois, de nombreux pays, y compris le Canada, n'en sont qu'à leurs premiers pas dans la mise en œuvre de ces nouvelles approches et ont concentré leurs efforts sur le climat pour délaissier les combustibles fossiles plutôt que les approches plus holistiques.

Le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) résume bien les limites actuelles des approches de la circularité :

« Les politiques liées à l'efficacité des matériaux se sont traditionnellement concentrées sur le recyclage, tandis que d'autres stratégies tout aussi prometteuses ou davantage prometteuses n'ont généralement pas fait l'objet de politiques axées sur les ressources ou le climat. Dans d'autres cas, les stratégies d'efficacité matérielle ont soit fait l'objet d'un développement politique limité (comme pour l'utilisation du bois massif dans la construction), soit n'ont pas du tout fait l'objet d'une stratégie (comme pour le logement partagé ou la mobilité). L'évaluation quantitative rigoureuse des politiques ex post est rare. Ainsi, dans de nombreux cas, la connaissance de l'efficacité des politiques est tout simplement très limitée, ce qui rend les jugements difficiles quant à la meilleure façon d'utiliser les politiques pour réaliser les avantages indiqués par la modélisation (Hertwich, 2020).

Le recyclage de l'acier est un processus bien établi. Mais les incitations à améliorer les processus pour créer des produits finis à plus forte valeur ajoutée, comme la tôle fine pour les voitures, sont actuellement minimales et entrent en concurrence avec des processus bon marché et bien développés, mais à forte intensité de carbone. Les fabricants ne sont pas incités à concevoir des produits pour faciliter le démontage afin de réduire la contamination, les recycleurs sont peu incités à mettre au point de nouveaux procédés pour limiter la contamination. et les producteurs d'acier sont peu incités à augmenter le contenu recyclé parce qu'il y a peu de demande sur le marché pour les produits contenant du contenu recyclé. En fait, un tel contenu peut susciter des préoccupations au sujet de la qualité et de la convenance du produit.

Pour changer ces conditions, il faudra de multiples mesures, allant de l'augmentation du coût de l'enfouissement des déchets de construction et d'autres biens, à la création de systèmes de certification pour accroître la confiance du public à l'égard des biens remis à neuf ou recyclés.

Comme l'a fait remarquer un expert dans un entretien avec l'Institut climatique du Canada, même lorsque les consommateurs souhaitent prendre des décisions d'achat « plus écologiques », il peut être très difficile de comprendre les compromis entre les différents aspects du produit (par exemple, un réfrigérateur remis à neuf par rapport à un nouveau modèle plus économe en énergie).

Des programmes de certification rigoureux, fondés sur l'analyse du cycle de vie, peuvent aider à résoudre ce problème. utilise sa directive sur l'écoconception pour essayer d'inciter les producteurs à produire des produits plus durables, comme des emballages simplifiés qui sont plus faciles à recycler ou qui utilisent moins de matériaux au départ (Sun, Lettow et Neuhoff, 2021). En Finlande, l'entreprise Swappie ne se contente pas de remettre à neuf les téléphones cellulaires, elle certifie leur rendement parce qu'elle reconnaît que la confiance (et la préférence) des consommateurs est un obstacle majeur à la vente de biens remis à neuf et recyclés.

En France, en Italie, en Espagne, en Suède et aux Pays-Bas, les taxes d'élimination sont évaluées en fonction de la possibilité de tri, de la possibilité de recyclage et de l'existence d'instructions de tri sur les produits, tandis que la Californie exige le dédouanement préalable des produits en plastique portant des étiquettes de recyclage. Voilà le genre de politiques plus rigoureuses de responsabilité élargie des producteurs qui sont nécessaires pour stimuler la refonte des produits plutôt que simplement accroître le recyclage.

Comme le souligne le PNUE, en ce qui concerne la circularité, « la conception est un point d'intervention crucial ». La conception peut être influencée par de nombreux codes et normes qui peuvent soit

augmenter la circularité, soit créer des obstacles. Dans le domaine du textile, par exemple, les exigences en matière de « matériaux neufs uniquement » pour des produits tels que le rembourrage des matelas découragent le recyclage des textiles. De même, la faiblesse des réglementations sur l'étiquetage de la teneur en matières rend difficile le tri correct des textiles, car les informations fournies sont souvent incomplètes ou inexactes. Le National Institute of Standards and Technology (NIST) note que « plus de 40 % des étiquettes de vêtements contiennent des informations inexactes sur la composition des fibres. De plus, l'étiquetage actuel est conçu pour le consommateur, et non pour les partenaires circulaires, et est souvent retiré avant d'atteindre les parties prenantes post-consommation. » Ils ajoutent qu'« un passeport numérique dans lequel un vêtement est équipé d'un identifiant numérique permanent tel qu'un code QR (Quick Response), une étiquette RFID (Radio Frequency Identification), un filigrane ou une technologie NFC (Near-field Communication) » pourrait faciliter le tri (Hertwich, 2020).

Ce type de système de « passeport numérique » peut être étendu à d'autres produits que les textiles et permettrait également de combler les lacunes en matière de données sur le devenir de la plupart des matériaux. Comme le notent de nombreuses études, les systèmes actuels de suivi des matériaux ne sont tout simplement pas assez robustes pour soutenir pleinement les systèmes d'échange et de réutilisation des matériaux et pour évaluer le succès des initiatives de circularité. Heureusement, un certain nombre d'entreprises expérimentent de meilleures technologies de suivi, comme un projet pilote de BASF visant à utiliser la blockchain pour mieux suivre le sort des plastiques en Colombie-Britannique. (BASF, 2020).

Le NIST souligne, par exemple, que les recycleurs auront besoin de bien meilleures informations pour faire face à la prochaine vague de piles usagées, dont beaucoup proviendront de sources bien différentes de celles d'aujourd'hui, à mesure que la transition écologique se met en place. Ils soulignent que « l'un des principes clés de l'économie circulaire consiste à prolonger la durée de vie des produits et des composants aussi longtemps que possible par la réutilisation et la réparation. Cependant, les recycleurs ont peu ou pas d'informations sur les piles qui entrent dans leurs installations, en particulier sur la chimie de la cathode, le facteur de forme, l'historique (par exemple, les cycles d'utilisation) ou le taux de charge restant. Cela entrave la capacité des recycleurs à choisir la voie de valorisation appropriée. En outre, le manque de mesures sur la performance, de guides des meilleures pratiques ou de données financières concrètes empêche la réutilisation des piles » (Schumacher, 2021).

Améliorer l'échange de matériel

L'Ontario et le Québec ont tous deux établi des systèmes d'échange de matériel pour l'industrie.

Au Québec, le Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTÉI) s'efforce de réduire les déchets de fabrication en favorisant la symbiose industrielle. Le Centre effectue des recherches sur la réutilisation des déchets et agit à titre de consultant, tout en favorisant l'échange d'informations grâce à son guide et à son site Web Synergie Québec. Le CTTÉI s'adresse à une large clientèle, des entreprises aux municipalités en passant par les parcs industriels, et aide ses partenaires à « identifier les options d'éco-produits, à affiner les processus et à développer des symbioses » (Binet et al., 2021).

De même, le Marché des matériaux de l'Ontario se positionne comme étant « plus qu'un échange statique de matériaux », notant que « les inscriptions, les capacités des utilisateurs et les conversations sur le Marché des matériaux sont activement surveillées, et les possibilités de réutilisation sont identifiées et transmises aux entreprises qualifiées sous forme de recommandations » Il joue également un rôle de facilitateur entre les entreprises et travaille avec elles pour surmonter les obstacles à l'échange

de matériel. Le marché est également intégré à des initiatives américaines similaires pour faciliter l'échange transfrontalier de matériel.

Bien que ces échanges indiquent souvent des économies de coûts sur l'élimination des déchets, il faudra des politiques plus approfondies pour favoriser une plus grande adoption et réduire la création de déchets. Comme l'a fait remarquer une personne interrogée lors d'une entrevue avec l'Institut climatique du Canada, l'industrie du ciment est très intéressée par le recyclage des agrégats, mais elle est souvent bloquée par les exigences municipales en matière de construction ou d'approvisionnement.

Utilisation des codes, des normes et des prix

Les codes du bâtiment sont le genre d'outil idéal pour promouvoir la circularité. Comme le souligne le PNUE, la conception des bâtiments est fortement façonnée par les codes du bâtiment, bien que la sensibilisation aux matériaux à plus faible teneur en carbone et aux approches de conception déjà approuvées soit également essentielle, comme le souligne le Fonds atmosphérique.

En fait, dans son rapport, le Fonds atmosphérique met en garde contre le fait de passer de longues périodes à « mettre à l'essai » de nouvelles approches et exhorte plutôt les politiques à susciter une adoption rapide. Au lieu de programmes pilotes, il exhorte les gouvernements à « commencer par la quantification et l'analyse comparative (peut-être pour deux ans, à compter de 2022 ou 2023), puis à établir des limites ou des plafonds sur l'intensité intrinsèque des émissions (émissions intrinsèques par mètre carré). Les plafonds devraient diminuer au fil du temps (encore une fois, tous les deux ans), et les futurs plafonds et dates d'entrée en vigueur devraient être publiés des années à l'avance pour l'industrie des signaux et fournir une feuille de route claire (Zizzo, 2022).

La tarification du carbone peut être un outil clé pour favoriser la circularité en créant un incitatif financier pour étendre l'utilisation des produits, repenser les produits et les processus pour utiliser des matériaux plus légers ou moins nombreux, ou récupérer des matériaux. Dans son étude sur le recyclage des déchets alimentaires, l'Ivey Business School fait remarquer qu'un prix plus élevé du carbone peut avoir un impact important sur l'opportunité d'utiliser des matériaux récupérés, mais l'éventail des impacts peut encore être très large : « Avec un prix du carbone de 170 \$ la tonne, la valeur du carbone évité pour une tonne de production de boulangerie-pâtisserie se situerait entre 7 \$ et 191 \$. Cela équivaldrait à des économies de 700 \$ à 19 100 \$ par année ou à des gains supplémentaires pour une boulangerie de taille moyenne, ce qui représente entre 3 % et 84 % de son profit annuel » (Gualandris, 2022).

Cependant, bien que certaines mesures budgétaires plus générales, comme la tarification du carbone, puissent être avantageuses pour stimuler la circularité, elles ne suffiront probablement pas à elles seules à éliminer tous les obstacles actuels aux pratiques circulaires, qui vont de la perception du public selon laquelle les biens remis à neuf sont de qualité inférieure, et la préférence pour les véhicules ou les logements plus gros, pour passer à des modèles produits-services, améliorer les systèmes d'information sur les matériaux et encourager la simplification des produits et des emballages.

Le PNUE recommande un plus large éventail de politiques budgétaires pour aborder la circularité, y compris la certification des bâtiments, les marchés publics écologiques, les taxes sur les matières vierges, les mandats de contenu recyclé et l'élimination des subventions aux matières vierges.

Il ajoute que « les taxes sur les matériaux vierges, par opposition aux redevances associées à l'extraction des ressources, ne sont pas largement utilisées à l'exception des redevances modestes sur les minéraux

de construction. Bien qu'elle présente des défis politiques, la réduction des subventions pour les ressources vierges est susceptible d'offrir deux avantages : une efficacité matérielle accrue et des recettes gouvernementales (Hertwich, 2020).

De même, Sustainable Prosperity note des exemples tels que les « taxes et frais d'utilisation initiés spécifiquement pour soutenir la circularité incluent la taxe à valeur ajoutée (TVA) réduite de la Suède sur les réparations d'une gamme de produits et la politique de TVA de la Chine qui offre des possibilités de remboursement de la taxe pour les produits contenant du contenu recyclé » (Cairns, 2020).

Le Conseil des académies canadiennes souligne que le Canada sous-utilise actuellement les politiques visant à favoriser la circularité, notant, par exemple, que « les politiques telles que l'interdiction de la mise en décharge sont sous-utilisées au Canada. Par exemple, bien que Electronics Product Stewardship Canada ait recommandé des interdictions de mise en décharge des produits électroniques à l'échelle provinciale, ces interdictions n'ont été mises en œuvre qu'au niveau municipal, voire pas du tout, les produits électroniques étant interdits dans toutes les décharges municipales à Terre-Neuve-et-Labrador, en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard seulement » (CAC, 2021).

Mais bien que les interdictions puissent être efficaces, il est important de s'assurer qu'il existe des solutions de rechange entièrement durables. Les consommateurs auront besoin d'aide pour passer à des produits qui améliorent le cycle de vie.

De même, il est important de tenir compte de la façon dont les politiques peuvent être contournées, intentionnellement ou non. Les normes de rendement des carburants automobiles ont effectivement entraîné une baisse des émissions des véhicules légers à passagers au Canada, mais ce gain a été compensé par le passage à des véhicules plus lourds. De même, les gros véhicules électriques à une seule occupation peuvent être une solution moins souhaitable que la promotion du partage de véhicules plus petits et du transport en commun (Saxifrage, 2022).



Passer de l'intention à l'action

Le rapport du *Point tournant* du CAC présente une vaste série de politiques que le Canada pourrait adopter ou adapter à d'autres circularités, avec le résumé suivant des constatations axées sur les politiques :

- La transition vers une économie circulaire nécessitera des investissements financiers importants. En plus de l'investissement privé, des incitatifs financiers publics, comme les politiques fiscales, les frais d'aliénation, les paiements de transfert et l'approvisionnement, sont nécessaires pour soutenir et améliorer l'approvisionnement circulaire et les modèles d'affaires.
- Les nouvelles technologies, l'amélioration de la conception des produits, l'étiquetage écologique et l'élaboration de normes et de certifications relatives à l'économie circulaire sont essentiels pour permettre la transition vers une économie circulaire.
- Les campagnes de sensibilisation, les programmes éducatifs qui intègrent les principes de l'économie circulaire et la formation ou le recyclage des travailleurs aideront le public à participer à l'économie circulaire.
- Le commerce est un élément essentiel pour soutenir la transition vers une économie circulaire, tant au niveau national que mondial, compte tenu des systèmes actuels de production et de consommation mondialisés. En tant qu'acteur relativement petit dans de nombreuses chaînes de valeur mondiales, l'approche de l'économie circulaire du Canada bénéficierait d'une coordination avec les initiatives internationales.
- Les programmes de responsabilité élargie des producteurs sont un levier politique largement utilisé qui peut théoriquement contribuer à faire progresser l'économie circulaire. Cependant, les programmes de responsabilité élargie des producteurs existants au Canada sont souvent étroits, fragmentés et sous-développés, ce qui entraîne une efficacité limitée dans la pratique (CAC, 2021).

Les marchés publics peuvent être un moyen utile de soutenir le passage à la circularité. Le gouvernement fédéral a pris des mesures dans ce sens avec sa stratégie d'écologisation du gouvernement.

Mais comme le note la feuille de route pour un ciment à zéro émission de carbone d'ici 2050, « des défis subsistent sur certains marchés, en particulier avec les gouvernements qui ont traditionnellement été plus lents à adopter des produits à faible émission de carbone » (ISDE, 2022).

Dans un récent article d'opinion paru dans le *National Observer*, l'Institut pour l'intelliProspérité soulève qu'il existe un potentiel très important d'utilisation du traitement préférentiel pour les matériaux à faible teneur en carbone dans les marchés publics afin de réduire les émissions, en déclarant : « La production des matériaux utilisés dans les infrastructures publiques crée au moins huit millions de tonnes d'émissions de carbone chaque année, soit l'équivalent de la pollution causée par 1,7 million de voitures à essence. Si l'on inclut la construction privée, le chiffre passe à près de 28 millions de tonnes par an, soit 50 % des émissions de la production d'électricité au Canada » (Kaiser, 2022).

L'Institut pour l'intelliProspérité reconnaît que la majeure partie des dépenses d'infrastructure se fait aux niveaux municipal et provincial, les achats fédéraux représentant moins de 1 % des dépenses d'infrastructure au Canada. Mais il soulève également qu'il s'agit de dépenses directes et que le gouvernement fédéral dispose d'un levier important grâce à ses « partenariats » de financement avec les niveaux inférieurs de gouvernement.

Le gouvernement de la Colombie-Britannique, quant à lui, considère la circularité comme une opportunité de traiter l'équité sociale en créant des opportunités économiques étendues. Mais il note que cela nécessite la formation de la main-d'œuvre et le soutien de la communauté, en précisant : « La

création de programmes de formation accessibles et efficaces réduira les conséquences négatives sur les communautés vulnérables. Pour stimuler la demande du marché pour ce type de main-d'œuvre, le gouvernement de la Colombie-Britannique peut agir en tant qu'adopteur précoce et premier intervenant par le biais de mesures incitatives et de politiques d'approvisionnement » (Tuck, 2021).

Pour établir une feuille de route

passer à une économie circulaire, le World Resources Institute propose la série d'objectifs suivante pour guider les politiques :

1. Modifier les habitudes de consommation.
2. Stimuler la circularité des produits dès la phase de conception.
3. Intégrer la circularité dans les chaînes de valeur des énergies propres.
4. Intégrer les stratégies d'économie circulaire dans les politiques et les plans climatiques nationaux.
5. Encourager les réductions transfrontalières des émissions de gaz à effet de serre.
6. Relier les paramètres de l'économie circulaire aux impacts du changement climatique.
7. Accroître la transparence et la comparabilité des méthodes de modélisation.
8. Appliquer l'évaluation d'impact systémique et spécifique au contexte pour éclairer la prise de décision.
9. Étudier le rôle de l'économie circulaire dans l'adaptation au changement climatique (Wang et al., 2022).

Une approche intéressante pour avancer sur ces objectifs est proposée par l'Institut pour l'intelliProspérité dans leur examen de la façon dont les efforts d'innovation en matière de technologie propre du Canada pourraient être exploités pour faire progresser la circularité (Cairns, 2020).

Ils notent que « le Canada n'a pas d'institutions ou de programmes de recherche gouvernementaux dédiés avec des objectifs explicites et larges d'économie circulaire. Elle a cependant des programmes de recherche en cours qui pourraient contribuer à atteindre les objectifs circulaires. Un exemple en est le projet pilote « Mining Value from Waste », géré par CanmetMINES au sein de Ressources naturelles Canada (RNCAN), qui vise à développer des technologies permettant d'extraire de la valeur et de réduire la responsabilité des résidus en récupérant des métaux précieux et en utilisant les déchets comme ressources dans d'autres applications. Un autre exemple est le financement fédéral récent dirigé vers la bioéconomie. »

Les politiques actuelles, telles que les programmes de responsabilité élargie des producteurs, ne stimulent tout simplement pas l'innovation, note l'Institut pour l'intelliProspérité, qui appelle à l'examen d'un éventail plus large de politiques prenant en compte le cycle de vie complet des produits et abordant « la phase de seconde utilisation, les systèmes de reprise, la conception pour le désassemblage, la réparabilité, la réutilisation, l'obsolescence planifiée et la recyclabilité ». Les normes peuvent exiger une certaine proportion de matériaux recyclés et renouvelables dans les nouveaux produits. L'étiquetage des produits peut être un outil de communication et de différenciation des produits pour faire évoluer les préférences des consommateurs vers des produits circulaires. Les réglementations visant à étendre les périodes de garantie ou la couverture des produits, et donc à prolonger la durée de vie des produits, peuvent également inciter les consommateurs à les adopter et à préférer la réparation au remplacement » (Cairns, 2020).

Le Japon offre un bon exemple de l'intérêt de faire de l'efficacité matérielle une norme culturelle, en supprimant les obstacles pour les entreprises et les consommateurs et en instaurant une culture de coopération dans laquelle la récupération ou la réduction des matériaux est hautement valorisée. En tant que pays à la population dense et à la superficie réduite, ces caractéristiques ont évolué de manière assez naturelle au Japon, mais elles ont également été déterminées par les actions du gouvernement et les attentes de la société. Alors que de nombreux Canadiens sont de plus en plus préoccupés par notre impact sur le climat et la nature, le moment est peut-être venu de suivre l'exemple du Japon.



Nous ne pouvons pas atteindre les réductions d'émissions nécessaires pour éviter les pires impacts du changement climatique sans adopter la circularité.

Conclusion

Les preuves de la nécessité de passer à des approches économiques circulaires sont claires : Nous ne pouvons pas atteindre les réductions d'émissions nécessaires pour éviter les pires impacts du changement climatique sans adopter la circularité.

Le calcul est relativement simple. Les émissions directes liées à la consommation d'énergie représentent moins de la moitié des émissions qui déstabilisent notre climat. Les autres sont le résultat de la récolte des ressources, de leur transformation en produits et de l'élimination des biens non désirés. Pour réduire cette deuxième tranche d'émissions, il est donc essentiel de changer le paradigme de cette activité, qui passe de la production de déchets à une approche entièrement circulaire.

L'Amérique du Nord, qui est riche en ressources, est en retard sur l'Europe, la Scandinavie, la Chine et le Japon pour ce qui est de s'engager dans la voie circulaire. Mais même avec sa richesse en ressources, le Canada se heurte aux limites des systèmes naturels et aux impacts croissants d'une urgence climatique. Les citoyens, quant à eux, demandent aux entreprises et aux gouvernements d'adopter des approches plus durables, car ils reconnaissent de plus en plus que les pratiques actuelles entraînent un énorme gaspillage et sont en fin de compte assez coûteuses — sur le plan financier, social et de la viabilité de la planète.

La circularité nous offre un ensemble d'outils important — et assez robuste — pour réduire les émissions et autres impacts environnementaux. Décider lequel de ces outils convient le mieux aux circonstances individuelles sera l'un des défis que devront relever les gouvernements. Par exemple, passer de la possession d'un véhicule personnel au covoiturage peut être une bonne stratégie pour un pays dont la population est fortement urbanisée. Mais cela ne résoudra pas le fait qu'il s'agit également d'un pays où les distances de déplacement sont supérieures à la moyenne, ce qui nécessitera de plus amples méthodes pour y remédier.

En nous concentrant davantage sur l'efficacité des ressources, la circularité nous aide également à voir de nouvelles opportunités, qu'il s'agisse de réduire la corrosion de l'acier et donc de faire un meilleur usage de l'argent des infrastructures, ou de redéployer les batteries des véhicules électriques en fin de vie pour soutenir les sources d'énergie intermittentes en pleine croissance.

En fait, l'intégration d'une vision circulaire du monde dans nos efforts pour passer à des systèmes d'énergie renouvelable sera essentielle pour éviter la création d'un nouveau flux énorme de déchets et pour répondre à l'augmentation de la demande de métaux et d'autres matériaux créée par le passage aux éoliennes, aux panneaux solaires et aux batteries. Il est également beaucoup plus rapide de développer de meilleures chaînes d'approvisionnement en ferraille ou de récupérer le cuivre dans les appareils électroniques usagés que de construire de nouvelles mines.

Cela dit, il est important de noter que certaines des mesures de circularité ayant le plus grand impact ne sont pas axées sur la récupération des matériaux, mais sur la réduction de la demande de matériaux. Qu'il s'agisse de réduire les déchets alimentaires ou de modifier les pratiques de construction pour réduire la consommation d'acier et de ciment, ces mesures « en amont » peuvent avoir certains des avantages les plus importants en matière de réduction des émissions. Cependant, ces mesures en amont s'accompagnent également d'un degré d'incertitude plus élevé et, dans certains cas, de délais plus longs (par exemple, la prolongation de la durée de vie des bâtiments).

Fondamentalement, cependant, la circularité ne nécessite pas la création d'un vaste nouvel écosystème de politiques et de processus. Comme pour les stratégies actuelles d'action pour le climat, il faut mieux aligner les politiques et les mesures financières sur les objectifs, qu'il s'agisse de codes de construction encourageant des pratiques de construction plus sobres, de meilleures exigences en matière d'étiquetage des matériaux ou d'interdictions de mise en décharge des déchets organiques et électroniques. Sur le plan financier, on retrouve le mélange habituel de la nécessité de réduire les facteurs de dissuasion (par exemple, des taxes plus élevées sur la ferraille ou des remboursements de droits pour les vêtements mis en décharge) et de créer des incitations (par exemple, des réductions de la taxe de vente pour les biens à forte teneur en matières recyclées). À un niveau plus fondamental, l'évolution des mentalités peut être un projet à plus long terme, mais il vaut la peine de poursuivre les efforts visant à s'inspirer de la solide culture de collaboration des entreprises et des efforts rigoureux déployés par le Japon pour réduire les obstacles à la récupération des matériaux auxquels se heurtent les consommateurs.

La structure fédérée du Canada crée des défis dans la création d'un changement bien coordonné vers des pratiques circulaires. Mais le gouvernement fédéral, comme dans le cas des efforts actuels en matière de climat, a un rôle central à jouer dans la fixation des objectifs et la création de politiques directrices. Le programme « zéro déchet plastique » et la stratégie de bioéconomie sont des exemples de la manière dont le gouvernement fédéral contribue déjà à jeter les bases de la circularité. Les marchés publics fédéraux s'alignent davantage sur la circularité grâce à la *Stratégie pour un gouvernement vert*, mais ils pourraient avoir encore plus d'impact en intégrant les exigences de circularité dans les dépenses d'infrastructure. En fait, l'utilisation de la structure politique qui a été développée autour de l'innovation des technologies propres pourrait fournir un échafaudage utile pour élaborer une stratégie de circularité. De nombreuses juridictions adoptent désormais la circularité non seulement comme une opportunité de réduction des émissions, mais aussi comme une politique de développement économique. L'Écosse, par exemple, considère que la circularité joue un rôle central dans sa stratégie nationale de transformation économique et fixe comme premier objectif que l'Écosse devienne « une référence internationale sur la manière dont une économie peut se transformer, se décarboniser et reconstruire le capital naturel tout en créant des emplois plus nombreux, bien rémunérés et sûrs et en développant de nouveaux marchés basés sur les sources d'énergie renouvelables et les technologies à faible émission de carbone »

Cet accent mis sur les opportunités économiques trouve également un écho important dans le Green Deal et le plan d'action pour l'économie circulaire de l'Europe. L'objectif primordial de ces deux initiatives interdépendantes est de «parvenir à une Europe plus propre et plus compétitive» et le bloc voit clairement l'adoption rapide des principes circulaires comme une opportunité économique majeure pour développer de nouveaux marchés, produits et services.

En fait, il existe un grand nombre de stratégies dans lesquelles le gouvernement fédéral pourrait jouer un rôle de premier plan, par exemple en améliorant le suivi des données et les liens entre les secteurs et les régions, en élaborant des réglementations sur la conception des véhicules et des appareils afin d'accroître la durée de vie, la réparabilité et la conservation de la valeur dans le processus de recyclage, en limitant les plastiques ou les emballages à un ensemble plus simple de compositions de matériaux pour les usages courants, en étudiant le potentiel des systèmes de dépôt et de retour des appareils électroniques et électroménagers et la manière d'améliorer et d'étendre les programmes de responsabilité élargie des producteurs, et en se préparant à répondre à de nouvelles demandes pour de nouveaux types d'infrastructures, par exemple pour le recyclage des batteries de véhicules électriques ou des panneaux solaires.

À un niveau plus culturel, le changement des mentalités, de la perception des ressources comme étant infiniment disponibles (malgré les indications croissantes que notre richesse naturelle est en déclin constant) à la compréhension qu'elles sont une ressource finie qui doit être soigneusement gérée, est un défi clé pour le Canada et où il peut apprendre de pays comme le Japon, où cela s'est traduit par un engagement rigoureux à réduire les obstacles à la circularité.

Sur le front de la circularité industrielle, il convient de prendre en considération les avantages potentiels de la colocalisation de l'industrie lourde afin de partager les flux d'énergie et de déchets et d'améliorer l'accès au stockage de l'énergie, à l'hydrogène vert et à la chaleur résiduelle.

Bien entendu, le suivi et la mesure de l'impact seront la clé du succès et, à cet égard, le Canada est en retard. Des efforts plus importants seront nécessaires pour suivre les flux de matières afin de comprendre les impacts des initiatives circulaires. Elle sera également utile lorsque le Canada envisagera des mesures telles que les ajustements à la frontière pour le carbone ou la comptabilité basée sur la consommation. Heureusement, le Canada a la possibilité de bénéficier des travaux réalisés dans ce domaine par tous, de l'ISO à l'Agence européenne de la statistique.

Alors que le gouvernement fédéral s'apprête à mettre à jour son plan de réduction des émissions, l'accent doit être mis sur le potentiel de la circularité pour « combler le fossé » entre les réductions d'émissions nécessaires et les actions identifiées à ce jour. Mettre des ressources dans la construction du cadre de données pour comprendre correctement le potentiel de circularité au Canada serait une bonne première étape.

Il ne fait vraiment aucun doute que le Canada doit suivre les traces des leaders de l'économie circulaire. Pour rester compétitif dans un monde soumis à des contraintes climatiques, la circularité sera essentielle. Par conséquent, relever le défi de combler l'écart de circularité entre le Canada et les chefs de file mondiaux tout en atteignant les niveaux de circularité nécessaires pour maîtriser le réchauffement sera une tâche essentielle pour la prochaine décennie.

Remerciements

Les auteurs : Brad Cundiff, Calvin Trottier-Chi, Rick Smith, Marisa Beck et Chris Bataille

Nous avons consulté des experts en économie circulaire issus de l'industrie, du monde universitaire, d'instituts de recherche indépendants et d'organisations non gouvernementales au Canada et en Europe. Des entretiens d'une durée de 30 à 45 minutes ont été menés avec les experts énumérés ci-dessous.

	Organisation	Experts
Industrie	Association canadienne des producteurs d'acier	Catherine Cobden, présidente et directrice générale
	Association canadienne du ciment	Sarah Petrean, Vice-présidente, Développement durable
	Association canadienne de l'industrie de la chimie	Christa Seaman, vice-présidente par intérim de la division Plastiques
	HP Canada	Frances Edmonds, Head of Sustainable Impact
Universitaires	Université Carleton	Leanne Keddie, Ph. D., professeure adjointe, Comptabilité
	Polytechnique Montréal, CIRAIG	François Saunier, directeur exécutif adjoint
Instituts de recherche indépendants	Institut allemand de recherche économique (DIW Berlin)	Xi Sun, chercheur associé, DIW
		Andrew Telfer, responsable du développement, Circular Opportunity Innovation Launchpad (COIL) ; Barbara Swartzentruber, ancienne directrice exécutif et fondatrice ; David Messer, directeur exécutif
Government	Le Bureau des villes intelligentes	
NGOs	Coalition pour le leadership en matière d'économie circulaire	Paul Shorthouse, directeur général
	Institut de l'IntelliProsperité	Shahid Hossaini, associé de recherche
	Institut des ressources mondiales	Ke Wang, directeur de programme APCE ; Lotte Holvast, gestionnaire de programme APCE ; Renilde Becqué, conseillère principale en matière de durabilité internationale et de changement de système

Chris Bataille, professeur adjoint à l'Université Simon Fraser, chercheur à l'Institut du Développement Durable et de Relations Internationales (IDDRI.org), a effectué la révision de l'ébauche du document.

Ce projet a été entrepris avec le soutien financier du gouvernement du Canada, par l'intermédiaire du ministère fédéral de l'Environnement et du Changement climatique.

Publié sous une licence Creative Commons BY-NC-ND 4.0 par l'Institut climatique canadien. Le texte de ce document peut être reproduit en totalité ou en partie à des fins non commerciales, moyennant une citation correcte de la source.

Citation recommandée :

Cundiff, Brad, Calvin Trottier-Chi, Rick Smith, Marisa Beck et Chris Bataille. 2023. *La prochaine vague d'actions pour le climat : Comment la circularité peut contribuer à la réduction des émissions au Canada*. Institut climatique du Canada.

This project was undertaken with the financial support of:
Ce projet a été réalisé avec l'appui financier de :



Environment and
Climate Change Canada

Environnement et
Changement climatique Canada

Références

- Angus Reid. 2019. « Meatless Millennials: Younger Canadians feeding growth of plant-based meat substitutes. » 20 août. <https://angusreid.org/beyond-meat-plant-based/>
- BASF. 2020. « BASF introduces innovative pilot blockchain project to improve circular economy and traceability of recycled plastics. » Communiqué de presse. 11 février. <https://www.newswire.ca/news-releases/basf-introduces-innovative-pilot-blockchain-project-to-improve-circular-economy-and-traceability-of-recycled-plastics-802325962.html>
- Bataille, Christopher. 2020. « Physical and Policy Pathways to Net Zero Emissions Industry. » *WIREs Climate Change*, 11(2). <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wcc.633>
- Bataille, Christopher, Seton Stiebert, et Francis G. N. Li. 2021. « Global Facility Level Net-Zero Steel Pathways: Technical Report on the First Scenarios of the Net-Zero Steel Project. » *Global Energy Monitor*. 11 octobre. http://netzerosteel.org/wp-content/uploads/pdf/net_zero_steel_report.pdf
- Benton, Dustin, et Jonny Hazell. 2015. *The Circular Economy in Japan*. The Institution of Environmental Sciences. Avril. <https://www.the-ies.org/analysis/circular-economy-japan>
- Binet, Flavien, François Saunier, et Manuele Margni. 2021. « Assessing the Mitigation Potential of Environmental Impacts From Circular Economy Strategies on an Industrial Sector and Its Value Chain: A Case Study on the Steel Value Chain in Quebec. » *Frontiers in Sustainability*, 2. 11 novembre. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frsus.2021.738890/full>
- BioCycle. 2021. « Washington State's Industrial Symbiosis Law. » *BioCycle*. 15 juin. <https://www.biocycle.net/washington-states-industrial-symbiosis-law/>
- Bioindustrial Innovation Canada (2019). « Stratégie de la bioéconomie du Canada : Tirer parti de nos forces pour un avenir durable ». Mai. <https://www.bincanada.ca/biodesign>
- Bleischwitz, Raimund, Miying Yang, Beijia Huang, Xiaozhen XU, Jie Zhou, Will McDowall, Philip Andrews-Speed, Zhe Liu, et Geng Yong. 2022. « The circular economy in China: Achievements, challenges and potential implications for decarbonisation. » *Resources, Conservation & Recycling*, 183. Août. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344922001951>
- CAC (Conseil des académies canadiennes). 2021. *Un tournant décisif: Le comité d'experts sur l'économie circulaire au Canada*. CAC. 25 novembre. <https://www.cca-reports.ca/reports/the-circular-economy-in-canada/>
- Cairns, Stephanie, et Geoff McCarney. 2021. « Solar and Wind Energy in Canada: Value Recovery and End-Of-Life Considerations, Part 2. » *Clean Economy Working Paper Series*. L'Institut pour l'intelliProsperité. Octobre. https://institute.smartprosperity.ca/sites/default/files/Working_Paper_Solar_Energy_02.pdf
- Cairns, Stephanie, et Sonia Cyrus Patel. 2020. *Innovation for a Circular Economy: Learning from the Clean Growth Journey*. L'Institut pour l'intelliProsperité. Octobre. https://institute.smartprosperity.ca/sites/default/files/Report_CE_Innovation.pdf
- Cantzler, Jasmin, Felix Creutzig, Eva Ayargarnchanakul, Aneeque Javaid, Liwah Wong, et Willi Haas. 2020. « Saving resources and the climate? A systematic review of the circular economy and its mitigation potential. » *Environmental Research Letters*. 17 novembre. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abb67/meta>
- CCE (Commission de coopération environnementale). 2017. *Caractérisation et gestion de la perte et du gaspillage d'aliments en Amérique du Nord*. <http://www.cec.org/files/documents/publications/11772-characterization-and-management-food-loss-and-waste-in-north-america-fr.pdf>
- CCTE (La Commission consultative pour la transition énergétique) (Energy Transitions Commission). 2018. *Mission Possible: Reaching Net-Zero from Harder-to-Abate Sectors by Mid-Century*. Novembre. <https://www.energy-transitions.org/publications/mission-possible/>
- CEE-ONU (Commission économique des Nations Unies pour l'Europe). 2021. *Terms of Reference for a Task Force on Measuring Circularity*. 18 janvier. https://unece.org/sites/default/files/2021-02/07_ToR_TF_Circular_Economy_2021_appr.pdf
- Christis, Maarten, Aristide Athanassiadis, et An Vercaalsteren. 2019. « Implementation at a city level of circular economy strategies and climate change mitigation—the case of Brussels. » *Journal of Cleaner Production*. 1 mai. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619301994>
- Circle Economy. 2021. « Rapport sur l'indice de circularité de l'économie—Québec », Circle Economy et RECYC-QUÉBEC. <https://www.circularity-gap.world/quebec>
- Circle Economy. 2021. *The Circularity Gap Report: 2021*. World Resources Institute. <https://www.circularity-gap.world/2021>
- Circle Economy. 2022. *The Circularity Gap Report: 2022*. World Resources Institute. <https://www.circularity-gap.world/2022>

Circle Economy et Deloitte. 2023. *The Circularity Gap Report: 2023*. World Resources Institute. <https://www.circularity-gap.world/2023>

Comité de références sur l'environnement et les communications (Environment and Communications References Committee). 2018. *Waste and recycling industry in Australia*. Parlement de l'Australie. 26 juin. https://www.aph.gov.au/Parliamentary_Business/Committees/Senate/Environment_and_Communications/WasteandRecycling/Report

Commission européenne. 2018. *Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions relative à un cadre de suivi pour l'économie circulaire*. 16 janvier. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=COM%3A2018%3A29%3AFIN>

Commission européenne. 2020a. *Un nouveau plan d'action pour une économie circulaire pour une Europe plus propre et plus compétitive*. 11 mars. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=COM%3A2020%3A98%3AFIN>

Commission européenne. 2020b. *Impact Assessment Accompanying the Document Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and The Committee of the Regions Stepping Up Europe's 2030 Climate Ambition Investing in a Climate-Neutral Future for the Benefit of our People*. 17 septembre. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020SC0176>

Commission européenne. 2020c. *The Update of the Nationally Determined Contribution of the European Union and Its Member States*. 17 décembre. https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/EU_NDC_Submission_December%202020.pdf

Daehn, Katrin E., André Cabrera Serrenho, et Julian M. Allwood. 2017. « How Will Copper Contamination Constrain Future Global Steel Recycling? » *Environmental Science & Technology*, 51(11). <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.7b00997>

DCCEEW (Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water). 2022. *National Waste Action Plan – Annexure*. Gouvernement de l'Australie. <https://www.dcceew.gov.au/sites/default/files/documents/national-waste-policy-action-plan-annexure-2022.pdf>

Deloitte. 2016. *Circular Economy Potential for Climate Change Mitigation*. Novembre. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/fi/Documents/risk/Deloitte%20-%20Circular%20economy%20and%20Global%20Warming.pdf>

Deloitte. 2019. *Circular Economy Opportunities in Canada: Final Report*. Environnement et Changement climatique Canada.

Deloitte et Cheminfo Services Inc. (2019). « Étude économique sur l'industrie, les marchés et les déchets du plastique au Canada », Environnement et Changement climatique Canada. <https://publications.gc.ca/site/fra/9.871297/publication.html>

Direction de l'énergie et du changement climatique (Energy and Climate Change Directorate). 2020. *Securing a green recovery on a path to net zero: climate change plan 2018–2032 - update*. Gouvernement de l'Écosse. 16 décembre. <https://www.gov.scot/publications/securing-green-recovery-path-net-zero-update-climate-change-plan-20182032/>

Drennan, Kelly, Sabine Weber, Colin Jacob-Vaillancourt, Anika Kozlowski, et Laurence Fiset-Sauvageau. 2021. *A Feasibility Study of Textile Recycling in Canada*. Fashion Takes Action. <https://fashiontakesaction.com/wp-content/uploads/2021/06/FTA-A-Feasibility-Study-of-Textile-Recycling-in-Canada-EN-June-17-2021.pdf>

EC2022. 2022. *EC2022's feedback on the Circular Economy monitoring framework revision*. Commission européenne. 3 juin. https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13465-Cadre-de-suivi-pour-leconomie-circulaire-revision-/F3278152_fr

ECCC (Environnement et Changement climatique Canada) (2022). « Le changement est à nos portes : l'interdiction par le Canada de certains plastiques à usage unique néfastes entre en vigueur ce mois-ci », Communiqué de presse, Gouvernement du Canada. 17 décembre. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/nouvelles/2022/12/le-changement-est-a-nos-portes--linterdiction-par-le-canada-de-certains-plastiques-a-usage-unique-nefastes-entre-en-vigueur-ce-mois-ci.html>

EPA (Environmental Protection Agency). 2021. *National Recycling Strategy: Part One of a Series on Building a Circular Economy for All*. É.U. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-11/national-recycling-strategy-executive-summary.pdf>

Everitt, Haley, Paul van der Werf, Jamie A. Seabrook, et Jason A. Gilliland. 2022. « The Proof Is in the Pudding: Using a Randomized Controlled Trial to Evaluate the Long-Term Effectiveness of a Household Food Waste Reduction Intervention During the COVID-19 Pandemic. » *Circular Economy and Sustainability*. 3 août. <https://link.springer.com/article/10.1007/s43615-022-00193-7>

- EZK (Ministry of Economic Affairs and Climate Policy). 2019. *National Climate Agreement*. Gouvernement des Pays-Bas. 28 juin. <https://www.government.nl/documents/reports/2019/06/28/climate-agreement>
- Fennell, Paul, Justin Driver, Christopher Bataille, et Steven J. Davis. 2022. « Cement and steel — nine steps to net zero. » *Nature*. 23 mars. <https://www.nature.com/articles/d41586-022-00758-4>
- Fondation Ellen MacArthur (EMF) et Material Economics. 2021. *Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change (2021 reprint)*. <https://ellenmacarthurfoundation.org/completing-the-picture>
- G7 Allemagne. 2022. *G7 Berlin Roadmap on Resource Efficiency and Circular Economy (2022-2025)*. <https://www.g7germany.de/resource/blob/974430/2044354/c43d64ba810dd65984fdcd18fd6323b/2022-05-27-3-g7-berlin-road-map-data.pdf?download=1>
- GCCA (Global Cement and Concrete Association). 2021. *Concrete Future—The GCCA 2050 Cement and Concrete Industry Roadmap for Net Zero Concrete*. <https://gccassociation.org/concretefuture/>
- GIEC (Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). 2022. *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf
- Gouvernement du Canada. 2021. « Contributions déterminées au niveau national 2021 du Canada en vertu de l'Accord de Paris ». <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Canada%27s%20Enhanced%20NDC.pdf>
- Gouvernement du Canada. 2022a. « Économie circulaire ». <https://www.canada.ca/fr/services/environnement/conservation/durabilite/economie-circulaire.html>
- Gouvernement du Canada. 2022b. « Document de discussion : Réduction des émissions découlant de l'application d'engrais dans le secteur agricole canadien ». <https://agriculture.canada.ca/fr/ministere/transparence/recherche-opinion-publique-consultations/faites-connaître-vos-idees-reduction-emissions-attribuable-aux-engrais/discussion>
- Gouverneur de Californie. 2021. « Governor Newsom Signs Legislation to Tackle Plastic Pollution, Promote a More Sustainable & Renewable Economy and Protect Californians from Toxic Chemicals. » Communiqué. Gouvernement du Californie. <https://www.gov.ca.gov/2021/10/05/governor-newsom-signs-legislation-to-tackle-plastic-pollution-promote-a-more-sustainable-renewable-economy-and-protect-californians-from-toxic-chemicals/>
- Green, Martin L., et Kelsea Schumacher. 2021. *Circular Economy in the High-Tech World Workshop Report*. NIST (National Institute of Standards and Technology) Publication spéciale. 14 décembre. <https://www.nist.gov/publications/circular-economy-high-tech-world-workshop-report>
- Le Groupe international d'experts sur les ressources. 2019. *Utilisation des ressources naturelles dans le groupe des 20 : état, tendances et solutions : Canada*. Programme des Nations Unies pour l'environnement. <https://www.resourcepanel.org/fr/reports/natural-resource-use-group-20>
- Gualandris, Jury, Sourabh Jain, et Matthew Lynch. 2022. *Scaling the Climate-Smart Circular Economy: Better Decision-Making through Systematic Analysis and Real-World Data*. Ivey Business School. <https://www.ivey.uwo.ca/news/news-ivey/2022/may/scaling-the-climate-smart-circular-economy/>
- Hailemariam, Abebe, et Michael Odei Erdiaw-Kwasie. 2022. « Towards a Circular Economy: Implications for Emission Reduction and Environmental Sustainability. » *Business Strategy and the Environment*. 15 août. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/bse.3229>
- Hanemaaijer, Aldert, Maikel Kishna, Hester Brink, Julia Koch, Anne Gerdien Prins, et Trudy Rood. 2021. *Netherlands Integral Circular Economy Report 2021 English Summary*. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. Janvier. https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/2021-pbl-icer2021_english_summary-4228.pdf
- Hertwich, Edgar, Reid Lifset, Stefan Pauliuk, et Niko Heeren. 2020. *Resource Efficiency and Climate Change: Material Efficiency Strategies for a Low-Carbon Future*. Programme des Nations Unies pour l'environnement. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34351/RECCR.pdf?sequence=1>
- HP (Hewlett-Packard Development Company). 2020. « Assessment Shows Service-based Models Deliver Positive Environmental Impact. » <https://h20195.www2.hp.com/v2/GetDocument.aspx?docname=c06646300>
- Hot or Cool Institute. 2021. *1.5-Degree Lifestyles Report Launch*. 27 octobre. <https://www.youtube.com/watch?v=9Usmd3NDc5k>
- Iannuzzi, M., et G. S. Frankel. 2022. « The carbon footprint of steel corrosion. » *npj Materials Degradation*. 29 décembre. <https://www.nature.com/articles/s41529-022-00318-1>
- ISDE (Innovation, Sciences et Développement économique Canada) (2022). « Feuille de route vers

un béton à zéro émission carbone d'ici 2050 ». <https://ised-isde.canada.ca/site/carrefour-croissance-propre/fr/feuille-route-vers-beton-zero-emission-carbone-dici-2050>

Jagou, Stéphanie. 2021. « Transitioning to a circular economy — Learning from the Québec experience 2014-2020. » Québec Circulaire et l'Institut pour l'intelliProsperité. 17 mai. <https://www.quebeccirculaire.org/library/h/transitioning-to-a-circular-economy-learning-from-the-quebec-experience-2014-2020.html>

James, Jason, Deborah Page-Dumroese, Matt Busse, Brian Palik, Jianwei Zhang, Bob Eaton, Robert Slesak, Joanne Tirocke, et Hoyoung Kwon. 2021. « Effects of forest harvesting and biomass removal on soil carbon and nitrogen: Two complementary meta-analyses. » *Forest Ecology and Management* 485. 1 avril. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112721000244>

Järvinen, Laura, et Riku Sinervo. 2020. *How to create a national circular economy road map*. Sitra. 29 septembre. <https://www.sitra.fi/en/publications/how-to-create-a-national-circular-economy-road-map/#why>

Kaiser, Collen. 2022 « The road less travelled: How circular economy thinking can inform next-generation climate policy. » *National Observer*. 2 novembre. <https://www.nationalobserver.com/2022/11/02/opinion/circular-economy-thinking-can-inform-next-generation-climate-policy>

Koide, R., S. Murakami, et K. Nansai. 2022. « Prioritising low-risk and high-potential circular economy strategies for decarbonisation: A meta-analysis on consumer-oriented product-service systems. » *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 155. Mars. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121011254>

LC³. 2023. *LC³—A Sustainable Alternative for the Cement Industry*. LC³. <https://lc3.ch/wp-content/uploads/2023/02/LC3-A-sustainable-alternative-EN.pdf>

Le Den, Xavier, Samy Porteron, Christine Collin, Lise Hvid Horup Sorensen, Andrea Herbst, Matthias Rehfeldt, Matthias Pfaff, Martin Hirschnitz-Garbers, et Eike Velten. 2020. *The Decarbonisation Benefits of Sectoral Circular Economy Actions*. Rambøll Group A/S. 28 février. <https://ramboll.com/-/media/files/rm/rapporter/methodology-and-analysis-of-decarbonization-benefits-of-sectoral-circular-economy-actions-17032020-f.pdf>

LeGal, Janine. 2022. « Be aware of what you wear. » *Winnipeg Free Press*. 27 décembre. <https://www.winnipegfreepress.com/arts-and-life/life/2022/12/27/be-aware-of-what-you-wear>

METI (Ministry of Economy, Trade and Industry). 2020a. *Circular Economy Vision 2020*. Gouvernement du Japon.

Mai. https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/junkai_keizai/pdf/20200522_03.pdf

METI (Ministry of Economy, Trade and Industry). 2020b. *Japan's 14 Priority Areas for Carbon Neutrality by 2050*. Gouvernement du Japon. 21 décembre. https://www.meti.go.jp/english/policy/energy_environment/global_warming/roadmap/report/20201212.html

Ministère des Compétences vertes, de l'Économie circulaire et de la Biodiversité (Ministry for Green Skills, Circular Economy and Biodiversity). 2022. *Delivering Scotland's Circular Economy - Route Map to 2025 and Beyond: Consultation*. Gouvernement de l'Écosse. 30 mai. <https://www.gov.scot/publications/consultation-delivering-scotlands-circular-economy-route-map-2025-beyond/>

Ministère de l'Environnement. 2022. « Towards carbon-neutral Finland – Government adopts Medium-term Climate Change Policy Plan. » Communiqué de presse. Gouvernement de la Finlande. <https://ym.fi/-/kohti-hiilineutraalia-suomea-hallitus-hyvaksyi-keskipitkan-aikavalin-ilmastopolitiikan-suunnitelman>

MIWM (Ministry of Infrastructure and Water Management). 2021. *Updated Circular Economy Implementation Programme 2021-2023 (Summary)*. Gouvernement des Pays-Bas. 21 octobre. <https://www.government.nl/documents/reports/2021/10/21/updated-circular-economy-implementation-programme-2021-2023-summary>

NDRC (National Development and Reform Commission). 2021. *Action Plan for Carbon Dioxide Peaking Before 2030*. Gouvernement de la Chine. 27 octobre. https://en.ndrc.gov.cn/policies/202110/t20211027_1301020.html

NREL (National Renewable Energy Laboratory). Pas daté. *Circular Economy for Energy Materials*. NREL. <https://www.nrel.gov/about/circular-economy.html>

NYCEDC (New York City Economic Development Corporation). 2021. « Moving Toward a Circular Economy in NYC. » *NYCEDC*. 21 avril. <https://edc.nyc/article/moving-toward-a-circular-economy-in-nyc>

Oakdene Hollins et Dillon. 2021. « Étude socioéconomique et environnementale du secteur canadien de la refabrication et des autres processus de conservation de la valeur dans le contexte de l'économie circulaire », Environnement et Changement climatique Canada. 16 mars. <https://publications.gc.ca/site/fra/9.900570/publication.html>

OCDE (L'Organisation de coopération et de développement économiques). 2019. *Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences*. Édition OCDE. 12 février. <https://www.oecd.org>

org/publications/global-material-resources-outlook-to-2060-9789264307452-en.htm

OCDE (L'Organisation de coopération et de développement économiques). 2021. *The OECD Inventory of Circular Economy Indicators*. Édition OCDE. <https://www.oecd.org/cfe/cities/InventoryCircularEconomyIndicators.pdf>

Rehfeldt, Matthias, Andrea Herbst, et Samy Porteron. 2020. *Modelling circular economy action impacts in the building sector on the EU cement industry*. eceee (European Council for an Energy Efficient Economy) Industrial Summer Study Proceedings. https://www.eceee.org/library/conference_proceedings/eceee_Industrial_Summer_Study/2020/2-sustainable-production-towards-a-circular-economy/modelling-circular-economy-action-impacts-in-the-building-sector-on-the-eu-cement-industry/

Saba, Rosa 2023. « Restaurants debut new takeout ware amid phase-in of single-use plastics ban. » *Globe and Mail*. 2 janvier.

Saxifrage, Barry. 2022. « Canada's Top 10 emission changes show what's worked and what's failed. » *National Observer*. 5 avril. <https://www.nationalobserver.com/2022/04/05/analysis/canadas-top-10-emission-changes-show-whats-worked-and-whats-failed>

Schumacher, Kelsea, et Amanda L. Forster. 2022. *Facilitating a Circular Economy for Textiles Workshop Report*. NIST (National Institute of Standards and Technology) Publication spéciale. 9 mai. <https://www.nist.gov/publications/facilitating-circular-economy-textiles-workshop-report>

Shahbandeh, Mahsa. 2022. « Per capita meat consumption in Canada from 1998 to 2021, by type. » *Statista*. 10 août. <https://www.statista.com/statistics/442461/per-capita-meat-consumption-by-type-canada/>

Smith, Robert. 2020. *Measuring the Circular Economy in Canada: A Review of Current Definitions, Approaches and Data with Recommended Future Efforts*. Midsummer Analytics. 31 mars. https://midsummer.ca/wp-content-midsummer/uploads/2020/10/Circular-economy-Canada-measurement-approaches_final-report_March-31.pdf

Sun, Xi, Frederik Lettow, et Karsten Neuhoff. 2021. « Climate neutrality requires coordinated measures for high quality recycling. » *DIW Weekly Report*. 30 juin. https://www.diw.de/de/diw_01.c.820895.de/publikationen/weekly_

reports/2021_26_1/climate_neutrality_requires_coordinated_measures_for_high_quality_recycling.html

Tuck, Savannah, Miranda Collett, et Daniela Ramirez. 2021. *Leveraging the Circular Economy as a Climate Change Solution in British Columbia*. British Columbia Council for International Cooperation et Affaires mondiales Canada. Août. <https://www.bccic.ca/wp-content/uploads/2021/09/Final-BCCIC-Climate-Change-Policy-Brief-2021.pdf>

Tukker, Arnold, Hector Pollitt, et Maurits Henkemans. 2020. « Consumption-based carbon accounting: sense and sensibility. » *Climate Policy*, 20(sup 1). 25 février.

Wang, Ke, Milo Costanza-van den Belt, Garvin Heath, Julien Walzberg, Taylor Curtis, Jack Berrie, Patrick Schroder, Leah Lazer, et Juan Carlos Altamirano. 2022. « Circular economy as a climate strategy: current knowledge and calls-to-action. » World Resources Institute. <https://www.nrel.gov/docs/fy23osti/84141.pdf>

Wolfson, Julia A., Aviva A. Musicus, Cindy W. Leung, Ashley N. Gearhardt, et Jennifer Falbe. 2022. « Effect of Climate Change Impact Menu Labels on Fast Food Ordering Choices Among US Adults—A Randomized Clinical Trial. » *JAMA Network Open*, 5(12). 27 décembre. <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2799947>

WRAP (Waste and Resources Action Programme). 2022. *Circular Economy: From Commitments to Action, A Watching Brief on Nationally Determined Contributions*. 6 novembre. https://wrap.org.uk/sites/default/files/2022-11/WRAP_WATCH_REPORT_CIRCULAR_ECONOMY_FINAL.pdf

Zenbird. Pas daté. *Circular Economy in Japan*. Zenbird. <https://zenbird.media/circular-economy-in-japan/>

Zero Waste Scotland. 2021. *Introducing Scotland's Material Flow Accounts*. European Regional Development Fund. https://www.zerowastescotland.org.uk/sites/default/files/ZWS1658%20Intro%20Scottish%20MFA%20doc%20v7_0.pdf

Zizzo, Ryan, et Kelly Alvarez Doran. 2022. *Regulating Embodied Emissions of Buildings; Insights for Ontario's Municipal Governments*. Mantle Developments. 13 septembre. <https://www.mantledev.com/publications/policy-primer-regulating-embodied-emissions-of-buildings-insights-for-ontarios-municipal-governments/>