

RAPPORT SUR L'INDICE DE CIRCULARITÉ DE L'ÉCONOMIE

Québec

Réduire l'écart en matière de circularité au Québec

CIRCLE ECONOMY

DERRIÈRE LA COUVERTURE

Le réservoir Manicouagan était à l'origine, un cratère météoritique; le 5ème plus grand répertorié sur Terre et datant de 214 millions d'années. Situé dans la région de la Côte-Nord, le cratère, surnommé "l'œil du Québec", est l'emblème de la Réserve mondiale de la biosphère Manicouagan-Uapishka. Inondé par l'édification du barrage Daniel-Johnson sur la rivière Manicouagan en 1970, le réservoir, d'une superficie de 2 000 kilomètres carrés et d'une profondeur moyenne de 73 mètres, est un des plus gros réservoirs du monde en volume et en profondeur.

CIRCLE ECONOMY

Circle Economy travaille en vue d'accélérer la transition vers une économie circulaire. Entreprise œuvrant pour améliorer l'environnement, nous cernons des occasions de faire des principes de l'économie circulaire une réalité pratique. Guidés par la nature, nous allions connaissances pratiques et mesures évolutives pour relever les plus grands défis de l'humanité. Par l'entremise de nombreux programmes, nous traduisons notre vision de la prospérité économique, sociale et environnementale en réalité.

RECYC-QUÉBEC Québec

RECYC-QUÉBEC

RECYC-QUÉBEC est une société d'État créée en 1990 avec le souci de faire du Québec un modèle de gestion novatrice et durable des matières résiduelles pour une société sans gaspillage. Elle promeut, développe et favorise la réduction, le réemploi, la récupération et le recyclage de contenants, d'emballages, de matières ou de produits ainsi que leur valorisation dans une perspective d'économie circulaire et de lutte aux changements climatiques.

PACE Platform for Accelerating the Circular Economy

Le présent rapport est publié en tant que projet affilié à la Platform for Accelerating the Circular Economy (ou plateforme d'accélération de l'économie circulaire) [PACE]. Mécanisme de collaboration public-privé, la PACE est un accélérateur de projet voué à instaurer une économie circulaire, rapidement et à l'échelle souhaitée. Coalition de plus de 70 chefs de file, elle est coprésidée par les dirigeants de Royal Philips et du Fonds pour l'environnement mondial. Elle a vu le jour au cours du Forum économique mondial et est actuellement hébergée par le World Resources Institute.

EN APPUI AU RAPPORT
SUR L'INDICE DE CIRCULARITÉ DE L'ÉCONOMIE DU QUÉBEC

BENOIT CHARETTE
Ministre de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques



Le premier indice de circularité de l'économie du Québec est une mesure concrète, efficace et équilibrée qui démontre encore une fois que l'économie et la protection de l'environnement sont compatibles. Je salue le leadership de RECYC-QUÉBEC dans ce domaine et invite tous les secteurs de l'économie du Québec à relever ensemble les défis qui ont été identifiés. Il nous faut développer ensemble une vision à long terme qui assurera aux Québécoises et aux Québécois que nos ressources naturelles soient gérées dans le respect de l'environnement, de la santé et de la qualité de vie de la population, tout en s'inspirant des meilleures pratiques mondiales.

BÉATRICE ALAIN
Directrice générale, Chantier de l'économie sociale



La forte présence d'organisations de la société civile révélée dans le rapport constitue un atout important pour réconcilier les enjeux économiques, environnementaux et sociaux à l'échelle des territoires et à travers le temps. Ces acteurs—dont le mouvement de l'économie sociale—sont la clé d'un déploiement de l'économie circulaire au service des individus et des collectivités.

ANDRÉ BELLAVANCE
Maire, Victoriaville

Président de la Commission de l'environnement, Union des municipalités du Québec (UMQ)



Par leur proximité avec les citoyens, les entreprises et les institutions, les villes sont au cœur de la transition vers l'économie circulaire. De nombreux projets innovants se déploient, notamment chez nous, mais il demeure urgent d'agir pour mettre de l'avant une société plus verte, résiliente et durable. Ensemble, mettons nos forces en commun pour provoquer les changements nécessaires.

JACK FROESE
Président, Conseil national zéro déchet

Directeur, Conseil d'administration de *Metro Vancouver*



Le Rapport sur l'indice de circularité de l'économie du Québec constitue une contribution importante à notre compréhension du défi et de l'occasion de prévenir le gaspillage et d'accélérer la transition du Canada vers une économie circulaire. Il souligne la nécessité de travailler ensemble et offre des connaissances clés et des idées pratiques aux dirigeants des entreprises, des gouvernements et de la société civile afin de créer un avenir prospère et résilient pour tous les Canadiens.

HÉLÈNE LAUZON
Présidente-directrice générale, Conseil patronal de l'environnement du Québec (CPEQ)



La relance économique constitue une occasion sans précédent pour faire la transition vers une économie plus circulaire. De l'extraction des matières premières jusqu'à la gestion des matières résiduelles, les entreprises québécoises font preuve d'ingéniosité et de créativité pour développer des solutions innovantes à ce sujet. Elles seront présentes pour assurer un déploiement à grande échelle de l'économie circulaire.

CLAUDE MAHEUX-PICARD
Directrice générale, Centre de transfert technologique en écologie industrielle et territoriale (CTTÉI)



Grâce à ce rapport, le Québec est maintenant doté de données claires quant aux secteurs à prioriser pour accélérer la transition vers l'économie circulaire. Il sera ainsi plus aisé de mesurer l'impact tangible de nos actions. Beaucoup de travail nous attend, mais en combinant nos efforts je suis convaincue que nous pouvons rapidement faire croître notre indice de circularité. C'est un projet de société auquel nous devons tous adhérer!

RICHARD MIMEAU
Directeur général, Conseil des entreprises en technologies environnementales du Québec (CETEQ)



Les entreprises privées des principaux secteurs de l'économie verte québécoise sont des alliées naturelles pour la transition vers une économie circulaire. Bien que celle-ci soit déjà entamée, nous continuerons de travailler en collaboration avec tous les acteurs de la chaîne de valeur dont notre industrie fait partie afin de promouvoir un environnement propice où les ressources seront optimisées et valorisées à leur juste valeur.

GENEVIÈVE MORIN
Présidente-directrice générale, Fondaction



Rendre l'économie plus circulaire est une composante essentielle de la nécessaire transformation vers une économie plus équitable, inclusive, verte et performante. Ce rapport nous rappelle l'urgence d'agir en ce sens et propose une approche qui facilitera la convergence de l'ensemble des acteurs ainsi que la mesure de nos progrès collectifs.

DANIEL NORMANDIN
Directeur, Centre d'études et de recherches intersectorielles en économie circulaire (CERIEC)
École de technologie supérieure



La transition vers l'économie circulaire est un impératif qui touche l'ensemble des économies de la planète. Depuis 2014, le Québec joue un rôle de pionnier sur le plan canadien. Ceci dit, l'exercice effectué dans le cadre de ce rapport a permis pour la première fois de révéler clairement non seulement l'ampleur du défi que représente la circularisation de l'économie québécoise, mais également d'en révéler des opportunités.

RÉSUMÉ

L'économie québécoise est circulaire à 3,5 %, soit un écart de circularité de 96 %. Cela signifie que la majeure partie des ressources qu'utilise l'économie pour satisfaire ses besoins ne sont pas circulaires. Complexe et en grande partie linéaire, l'économie québécoise repose sur des taux d'extraction, de production, de commercialisation et de consommation élevés. Près de 271 millions de tonnes de ressources et de matières entrent dans l'économie chaque année, soit 32 tonnes par personne – un niveau supérieur à la moyenne canadienne. Bien qu'un taux de consommation élevé, une empreinte matérielle importante et une faible circularité reflètent habituellement une économie industrialisée, il est important de ne pas miser seulement sur l'augmentation de la circularité. Aussi, nous mettons également en lumière, dans la présente étude, des stratégies visant avant tout à réduire la quantité de ressources nécessaires – l'empreinte matérielle – pour permettre à l'économie de fonctionner.

Empreinte matérielle liée aux besoins du Québec L'étude offre une première estimation de la manière dont le Québec utilise ses ressources selon ses besoins, comme la mobilité et le logement. Nous constatons que l'empreinte matérielle des besoins de la province provient, essentiellement, de ses importations – caractéristique habituelle d'une région développée. Le Québec tire pratiquement toute son électricité de sources renouvelables, mais le secteur du transport dépend encore fortement de combustibles fossiles importés. Le secteur agricole produit des quantités exceptionnellement élevées de résidus, mais, pour l'heure, peu sont réutilisés ou recyclés. En outre, les biens et services dans lesquels investit le gouvernement – de l'achat d'ordinateurs pour une école au choix d'une entreprise pour construire un pont – mobilisent énormément de ressources. Ces composantes de l'économie se reflètent dans l'utilisation et l'allocation de ressources selon les besoins de la province : les services constituent le deuxième poste le plus important de l'empreinte matérielle, à égalité avec l'alimentation, le logement arrivant en tête.

Feuille de route pour combler les écarts en matière de circularité au Québec. Pour combler ces écarts, nous étudions six scénarios hypothétiques qui mettent en œuvre des stratégies circulaires essentielles à la transformation de l'économie, notamment : (1) concevoir la circularité dans les stocks, (2) privilégier la consommation responsable, (3) privilégier l'agriculture circulaire, (4) tirer parti des marchés publics, (5) rendre la fabrication circulaire et (6) rendre la mobilité propre. Individuellement, les scénarios ont des répercussions limitées, mais s' ils sont combinés, le taux de circularité de l'économie québécoise peut presque tripler pour atteindre 9,8 % et réduire de presque moitié (48,2 %) son empreinte matérielle, à 16,6 tonnes par personne.

L'économie du Québec a un grand potentiel, mais la capacité de croissance de son indicateur de circularité est limitée. Les taux de consommation de la province entraînent l'extraction d'une quantité considérable de ressources naturelles et la production de matières résiduelles, à l'échelle locale comme à l'étranger, puisque le Québec consomme des biens importés. Il est difficile de gérer la circularité des importations. Aussi, la croissance continue des infrastructures québécoises, comme les routes et les infrastructures énergétiques, limite les possibilités d'accroître cette circularité à court terme. Bien que parfois nécessaires, ces ressources restent bloquées dans les stocks, ne peuvent être circularisées et viennent affecter l'indicateur de circularité. Ainsi, même si l'indicateur actuel augmentait de 3,5 % à 9,8 %, il faudrait transformer considérablement l'économie. Il est aussi crucial de souligner que la méthode utilisée pour mesurer la circularité est complexe et compte de nombreuses composantes. Nos scénarios donnent lieu à des modifications drastiques de l'économie, dont la division par deux, ou presque, de la quantité de ressources utilisées pour répondre aux besoins de la province, qui ne sont pas reflétées dans l'indicateur de circularité. Par exemple, selon l'édition 2021 de notre Global Circularity Gap Report, il nous suffirait de doubler la circularité de l'économie planétaire, soit un indicateur de 17 %, pour réduire sous deux degrés le réchauffement climatique mondial. Ainsi, en augmentant sa circularité de 3,5 à 9,8 %, le Québec verra son économie transformée de façon majeure.

L'économie circulaire, un moyen d'atteindre un objectif. Réduire l'écart en matière de circularité sert un objectif plus grand, à savoir prévenir une dégradation environnementale accélérée et une inégalité sociale, aussi bien à l'échelle locale que mondiale. Les mesures de transformation visant à réduire les gaz à effet de serre sont inhérentes à l'économie circulaire. Des modèles économiques circulaires et une efficacité accrue en matière de ressources constituent également des moyens d'accroître la réduction des émissions, de réduire l'extraction de ressources et d'améliorer ainsi la sécurité de l'approvisionnement et la stabilité des prix lorsque les matières restent dans la région. L'économie circulaire est un moyen d'atteindre l'objectif final : un monde sain d'un point de vue écologique et juste sur le plan social.[1]

L'économie circulaire peut aider le Québec à «rebâtir en mieux». Une fois réalignée, l'économie du Québec pourra atteindre ses ambitions en matière de circularité. Elle repose déjà presque entièrement sur l'énergie renouvelable, et dispose d'infrastructures de pointe, d'une main-d'œuvre qualifiée, d'un pouvoir d'achat gouvernemental élevé et d'une communauté florissante d'organisations impliquées en économie circulaire pour contribuer à faciliter la transition. La province jouit également d'une immense capacité régénérative en raison de ses vastes forêts qui emprisonnent continuellement le carbone et offrent à la province un avantage concurrentiel. Notre analyse et notre feuille de route en matière de circularité peuvent aider le gouvernement québécois et les intervenants pertinents à dresser un plan ambitieux et complet pour une économie circulaire, le tout contribuant à rebâtir une économie robuste et peu exigeante en ressources après la crise de la COVID-19.

Photo par Regis Hari Bouchard

TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION

10-13

2 INDICATEURS DE MESURE DE LA CIRCULARITÉ

Circularité régionale et écart en matière de circularité

14-21

3 DÉTERMINER LES ÉCARTS POUR LE QUÉBEC

Les ressources réelles nécessaires pour répondre aux besoins et désirs de la société

22-29

4 COMBLER LES ÉCARTS

Scénarios hypothétiques en matière de circularité

30-55

5 LES PROCHAINES ÉTAPES

56-57

1. INTRODUCTION

Selon notre Circularity Gap Report 2020 mondial publié au cours du Forum économique mondial, les matières premières qui circulent dans l'économie mondiale dépassent les 100 milliards de tonnes par année et seuls 8,6 % d'entre elles sont circulaires.[2] Notre édition 2021 de ce rapport a mis de l'avant le fait qu'il est nécessaire de passer à une économie circulaire pour réduire les écarts en matière d'émissions de gaz à effet de serre et limiter les effets de la crise climatique et comment, pour ce faire, l'indicateur de circularité mondiale devra presque doubler, de 8,6 à 17 %.[3] À 3,5 %, l'indice de circularité de l'économie du Québec se situe bien en deçà de la moyenne mondiale. Alors que le Québec est reconnu pour sa production d'énergie presque entièrement renouvelable et ses vastes étendues forestières, son économie se caractérise par des niveaux élevés de consommation et d'importations, une extraction d'importants volumes de matières premières et des niveaux relativement faibles de circularité. La moyenne européenne affiche une empreinte matérielle de près de 20 tonnes[4] annuellement, alors que la moyenne par citoyen québécois est de 32 tonnes par an. Selon notre analyse, il existe plusieurs solutions permettant à l'économie québécoise de délaisser la linéarité et de contribuer à ce changement systémique mondial, prometteur et porteur d'espoir : l'économie circulaire.

LES RISQUES DE L'ÉCONOMIE LINÉAIRE

Une grande partie de l'économie planétaire est linéaire se caractérisant par des processus « d'extraction-fabrication-élimination », qui utilisent des combustibles fossiles. L'économie linéaire repose sur l'obtention, par l'entremise de processus lourds en émissions, de grandes quantités d'énergie et de matières premières qui sont utilisées rapidement pour satisfaire des besoins – liés à l'alimentation ou à la mobilité par exemple – puis sont éliminées. Dans certaines parties du monde et à certains moments, ce système a permis à un nombre limité de personnes de prospérer et à des économies de croître.

Dans ce système, les processus de fabrication et de production de biens manquent d'efficacité et dépouillent rapidement les matières premières limitées de leurs valeurs. Ils contribuent aussi directement à la crise climatique, à la dégradation environnementale et à la perte de biodiversité, entraînent de graves répercussions sociales et des inégalités massives à l'échelle mondiale, de l'insalubrité alimentaire à la pauvreté en passant par un accès restreint aux soins de santé. Ces inégalités se sont développées simultanément à l'augmentation de la richesse économique (PIB). L'extraction constante et intensive de ressources naturelles limitées a également entraîné la volatilité des marchés, la rareté des ressources et des contraintes liées à celles-ci.

L'HEURE EST VENUE D'ACTUALISER LE SYSTÈME

L'économie linéaire a permis à certaines industries du Québec de prospérer, donnant lieu à bon nombre des succès que connaît la province aujourd'hui : un niveau de vie généralement élevé, l'essor des industries dans l'extraction diversifiée de métaux et de minerais, ainsi qu'une situation prépondérante et rentable en termes d'exportations nettes aux échelles nationale et mondiale. Chaque année, le Québec importe environ 110 millions de tonnes de ressources pour répondre aux besoins de sa population et extrait des quantités telles que son taux national d'extraction de ressources par habitant atteint 24 tonnes, le sixième rang mondial.[5] Toutefois, les industries linéaires dépendent de processus non durables et de taux de consommation qui dépassent la capacité de ressources présentes sur terre. L'urgence se fait désormais sentir à l'échelle planétaire. Selon les experts, la crise climatique – et non la COVID-19 – sera la menace la plus importante de ce siècle pour la santé à l'échelle mondiale. De plus, un monde fonctionnant dans le cadre d'un système linéaire n'est pas résilient au changement.[6] Plus important encore, l'ampleur de la solution doit correspondre à celle de l'urgence. Le statu quo n'est plus une option.

Voilà où intervient l'économie circulaire. En éliminant les résidus et la pollution dès la conception, en réutilisant les produits et les matériaux, et en laissant les systèmes naturels se régénérer,[7] une économie circulaire nous permet d'imaginer et de refondre collectivement nos systèmes pour garantir une place sûre pour tous sur le plan écologique et équitable d'un point de vue social.[8] En tant que modèle multipartite, l'approche systémique de l'économie circulaire stimule la capacité à répondre aux besoins sociétaux universels de manière à ce que les systèmes sociaux qui fonctionnent cadrent avec des limites saines pour la planète.[9] Ces balises circulaires coïncident avec une vision d'avenir axée davantage sur les ressources et sur les personnes.

ABSENCE DE FEUILLE DE ROUTE CLAIRE EN MATIÈRE DE CIRCULARITÉ

L'indicateur de circularité du Québec est de 3,5 %. Cela signifie que, sur 271,1 millions de tonnes de ressources consommées, 96,5 % ne sont pas remises dans l'économie, et sont soit bloquées dans les stocks (comme l'infrastructure ou la machinerie), émises, perdues ou considérées comme une biomasse circulaire et renouvelable (voir page 29 pour de plus amples renseignements).

Le gouvernement québécois a lancé le Plan pour une économie verte 2030 pour remplacer son plan d'action antérieur sur les changements climatiques, qui a expiré le 31 mars 2021. Il promeut plusieurs politiques liées à une « économie verte » qui incluent des éléments de l'économie circulaire, comme la gestion des minerais et des matières résiduelles, et l'agroalimentaire. Le Plan présente également un objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre de la province de 37,5 % (par rapport au taux de référence de 1990) d'ici 2030.[10] D'autres éléments sur lesquels se penche le gouvernement sont aussi mis en lumière dans divers autres documents stratégiques,[11] dont le Plan québécois pour la valorisation des minéraux critiques et stratégiques, le Plan d'action 2019-2024 de la Politique québécoise de gestion des matières résiduelles et à la Politique bioalimentaire.[13]

Toutefois, tant le Canada que 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. Les stratégies et les politiques du Québec offrent beaucoup de place pour mettre en œuvre des plans approfondis à l'avenir. Le développement de la Stratégie gouvernementale de développement durable 2022 -2027 en est un bon exemple. Notre analyse peut fournir une mesure de référence de la circularité et d'utilisation des ressources pour la province, qui est essentielle pour établir un objectif et mesurer les progrès.

LA COVID-19 ET LE PLAN DE RELANCE

Plusieurs répercussions de la COVID-19 aux niveaux social et économique ont mis de l'avant les défauts de notre système. Alors que des milliards de dollars sont injectés dans les économies pour contribuer aux mesures de sauvetage et de relance liées à la COVID-19, les appels visant à « rebâtir en mieux » se sont fait entendre haut et fort. Dans ce contexte, l'économie circulaire est de plus en plus prisée en tant que système à adopter pour la planète si l'on souhaite être préparés pour les crises à venir. En dévoilant les mesures d'urgence et de relance, nombreux sont ceux qui y voient une excellente occasion de revoir les pratiques, modèles et marchés habituels, et de bâtir une économie plus verte, à faibles émissions de carbone, qui devrait être plus résiliente. Les gouvernements prennent maintenant des décisions sur la manière d'établir des objectifs et de dépenser les capitaux. Les décisions que les gouvernements nationaux et provinciaux prennent aujourd'hui dessineront l'avenir du climat et la vie des prochaines générations.

Le Plan pour une économie verte 2030 du Québec vise l'électrification complète du transport, et à faire en sorte que les bâtiments et l'activité industrielle s'appuient de plus en plus sur l'énergie renouvelable de la province.

UNE ÉCONOMIE PLEINE DE POTENTIEL

Alors que l'indicateur du Québec se situe à environ 5 % sous la moyenne mondiale, son tissu économique offre de nombreuses possibilités pour passer à une économie circulaire. Selon notre analyse, il existe un large éventail de solutions pour stimuler l'indicateur du Québec, que ce soit en détournant les matières organiques de l'enfouissement ou de l'incinération sans récupération de l'énergie ou en intégrant la circularité dans tous les aspects de l'approvisionnement public. Qui plus est, la province dispose de solides fondations pour agir à l'avenir : près de 100 % de l'électricité qu'elle produit provient de sources renouvelables, ce qui permettra une transition harmonieuse vers un transport électrifié, alors que les volumes de récupération des matières résiduelles dépassent ceux de l'Europe. Elle se targue également d'un pouvoir d'achat élevé et d'une communauté florissante d'organisations de la

société civile œuvrant au sein de la transition vers la circularité. Néanmoins, la consommation du Québec, qui produit des quantités importantes de matières résiduelles dans et en dehors des limites territoriales de la province peut être améliorée. Dans le présent rapport, nous présentons six scénarios qui tripleront presque son indicateur de circularité et réduiront son empreinte matérielle de moitié, profitant au mieux des occasions qu'offre son économie et instaurant une circularité à chaque étape du processus.

OBJECTIFS DU RAPPORT SUR L'INDICE DE CIRCULARITÉ DE L'ÉCONOMIE DU QUÉBEC

1. Fournir un aperçu du degré de circularité du Québec à l'aide de l'indicateur de mesure.
2. Cerner la manière dont les matières circulent dans l'économie et la façon dont elles peuvent limiter ou stimuler l'indicateur de circularité actuel.
3. Mettre en évidence de possibles interventions dans les secteurs pertinents qui peuvent aider le Québec à devenir plus circulaire et à réduire son empreinte matérielle.
4. Lancer un appel à l'action, fondé sur l'analyse ci-dessus, en vue d'éclairer l'établissement des futurs objectifs et programmes.



2

INDICATEUR DE CIRCULARITÉ

Mesurer la circularité du Québec

Photo par Joanna Umes

Les mesures sont essentielles pour comprendre le monde qui nous entoure. Puisqu'il devient de plus en plus urgent d'adapter notre système économique afin qu'il soit plus circulaire, nous nous devons de fournir une approche tactique pour mesurer la transition ce qui peut sembler abstrait ou complexe. Dans la première édition du Circularity Gap Report de 2018, Circle Economy a présenté l'indicateur de circularité de l'économie mondiale. Depuis, cet indicateur constitue une pierre angulaire du discours mondial sur l'économie circulaire. La présente analyse adapte l'indicateur afin qu'il convienne au profil d'une province. Cette section explique comment nous avons évalué la circularité du Québec en utilisant cet indicateur et présente des paramètres étayant cette évaluation qui nous aident à comprendre les flux importants de matières qui contribuent aux écarts considérables de la province en matière de circularité. Ces renseignements supplémentaires visent à offrir une réponse sur la manière dont l'économie peut formuler un plan pour progresser en matière de circularité : ils fournissent une évaluation initiale en repérant les occasions d'améliorer la circularité des flux de matières premières, et les priorités en la matière. En mesurant la circularité de cette manière, les entreprises et les gouvernements peuvent effectuer un suivi de leurs résultats au fil du temps, mettre les tendances en contexte, entreprendre l'établissement d'objectifs uniformes et orienter les futures mesures de la façon la plus efficace.

MESURER LA CIRCULARITÉ : UN MOYEN D'ATTEINDRE UN OBJECTIF

Nous avons besoin de ressources et de matières pour alimenter nos modes de vie. Toutefois, l'économie circulaire nous assure de pouvoir obtenir des extrants identiques ou meilleurs en réduisant les intrants de matières et les émissions. Pour ce faire toutefois, nous nous devons de briser l'approche traditionnelle « extraction-fabrication-élimination » et adopter une démarche circulaire dans laquelle nous réduisons l'extraction de matières premières et optimisons l'utilisation de celles qui existent, réduisant et éliminant ainsi les matières résiduelles. En fin de compte, un monde dans lequel les stratégies dominantes sont circulaires sera plus équitable sur le plan social et plus sûr d'un point de vie écologique.

Cependant, déterminer la manière dont la transition vers une circularité accrue peut offrir de meilleurs résultats sociaux et environnementaux n'est pas une question à laquelle il n'existe qu'une seule réponse. Il n'y a pas de solution simple et les boucles de rétroaction du système tournent dans toutes les directions.[14] Trois sphères connectées méritent une attention particulière : la manière dont les ressources sont utilisées, l'atteinte de résultats sociaux et les systèmes d'approvisionnement. Ces derniers incluent des dispositifs matériels, tels que les infrastructures et les technologies routières, et les gains d'efficacité connexes;[15] les systèmes sociaux comprennent des institutions gouvernementales, les entreprises, les communautés et les marchés.[16] Les systèmes d'approvisionnement constituent un lien essentiel entre l'utilisation des ressources écologiques et techniques et les résultats sociaux. Par exemple, différentes formes d'infrastructures de transport (ferroviaire plutôt qu'autoroutier, ou covoiturage au lieu de posséder un véhicule) peuvent offrir des résultats sociaux semblables, mais à des niveaux très différents d'utilisation des matières. C'est comme cela que l'économie circulaire peut transformer notre économie et nous permettre de prospérer, tout en réduisant les conséquences environnementales.

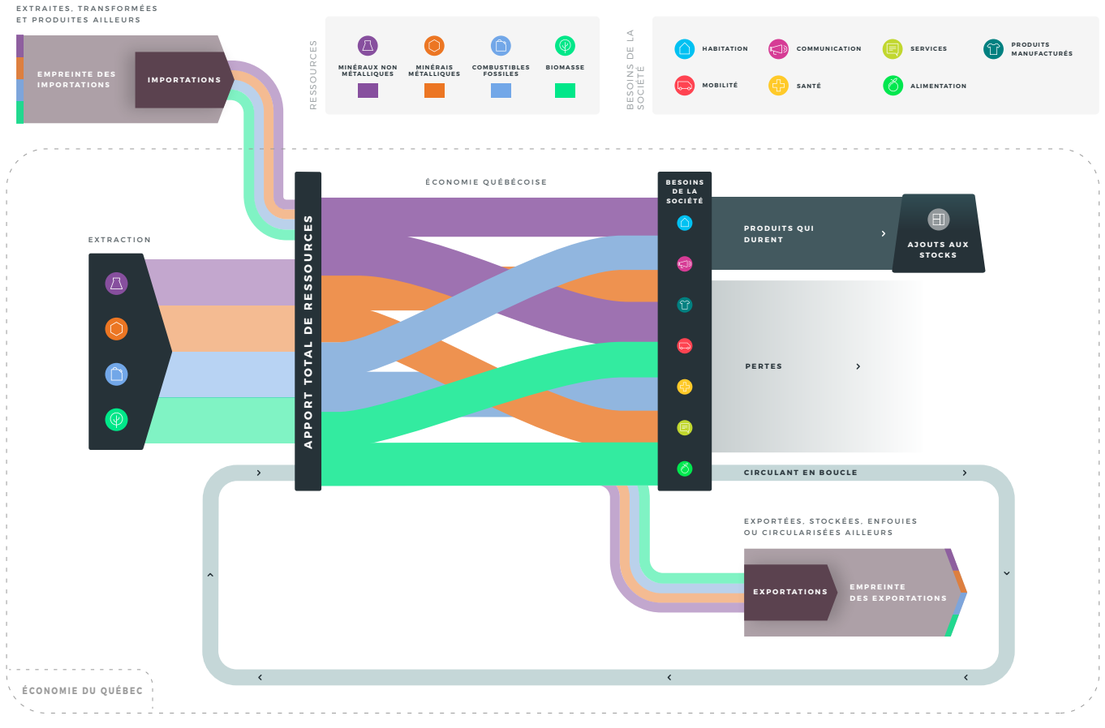
Dans la présente étude, nous tenons également compte de l'importance de réduire la consommation. Prévenir les répercussions en réduisant la demande est une première étape importante à franchir avant d'étudier d'autres solutions d'atténuation. Cela se traduit aussi par des hiérarchies de gestion environnementale où la réduction à la source est toujours la stratégie privilégiée et la plus efficace.

FLUX DE MATIÈRES ET EMPREINTES MATÉRIELLES

Dans cette analyse, nous utilisons le métabolisme d'une province – la manière dont les ressources circulent dans l'économie et leur utilisation à long terme – comme point de départ de la mesure de son niveau de circularité. La figure 1 dresse un portrait schématique du métabolisme du Québec. Elle illustre les quantités de matières (réparties en quatre groupes de ressources clés, qui excluent l'eau et l'air) par grands secteurs économiques. La circulation des matières dans l'économie est si détaillée et complexe que nous ne pouvons pas visualiser l'ensemble des flux de tous les secteurs. Le fait que la majorité

des matières traversent seulement une poignée de secteurs d'une économie limite notre capacité à les visualiser et à les représenter. La partie gauche illustre les quatre groupes de ressources résultant d'une extraction directe sur le territoire. Ce sont des minéraux (comme le calcaire, le cuivre ou le lithium), des minerais métalliques (comme le fer, le cobalt ou le dioxyde de titane), des combustibles fossiles (comme le pétrole) et de la biomasse (comme les cultures vivrières, la foresterie ou le fumier).

À gauche apparaît également le volume de ressources importées dans l'économie provinciale. Elles sont représentées en équivalents matières premières – la quantité de matières premières extraites nécessaires, quel que soit l'endroit du monde, pour produire un bien commercialisé. Ensemble, l'extraction sur le territoire et les équivalents matières premières des importations composent le total des intrants (de matières premières) de l'économie provinciale (consultez la page 20 pour en savoir plus).
Une fois dans l'économie, les matières premières extraites ou importées, ainsi que les composantes, les semi-produits et les produits, subissent des manipulations pour les transformer en produits finaux ou les intégrer dans le processus de production d'un autre produit final. Ces produits servent ensuite à répondre aux objectifs et aux besoins sociétaux du Québec, comme l'alimentation ou les soins de santé.



La figure 1 présente un aperçu schématique de l'empreinte matérielle et du métabolisme d'une région. Remarque : Les flux de matières stockées et circulaires ne sont pas représentés de manière proportionnelle.

CALCUL DE NOTRE INDICATEUR DE CIRCULARITÉ

Pour représenter un indicateur unique illustrant la circularité d'une économie, nous nous devons en réduire quelque peu la complexité. Pour ce faire, nous mesurons, pour commencer, la manière dont les ressources circulent dans l'économie et y sont utilisées à long terme. Cette approche s'inspire de l'étude de Haas et coll.[17] menée en 2015, puis reprend la démarche adoptée dans tous les autres Circularity Gap Reports.[18] À l'aide d'un portrait de l'utilisation des ressources et des matières premières d'une économie, nous considérons six dynamiques fondamentales que la transition vers une économie circulaire tente d'instaurer et la manière dont elle y parviendra. Il en résulte deux objectifs et quatre stratégies, fondés sur le travail de Bocken et coll. (2016).[19 20]

Les principaux objectifs sont les suivants :

- **Objectif 1** : Réduire au minimum l'extraction de ressources de la terre, et instaurer une production et une extraction régénératives de la biomasse.

- **Objectif 2** : Réduire au minimum la dispersion et la perte de matières, c'est-à-dire exploiter le potentiel élevé de récupération de tous les matériaux techniques, idéalement sans dégradation ni perte de qualité; prévenir les émissions dans l'air et la dispersion dans l'eau ou la terre; et utiliser la biomasse en cascade de manière optimale.

Voici les quatre stratégies que nous pouvons utiliser pour atteindre ces objectifs :

- **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. Cela passe par une écoconception ou l'accroissement des taux d'utilisation des matières et produits. Dans la pratique : des modèles de partage et de location, l'allègement des matériaux, des produits ou bâtiments multifonctions, l'efficience énergétique, la numérisation.

- **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. Une conception durable, et des matières et des services qui prolongent leur durée de vie, comme la réparation et la transformation, contribuent tous deux à ralentir les taux d'extraction et d'utilisation. Dans la pratique : une utilisation durable des matières, une conception modulaire qui prévoit le démontage, la réparation, la transformation, la remise en état, la rénovation, la modernisation.

- **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. Dans la pratique : une utilisation régénérative des matières, l'énergie renouvelable, l'agriculture régénérative.

- **Boucler les flux** – réutiliser les matières : On optimise la réutilisation des matières ou des produits en fin de vie, favorisant la circularité des ressources. Celle-ci est accrue par l'amélioration de la collecte et du retraitement des matières et un écoulement en cascade optimal, en créant de la valeur à chaque étape de réutilisation. Dans la pratique : concevoir en pensant au recyclage (matériaux techniques et matières biologiques), démonter et transformer les résidus de biomasse en énergie.

Si nous déployons efficacement des stratégies visant à diminuer, ralentir, régénérer et boucler les flux de matières, nous aurons, en fin de compte, besoin de moins de matières pour satisfaire des besoins semblables. Pour cette raison, l'économie utilisera moins de matières, celles-ci auront une durée de vie accrue et pourront être réutilisées plus efficacement et de façon moins préjudiciable pour l'environnement. Pour que notre indicateur de circularité tienne compte de ce processus essentiel, nous mesurons la part de matières circulant en boucles par rapport au total des intrants de matières dans l'économie mondiale. Cela illustre ainsi la progression actuelle vers l'atteinte du but ultime de l'économie circulaire : éliminer les résidus dès la conception grâce aux quatre stratégies mentionnées.

Nous traduisons la circularité par un nombre que nous appelons indicateur de circularité. Cet indicateur est axé sur les intrants. Indiqué en pourcentage, il s'agit d'un indicateur relatif qui reflète la mesure dans laquelle les économies mondiales ou nationales satisfont correctement les besoins sociétaux avec les matières existantes. L'avantage de cette approche est de permettre de suivre les changements au fil

du temps, de mesurer les progrès et d'entreprendre l'établissement d'objectifs uniformes, ainsi que la circularité des pays de référence les uns par rapport aux autres, de même qu'au niveau mondial. En outre, il devrait orienter la façon dont le Québec peut exploiter son potentiel de circularité.

AU CŒUR DES ÉCARTS EN MATIÈRE DE CIRCULARITÉ

Pour accélérer la transition vers une économie circulaire, nous nous devons d'utiliser au mieux les données disponibles afin d'appuyer nos décisions à tous les niveaux. Afin de tenir compte des complexités et des subtilités de l'économie d'une nation, notre objectif est de fournir le plus de renseignements et de contexte possible sur la façon dont chacune d'entre elles peut améliorer la gestion des matières pour combler les écarts en matière de circularité. Pour mieux comprendre les écarts en matière d'un pays ou d'une région, il nous faut considérer la totalité des intrants de l'économie : intrants circulaires, non circulaires et ceux s'ajoutant aux réserves et aux stocks. Ces catégories découlent de l'étude menée par Haas et coll. (2020).[21]

Intrants circulaires (29,5 %)

1. **Cycle socioéconomique (3,5 % au Québec)** Il s'agit de la part de matières secondaires dans la consommation totale d'une économie : l'indicateur de circularité. Ces matières résiduelles sont recyclées pour être utilisées. Il peut s'agir de matériaux recyclés issus de cycles techniques (comme le ciment ou les métaux recyclés) et biologiques (comme le fumier et le bois). Au Québec, ce nombre est bien inférieur à la moyenne mondiale de 8,6 %, les intrants de matières totaux s'élevant à 3,5 %.
2. **Cycle écologique (26 % au Québec)** Il s'agit de la part de la biomasse primaire renouvelable (bois, cultures vivrières, résidus agricoles) dans la consommation totale d'une économie. Pour être considérée comme circulaire, la biomasse devrait être entièrement durable : elle doit entrer de nouveau dans le cycle et contribuer à la croissance d'une nouvelle plante, permettant à la capacité de l'écosystème de rester intacte; mais, souvent, la réalité est autre. Aussi, pour être estimée circulaire, la biomasse primaire doit, au moins, garantir la circulation en boucles complètes des substances nutritives et être carboneutre. Les données sur la durabilité de la biomasse primaire n'étant pas disponibles, on doit s'appuyer sur une approche plus large pour estimer le potentiel d'un cycle écologique : si la quantité de carbone élémentaire issue des émissions dues à l'utilisation des terres, au changement de l'affectation des terres et à la foresterie (UTCATF) est au moins identique à la concentration en carbone de la biomasse primaire de la consommation totale d'une économie, alors toute la biomasse consommée est considérée comme carboneutre. La vaste superficie de zones forestières du Québec offre un bassin de séquestration de carbone considérable, ce qui signifie que les émissions dues à l'UTCATF du Canada sont certainement négatives (-13 millions de tonnes), et la biomasse consommée à l'intérieur de ces frontières peut être considérée comme carboneutre.

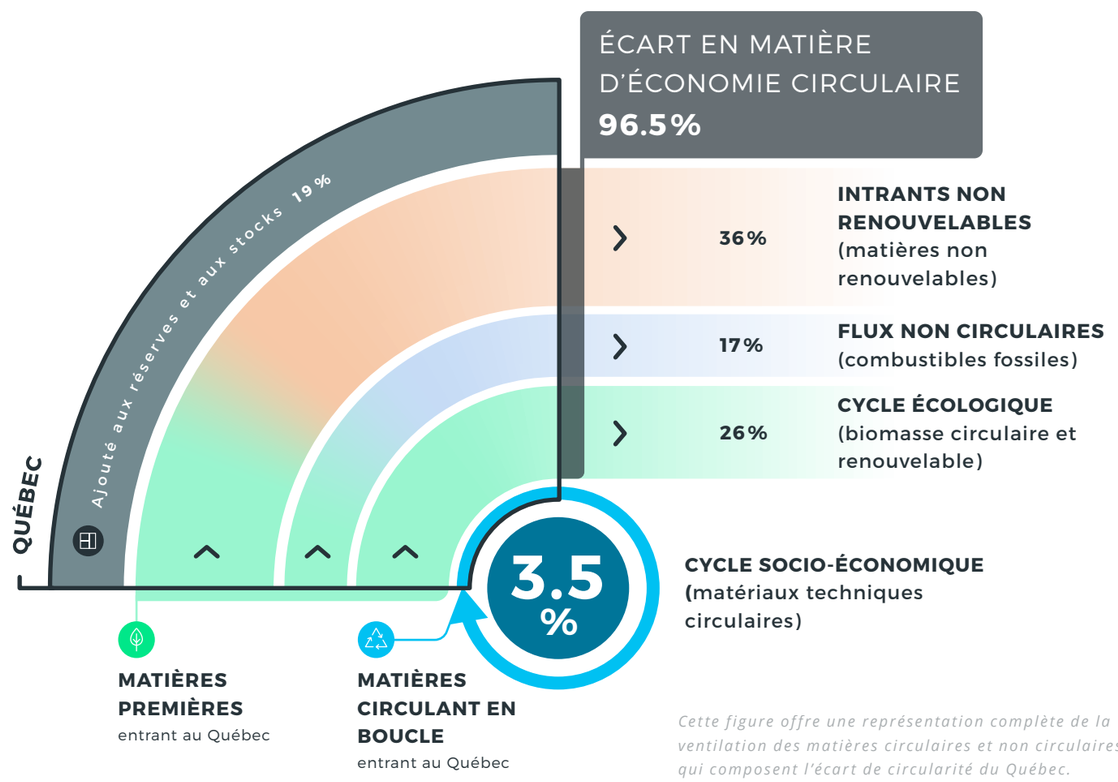
Toutefois, bien que la carboneutralité soit une condition nécessaire pour considérer la biomasse comme durable – ce n'est pas l'unique condition. Les substances nutritives (dont les engrais minéraux et biologiques) doivent également être entièrement circulaires. Pour l'heure, notre méthodologie comporte certaines limites pour évaluer la circularité des substances nutritives et, pour cette raison, nous n'avons pas inclus le cycle écologique dans notre calcul de l'indicateur de circularité du Québec – même si la circularité de la province bondirait à 29,5 %, un taux impressionnant. En l'excluant, nous faisons preuve de prudence, sachant que son incidence sur l'indicateur peut ne pas être totalement précise. Toutefois, selon nous, l'avenir offre bel et bien un potentiel exceptionnel. Si le développement durable de la production de biomasse devenait la norme, la circularité pourrait augmenter considérablement. Qui plus est, le cycle écologique joue un rôle crucial dans la circularité : bon nombre de nos scénarios, présentés au chapitre 4, promeuvent les matières biologiques dans des secteurs aussi variés que le logement et les produits consommables. Toutefois, les répercussions de telles mesures ne se reflètent pas dans l'indicateur, mais plutôt par une modification du cycle écologique. Ainsi, on peut dire que l'incidence des stratégies que nous proposons en matière de circularité est supérieure à celle que traduit l'indicateur.

Intrants non circulaires (53 %)

1. **Flux non circulaires (17 % au Québec)** Les énergies fossiles, comme l'essence, le diesel et le gaz naturel qui sont brûlés pour obtenir de l'énergie et rejetés dans l'atmosphère sont intrinsèquement non circulaires : on ne peut clore la boucle des combustibles fossiles. Au Québec, la proportion élevée d'énergie renouvelable réduit ce taux, mais l'on continue d'importer et d'utiliser des combustibles fossiles pour nos besoins en énergie et transport.
2. **Intrants non renouvelables (36 % au Québec)** Les intrants non renouvelables de l'économie, autres que des combustibles fossiles et n'entrant pas non plus dans un cycle écologique, comprennent des matériaux non recyclés tels que les métaux, les plastiques et le verre. Ils composent souvent les produits de grande consommation, du mobilier aux articles de sport en passant par les pièces d'aéronefs et la machinerie de divers secteurs. Bien que ces intrants de l'économie puissent, en principe être recyclés, 36 % d'entre eux ne le sont pas au Québec et ne peuvent donc pas être considérés comme circulaires.

Ajouts aux réserves et aux stocks (19 %)
La vaste majorité des matières « ajoutées » aux réserves d'une économie sont des « ajouts nets aux stocks ». Les pays investissent continuellement dans de nouveaux bâtiments et de nouvelles infrastructures pour offrir logement et mobilité, ainsi que dans l'énergie renouvelable. Cette augmentation des stocks n'a, en soi, rien de mauvais; de nombreux pays se doivent d'investir pour s'assurer que leur population ait accès à des services de base, ainsi que pour développer l'infrastructure à l'échelle mondiale en vue de soutenir la capacité à produire, distribuer et stocker l'énergie renouvelable. Cependant, ces ressources demeurent « bloquées » dans les infrastructures et ne peuvent être circularisées à court terme ce qui nuit à l'indicateur de circularité. *

**Selon nous, cette proportion est bien supérieure à celle indiquée dans le présent rapport. Et cela est attribuable à des incertitudes quant à notre approche sur le cycle de vie. Cela signifie qu'il n'est pas facile de concilier les flux fondés sur ce cycle des ressources (équivalents matières premières) et une limite nationale du système dans un bilan de masse cohérent. Pour cette raison, il est difficile de mesurer avec précision l'écart entre les « ajouts aux réserves et stocks » et les « intrants non renouvelables ». Il est probable qu'une part importante des intrants non renouvelables soit réellement attribuée aux stocks (19 %). Toutefois, notre méthode actuelle limite notre capacité à l'évaluer de manière plus détaillée. Nous reconnaissons la limite de la qualité des données. Cependant, elle n'a pas d'incidence directe sur l'indicateur.*



Cette figure offre une représentation complète de la ventilation des matières circulaires et non circulaires qui composent l'écart de circularité du Québec.

UNE ENTREPRISE COMPLEXE : ÉTABLISSEMENT DE LA PORTÉE ET DYNAMIQUE COMMERCIALE

Il est relativement simple d'appliquer l'indicateur de circularité à l'économie mondiale, surtout parce qu'aucune matière n'entre ou ne sort de la planète Terre. Toutefois, pour des pays ou des régions, la dynamique commerciale introduit des complexités auxquelles nous devons adapter notre indicateur, nous obligeant à faire certains choix méthodologiques.[22]

Pour évaluer la circularité d'un pays ou d'une région, nous pouvons adopter une perspective de production ou de consommation. Dans le premier cas, nous considérons toutes les matières qui entrent dans une activité de production, quelle que soit la manière dont elle est effectuée, qu'elles soient exportées ou utilisées localement. Dans le second cas, nous tenons compte uniquement des matières consommées sur le territoire visé. Appliquer l'indicateur du point de vue de la consommation ou de la production donnera des résultats différents. Nos Circularity Gap Reports adoptent une perspective liée à la consommation en vue de fournir des renseignements utiles pour l'économie et la consommation sur le terrain, et permettre de comparer des pays.

Ensuite, lorsque l'on considère ce que les citoyens québécois consomment pour satisfaire leurs besoins, nous devons nuancer notre point de vue en ce qui concerne les importations directes; ce qui veut dire extraire l'ensemble des empreintes matérielles des produits. Il est facile de tenir compte de l'empreinte matérielle des matières premières, mais ce n'est pas le cas pour les produits semi-finis et finis. Un véhicule, par exemple, peut peser une tonne lorsqu'il est importé, mais tous les matériaux utilisés pour le fabriquer et le transporter dans les chaînes de valeur mondiales peuvent représenter quelque 3,4 tonnes – son empreinte matérielle réelle. Pour illustrer les empreintes matérielles réelles des importations et des exportations, nous appliquons, dans cette étude, ce que l'on appelle des équivalents matières premières.[23]

Enfin, l'indicateur de circularité considère que toutes les matières secondaires s'ajoutent au niveau de circularité d'un pays. Il peut s'agir de celles qui entrent dans un cycle dans le pays, et de celles qui sont importées ou exportées, soit comme matières résiduelles destinées au recyclage soit comme matières secondaires composant les produits commercialisés. Toutefois, il est difficile d'estimer la part des matières secondaires dans ces produits. Nous formulons donc une hypothèse importante: pour estimer le volume de matières secondaires importées, nous appliquons l'indice de circularité mondiale – calculé par groupe de ressources – aux importations directes nettes du pays (agrégées par groupe de ressources). Puisque l'indice de circularité mondiale inclut les matières résiduelles destinées à être recyclées et une partie des matières secondaires, nous supposons qu'il s'agit d'un bon indicateur pour estimer la quantité totale de matières secondaires du système. L'hypothèse sous-jacente est que – bien que leur volume varie – les importations de chaque pays incluent, en moyenne, la même quantité de matières secondaires par groupe de ressources.

Pour déterminer la quantité de matières secondaires consommées à l'échelle nationale, plutôt que celle qui est exportée, nous formulons une seconde hypothèse: sur le total des matières premières consommées, la part des matières secondaires est égale à celle des matières secondaires importées et recyclées sur le territoire national dans le total des intrants de matières premières.

DÉFIS PRATIQUES POUR QUANTIFIER LA CIRCULARITÉ

- **La circularité ne se limite pas à recycler.** Une économie circulaire met tout en œuvre pour conserver la valeur et la complexité des produits autant que faire se peut en les dégradant le moins possible. Le cycle socioéconomique mesuré à l'aide de l'indicateur de circularité n'est qu'une composante de la circularité. L'indicateur ne tient pas explicitement compte des autres stratégies (diminuer, ralentir et régénérer), qui sont essentielles à l'instauration d'une économie circulaire, comme le partage et la réutilisation des actifs, le prolongement de leur durée de vie ou leur transformation. En réduisant la nécessité de fabriquer de nouveaux produits, elles réduisent l'empreinte matérielle globale et les matières résiduelles disponibles aux fins de recyclage. Ainsi, certains aspects, bien qu'avantageux pour l'économie circulaire, peuvent ne pas toujours apparaître comme tels dans l'indicateur.
- **Manque d'uniformité en matière de qualité des données.** Bien que les données sur l'extraction des matières premières soient relativement solides, celles sur l'étape de fin d'utilisation – enfouissement, incinération ou compostage, par exemple – sont plus fragiles. Bien que le Québec soit au-dessus de la moyenne, il reste des défis à relever pour quantifier les flux et les stocks nationaux et provinciaux de matières. La fragilité des données est en partie attribuable à la complexité des matières résiduelles: elles sont hétérogènes, éparpillées sur le plan géographique, catégorisées différemment selon les sources statistiques, voire pas mesurées du tout. Des difficultés se posent aussi pour déterminer la manière dont les matières sont réutilisées – ce qui empêche d'analyser avec précision les matières premières qui sont remplacées par des matières recyclées.
- **Perte de qualité et dégradation des matériaux** L'indicateur met l'accent sur les matériaux qui entrent de nouveau dans le système économique en fin de cycle, mais ne tient pas compte de leur composition ou de leur niveau de qualité. Ainsi, une bouteille en plastique en polyéthylène haute densité (PEHD) peut rentrer dans l'économie en tant que matériau recyclé. Selon sa qualité, elle sera utilisée pour construire les bancs d'un parc ou d'autres produits, par exemple. Cet écart ne serait pas documenté dans l'indicateur, mais a d'importantes répercussions sur la dégradation des matériaux.
- **Comparaison de nombres relatifs et absolus** L'indicateur de circularité offre un pourcentage du rendement total en matière de circularité en considérant la quantité relative, ou un pourcentage de matières recyclées par rapport au total des intrants de matières. Ainsi, tant que la quantité de matières recyclées augmente par rapport à l'extraction de nouvelles matières, nous observons une amélioration de la statistique, même si davantage de matières premières sont extraites. Cela indiquerait une progression même si l'objectif clé – une économie circulaire – n'est pas atteint. Pour extrapoler l'indicateur et éviter les incertitudes, il faut l'accompagner de chiffres contextuels pour obtenir une vision complète.

Pour une perspective plus exhaustive de la méthodologie utilisée afin d'élaborer nos rapports, vous pouvez consulter notre site Web.



3 DÉTERMINER LA TAILLE DE L'ÉCART DE CIRCULARITÉ DU QUÉBEC

Les ressources réelles nécessaires pour répondre aux besoins et désirs de la société

Photo par Steven Wright

L'économie québécoise est circulaire à 3,5 %. Cette section se penche sur le métabolisme des ressources de la province : la façon dont elles sont utilisées, dans quelles proportions, et pour répondre à quels besoins et désirs, comme l'alimentation et les biens manufacturés. Elle évalue aussi la manière dont les matières premières sont traitées et assemblées pour fabriquer les produits qui satisfont ces besoins. Observer la fin de vie de ces objets permet de comprendre l'accumulation de matières dans les produits, les marchandises et notre environnement. Cela démontre, également, que le Québec est une région dont les activités – minières, agricoles et forestières – consomment beaucoup de ressources. Ces observations fournissent un point de départ clair nous permettant de mieux cerner les endroits où les secteurs et des chaînes d'approvisionnement devraient mettre l'accent pour aller vers une économie circulaire.

CIRCULARITÉ MONDIALE : DE MAL EN PIS

Selon l'édition 2020 du Circularity Gap Report de Circle Economy, la circularité a reculé – le taux mondial de circularité est passé de 9,1 % à 8,6 % en tout juste un an. Qui plus est, 2020 a vu plus de 100 milliards de tonnes de matières entrer dans l'économie mondiale pour la première fois de l'histoire, hissant l'utilisation de ressources à de nouveaux sommets. Notre rapport 2021 a combiné à la fois l'économie circulaire et les changements climatiques, offrant finalement un message d'espoir : alors que, contrairement à la circularité, la consommation prend des proportions incontrôlables, une feuille de route pour une économie circulaire pourrait réduire les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2032. Cela nous permettrait de limiter le réchauffement climatique sous les deux degrés et, surtout, de respecter les objectifs de l'Accord de Paris.

Notre analyse a aussi mis en lumière le rôle clé des pays pour abandonner l'économie linéaire : tous ont un rôle à jouer et un chemin différent à emprunter. Selon notre rapport 2020, qui a introduit trois grands profils de pays (reportez-vous à la zone de texte pour en savoir plus) – Construire, Croître, Changer – il va sans dire que le Québec entre dans le dernier des trois. Il affiche une note élevée à l'indice du développement humain (IDH) des Nations Unies, mais aussi une empreinte écologique importante : si chaque habitant de la planète vivait comme les Québécois, le volume de ressources nécessaires serait tel qu'il nous faudrait l'équivalent de 3,5 fois la Terre pour les produire.[24] Notre analyse montre que l'extraction et la consommation de matières au Québec à l'échelle nationale dépassent celles des Pays-Bas (circularité de 24,5 %)[25] et sont, en revanche, plus proches de celles de la Norvège (circularité de 2,4 %).[26] L'urgence, pour les pays industrialisés en transition (dont le profil est Changer) – et pour le Québec –, est de délaisser la surconsommation des ressources planétaires et de modifier leur mode de vie relativement prospère et confortable. Leur rôle, en ce qui a trait à la circularité de l'économie mondiale est aussi primordial – la véritable incidence de ces pays va au-delà de leurs frontières nationales, une bonne partie des coûts environnementaux et sociaux étant engagés ailleurs.

DIFFÉRENTS PAYS, DES BESOINS COMMUNS

Malgré des divergences évidentes entre les pays, on peut élaborer des stratégies convenables en matière d'économie circulaire en s'appuyant sur les besoins communs apparents. En tenant compte de deux dimensions, le progrès social – indiqué par la note à l'IDH – et l'empreinte matérielle, les pays sont classés en trois grands profils :

Construire—un faible taux de consommation par habitant signifie que les pays ayant ce profil transgressent peu ou pas les limites de la planète. Mais ils éprouvent de sérieuses difficultés pour répondre à l'ensemble des besoins de base, y compris les indicateurs de l'IDH, comme l'éducation et les soins de santé. Exemples de pays : Inde, Bangladesh, Éthiopie.

Croître—Ces pays ont un important secteur manufacturier, possèdent un secteur industriel croissant et ont un secteur de la construction très actif. Cette industrialisation rapide et la croissance de la classe moyenne vont de pair avec une augmentation du niveau de vie. Exemples de pays : pays d'Amérique latine, Chine, Brésil.

Changer—Représentant une minorité de la population mondiale, la consommation de matières des pays ayant ce profil est 10 fois supérieure à celle des pays du profil Construire. Les quantités de combustibles fossiles qu'ils extraient sont relativement élevées, tout comme leur participation au commerce mondial. Aussi, malgré des notes à l'IDH qui traduisent des modes de vie confortables, leur consommation de ressources ne coïncide pas avec ce que peut fournir la planète. Exemples de pays : États-Unis, États membres de l'Union européenne, Japon.

SEPT OBJECTIFS ET BESOINS SOCIÉTAUX*

Nous décrivons ici les sept principaux objectifs et besoins sociétaux et les produits et services qu'ils incluent, ainsi que le volume de matières nécessaire pour les satisfaire à partir de l'empreinte matérielle du Québec (271,1 millions de tonnes). Étant donné que divers produits peuvent être ventilés différemment, nous expliquons ici clairement nos choix. Par exemple, « les radios, les télévisions et l'équipement de communication » peuvent entrer dans la catégorie Communication ou Biens manufacturés. Nous décidons de l'inclure dans « Communication ».

HABITATION

C'est la plus grande catégorie en matière d'utilisation de ressources. La construction et l'entretien des maisons et des infrastructures représentent **88 millions de tonnes (34 %)** de l'empreinte matérielle de la province.

ALIMENTATION

Les produits agricoles, comme les cultures et l'élevage nécessitent **42,5 millions de tonnes (16 %)** par an. Les produits alimentaires ont un cycle de vie court dans notre économie, étant consommés rapidement après leur production.

MOBILITÉ

Le besoin de mobilité représente une part considérable de l'empreinte matérielle : **36,6 millions de tonnes (14 %).** Deux types de ressources sont utilisés en particulier : les matériaux utilisés pour construire des technologies et des véhicules de transport, comme les voitures, les trains et les avions, mais surtout les combustibles fossiles utilisés pour les alimenter.

PRODUITS MANUFACTURÉS

Ils forment un groupe de produits variés et complexes – tels que les réfrigérateurs, les vêtements, les produits de nettoyage, les produits d'hygiène personnelle et les peintures – qui ont, généralement, une durée de vie courte ou moyenne dans la société. Les textiles, notamment les vêtements, consomment aussi de nombreux types de ressources différentes, comme le coton, des matériaux synthétiques, tels que le polyester, les colorants et des produits chimiques. Ils représentent **34,7 millions de tonnes (13 %)** de ressources.

SERVICES

La prestation de services à la société va de l'éducation aux services publics, en passant par les services bancaires et les assurances. L'empreinte matérielle connexe est la troisième plus importante, **43 millions de tonnes (16 %)** au total, et concerne habituellement l'utilisation de matériel professionnel, de mobilier de bureau, d'ordinateurs et d'autres infrastructures.

SOINS DE SANTÉ

La population étant croissante, vieillissante et, en moyenne, plus prospère, les services de santé augmentent à l'échelle mondiale. En dehors des bâtiments, les groupes de ressources habituels incluent l'utilisation d'immobilisations telles que des appareils de radiographie, des produits pharmaceutiques, du mobilier hospitalier (lits), des produits jetables et de l'équipement de soins à domicile. Cela représente **7,7 millions de tonnes (3 %)** au Québec.

COMMUNICATION

Elle devient un aspect de plus en plus important de la société contemporaine, assurée par une combinaison d'équipement et de technologies allant d'appareils mobiles personnels aux centres de données. Une connectivité accrue est aussi un facteur habilitant de l'économie circulaire, où la numérisation peut rendre des produits physiques obsolètes, ou permettre de mieux utiliser des actifs existants, notamment les produits consommables, un parc ou une infrastructure immobilière. Ce groupe utilise moins de ressources, se situant à **9,4 millions de tonnes (4 %).**

**Ces chiffres n'incluent pas les intrants secondaires et recyclés, seulement les intrants primaires.*

L'EMPREINTE MATÉRIELLE QUI RÉPOND AUX BESOINS SOCIÉTAUX DU QUÉBEC

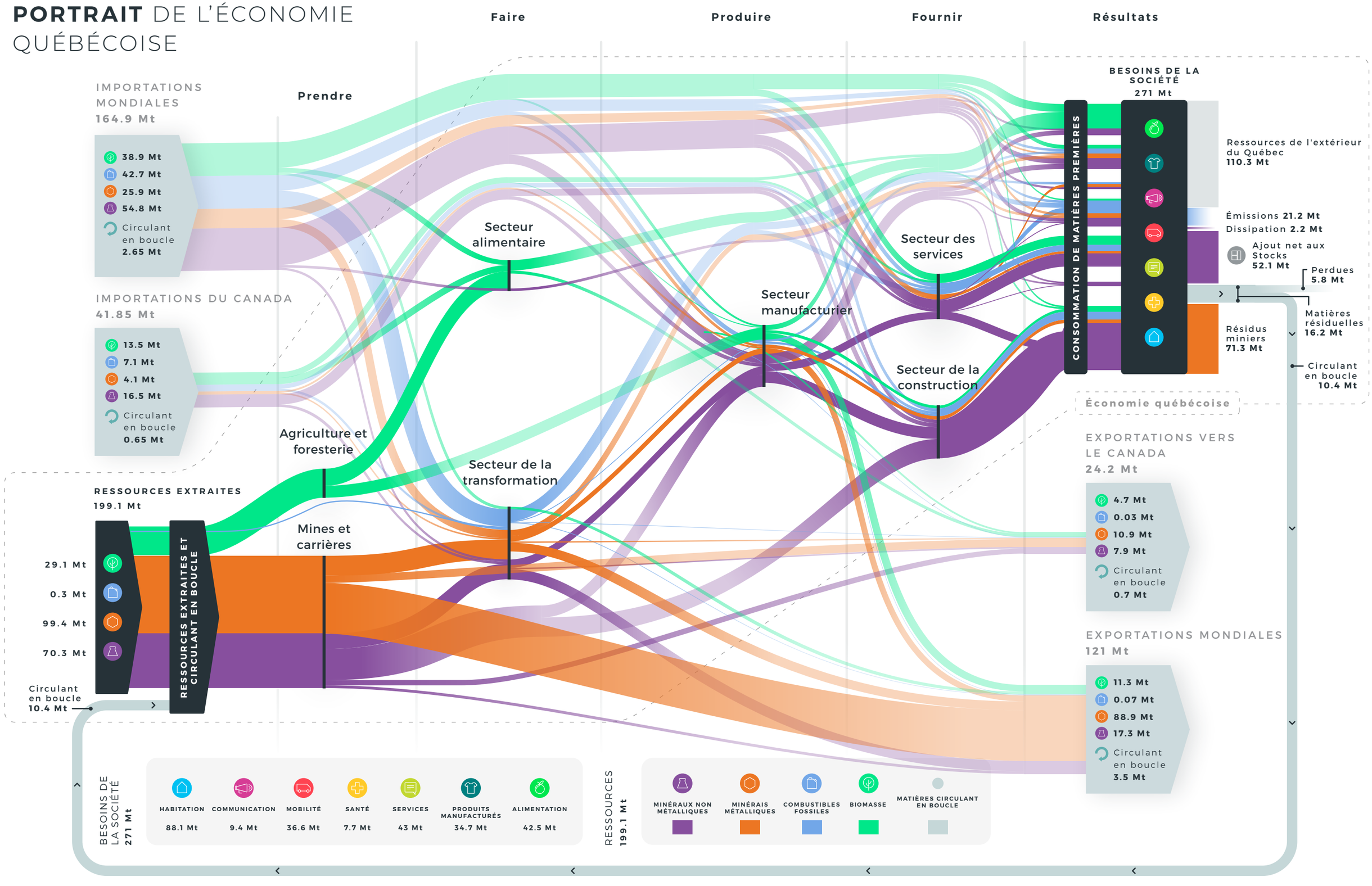
La figure de la page suivante s'appuie sur le diagramme schématique de l'empreinte matérielle de la figure 1 de la page 16. Elle examine en détail le métabolisme des matériaux au Québec, en illustrant la manière dont les quatre groupes de ressources (minéraux métalliques, minéraux non métalliques, combustibles fossiles et biomasse) satisfont les sept besoins sociétaux indiqués à la page précédente. De gauche à droite, la figure illustre l'extraction des ressources à l'échelle nationale (**prendre**) qui s'élève à **199,1 millions de tonnes**, par l'entremise de l'exploitation minière de minéraux ou la production de cultures agricoles ou forestières destinées au bois d'œuvre utilisé en construction, par exemple. De ces processus d'extraction sont tirées des matières premières comme le bois ou le sable. Toutefois, dans un contexte national, l'extraction représente seulement l'un des intrants de l'économie, qui inclut également les importations directes, **66,3 millions de tonnes** (non illustrées sur la figure) ainsi que les importations de matières secondaires, **3,3 millions de tonnes.**

Lorsque l'on ne considère pas seulement les importations directes, mais aussi les équivalents matières premières, susmentionnés à la page 16, nous observons que ces équivalents d'importations s'élèvent, pour le Québec, à **203,3 millions de tonnes** (soit 206,6 millions de tonnes si elles tenaient aussi compte des matières secondaires importées) : 41,2 millions de tonnes du Canada et 162,1 millions de tonnes du reste du monde, soit un total d'intrants de matières premières de **402,4 millions de tonnes.** Les matières premières sont habituellement transformées (**transformer**), par exemple pour produire des métaux à partir de minerais, du ciment à partir du calcaire ou du sucre raffiné à partir de betteraves. Ensuite, ces matières raffinées peuvent être utilisées pour fabriquer (**produire**) et assembler des produits comme des autobus à partir des métaux, des plastiques et du verre, ou pour construire des routes et des maisons. Ces produits finis peuvent, à leur tour, être distribués et livrés pour offrir des services (**fournir**) et un accès à des produits pouvant répondre aux besoins sociétaux à l'échelle locale ou être exportés. En 2017, le Québec a exporté quelque **64,3 millions de tonnes** de produits finis, soit **141,2 millions de tonnes** d'équivalent de matières premières. Selon nos estimations, **4,2 millions de tonnes** de matières secondaires au total ont été exportées la même année, situant le volume total des matières consommées par les Québécois à environ **271 millions de tonnes**, dont **9,4 millions de tonnes** étaient des matières secondaires (**7,3 millions de tonnes**) ou des matières résiduelles recyclées.

Il est essentiel de savoir ce qu'il qu'advient des produits et des matières après leur utilisation fonctionnelle dans notre économie pour cerner et saisir les occasions d'améliorer la circularité de cette dernière (**fin de vie**). Cela est principalement lié aux **271,1 millions de tonnes** de matières consommées: l'empreinte matérielle de la province. Au Québec, la quantité totale de matières résiduelles produites s'élevait à **16,2 millions de tonnes**, dont environ **7,6 millions de tonnes** provenaient des produits durables et 8,6 millions de tonnes de produits qui circulent (voir la page 18 pour en savoir plus). La haute contribution des produits qui circulent se compose, en partie, de boues industrielles et municipales.

Des **16,2 millions de tonnes** de matières traitées, **10,4 millions** (64,2 %) sont récupérées à des fins matérielles ou énergétiques ou directement réutilisées, alors que les **5,8 millions** restantes sont perdues à jamais. De celles-ci, **5,3 millions de tonnes** finissent à l'enfouissement alors que les **500 000 tonnes** restantes sont incinérées ou traitées de manières non précisées. De façon surprenante, les matières envoyées à l'enfouissement[27] se composent à environ 65 % de matière organique. Par ailleurs, outre les matières perdues, **52,1 millions de tonnes** s'ajoutent aux réserves et aux stocks (ajouts nets aux stocks) sous forme de dépenses d'investissement, comme les bâtiments et l'infrastructure, la machinerie et l'équipement. Quelque **19,9 millions de tonnes** supplémentaires sont rejetées dans l'environnement en tant que carbone élémentaire, principalement d'origine fossile (soit 90,7 millions de tonnes d'équivalent dioxyde carbone [teqCO_2]). Le reste, **1,2 million de tonnes**, est dispersé dans l'environnement en tant que conséquence délibérée ou inévitable de l'utilisation des produits. Cela inclut l'épandage d'engrais et de fumier dans les champs, ou le sel, le sable et autres substances épandues sur les routes, ainsi que l'érosion des métaux. Enfin, environ **110,3 millions de tonnes** incluent toutes les ressources extraites dans d'autres pays et importées au Québec à des fins de production, qui composent finalement les stocks perdus, émis ou dispersés dans le processus de production à l'étranger.

PORTRAIT DE L'ÉCONOMIE QUÉBÉCOISE



CONSOMMATION ÉLEVÉE DE L'ENSEMBLE DES BESOINS

L'indicateur de circularité du Québec se situe à **3,5 %,** bien en dessous de la moyenne mondiale de 8,6 %. Ce faible pourcentage est principalement attribuable à des niveaux relativement élevés de consommation des résidents. Chaque année, **271,1 millions de tonnes** de matières premières et secondaires sont consommées, soit **32 tonnes par habitant.** L'empreinte matérielle par habitant du Québec, fondée sur la consommation, occupe également le sixième rang de l'analyse des pays[28] – juste devant le reste du Canada, en raison notamment de son caractère urbanisé.

L'empreinte matérielle élevée du Québec est liée à ses échanges commerciaux,avec les États-Unis et le reste du Canada, exportant des milliards de dollars canadiens en aluminium, alliages d'aluminium, minerais et concentrés de fer, et en énergie renouvelable. Le commerce interprovincial représente 8 % des extrants de la région, quatre fois le reste du Canada, ce qui fait du Québec un exportateur net au pays. Les importations – principalement de l'équipement d'aviation, de l'électricité, du pétrole et du gaz naturel[29] – circulent également dans l'économie du Québec, principalement des États-Unis, et une grande partie de Chine. Au cours des cinq dernières années, l'approvisionnement en pétrole aux États-Unis et au Canada a augmenté, arrivant presque à égalité avec les importations du Québec.[30] L'empreinte importante des importations de la région est un facteur clé de l'incidence élevée de la consommation de la région et, par conséquent, d'un faible indicateur de circularité. De grands volumes de ressources (**110,3 millions de tonnes**) sont extraits à l'étranger pour répondre aux besoins des citoyens québécois : une partie de ces ressources constitue les stocks et une autre est rejetée dans le pays producteur sous forme de matières résiduelles et d'émissions. Pour les pays industrialisés, et pour les pays et provinces à revenus élevés, comme le Québec, le défi consiste à réduire cette empreinte le plus possible, tout en pilotant, à l'étranger, la gestion durable des matières résiduelles qui résultent de la demande de leurs citoyens. Pour ce faire, ils peuvent, par exemple, favoriser les importations de matières secondaires plutôt que celles de matières premières. Cela est caractéristique de la plupart des pays ayant le profil Changer (voir page 23), où le faible indicateur découle aussi du fait que la consommation de matières premières dépasse celle de la consommation nationale : en d'autres termes, le Québec est un importateur net de ressources, mais ses exportations ont des conséquences.[31]

Selon notre analyse, en augmentant son taux de récupération déjà élevé de 64 % à un taux utopique de 100 %, la circularité du Québec progresserait seulement de 6 % – toujours inférieure à la moyenne mondiale. Un recyclage accru n'est pas très utile si la consommation (reflétée par l'empreinte matérielle) continue d'augmenter : pour que son indicateur de circularité atteigne la moyenne mondiale de 8,6 %, le Québec devrait **réduire de 60 %** son empreinte matérielle, en supposant que les niveaux de recyclage et, par conséquent, d'intrants de matières secondaires demeurent constants. Dans un autre scénario hypothétique où la récupération augmenterait à un taux plus raisonnable de 85 %, il faudrait tout de même réduire l'empreinte matérielle du Québec de presque la moitié pour que son taux de circularité soit équivalent au taux mondial.

EXPLOITATION MINIÈRE DE MATIÈRES PREMIÈRES

Avec l'Ontario, le Québec occupe une position dominante dans l'industrie minière canadienne, étant la province qui affiche les activités d'extraction les plus diversifiées – et se classe au sixième rang mondial quant à l'attraction d'investissements dans le secteur.[32] Non seulement la région est riche en métaux – or, fer, nickel, titane, niobium, cuivre et zinc –, mais elle est aussi une productrice mondiale[33] de minéraux plus rares tels que le niobium, le dioxyde de titane, le cobalt et le platine. Alors qu'un cinquième des matières premières extraites au Canada proviennent du Québec, elles représentent, pour certaines catégories de métaux, plus de la moitié des quantités totales extraites au pays, en poids et en valeur.[34]

Le taux élevé d'extraction du Québec, pour une population d'environ 8,5 millions d'habitants et un taux d'extraction de ressources qui atteint les **24 tonnes par habitant**, est le sixième au niveau mondial.[35] Pour les minerais métalliques, la province se propulse à la deuxième place, précédée uniquement de l'Australie, avec un taux d'extraction de **12 tonnes par habitant.** Il semble peu probable que les taux d'extraction ralentissent : le document provincial du gouvernement intitulé Vision stratégique 2016-2021 du développement minier au Québec, par exemple, visait à mobiliser les intervenants désireux de faire avancer les intérêts de l'industrie, et encourage l'exploration et le développement.[36] Le Plan québécois pour la valorisation des minéraux critiques et stratégiques 2020-2025 fixe l'objectif du Québec : devenir un chef de file en matière de production – et de recyclage – des minéraux critiques et stratégiques, faisant d'un tel projet une contribution majeure à une économie verte.[37] [38]

Le Québec se classe deuxième derrière l'Ontario en matière d'importations et d'exportations; le commerce de minéraux a augmenté constamment ces dernières années, le Québec représentant 15,7 % des importations et 23,3 % des exportations totales du pays, si l'on tient compte de leur valeur.[39] Sa contribution substantielle à l'industrie du commerce de minéraux, tant au pays qu'à l'étranger, contribue au modèle linéaire de consommation « extraction-fabrication-élimination » de l'économie, car elle canalise l'abondance de ses minerais métalliques et ses minéraux pour répondre aux principaux besoins sociétaux.

UNE BIOMASSE FLORISSANTE : FORÊTS ET TERRES AGRICOLES

Bien que les volumes globaux de matières résiduelles et de recyclage du Québec soient relativement faibles, en particulier si on les compare aux Pays-Bas, la biomasse en représente une part importante. Plus de la moitié de sa superficie totale étant occupée par l'une des plus vastes régions de terres boisées au monde,[40] le Québec est réputé pour être une « terre forestière ». Les pâtes et papiers, les produits forestiers, ainsi que les industries agricoles et alimentaires sont des acteurs majeurs de l'économie de la région – ce qui fait que la biomasse occupe une proportion inhabituelle de ses matières résiduelles (**51 %**). Bien qu'une partie de la biomasse soit recyclée – un peu plus de 1 million de tonnes de l'industrie et légèrement moins de 500 000 tonnes issues de sources municipales –, la majorité termine dans les sites d'enfouissement (environ 3,5 millions de tonnes toutes sources confondues).

Selon notre analyse, une part significative, presque 1,5 million de tonnes, sert à produire de l'énergie; et d'ailleurs, le gouvernement provincial a investi des millions de dollars canadiens pour accroître encore cette dynamique, finançant fin 2020 une usine de recyclage des résidus forestiers en biocombustibles.[41] Alors que la récupération de l'énergie peut présenter une application utile pour les résidus forestiers et alimentaires, elle est considérée comme de l'infracyclage et se classe seulement au-dessus de l'enfouissement dans la hiérarchie.[42] Ainsi, certains théoriciens sont d'avis que la valorisation énergétique ne peut jouer un rôle dans le contexte d'une économie circulaire.[43] Certaines applications permettent de mieux valoriser ces matériaux, comme les matériaux de construction capables de stocker du carbone.

D'importantes occasions se présentent de renforcer la circularité du Québec en détournant les matières organiques et les boues organiques de l'enfouissement, soit plus du tiers du total des matières éliminées par la province. La circularité peut également être renforcée en récupérant l'énergie, issue presque entièrement de la biomasse, c.-à-d. 9 %. Apprenez-en davantage sur nos suggestions au chapitre 4.

4

COMBLER LES ÉCARTS EN MATIÈRE DE CIRCULARITÉ DU QUÉBEC

Les ressources réelles nécessaires pour répondre aux besoins et désirs de la société

Photo par Sven Huls

Maintenant que nous avons présenté le calcul de l'indicateur et étudié ce qu'il indique des rouages de l'économie québécoise, il est temps d'analyser les conclusions et de suggérer une feuille de route en matière de circularité. D'abord, nous ciblons certains des principaux secteurs de l'économie, que nous sélectionnons en nous appuyant sur une masse, une valeur ou un niveau d'émissions de carbone, ainsi que sur leur capacité à réduire l'empreinte matérielle. Ensuite, pour les secteurs ayant le potentiel de circularité le plus élevé, nous formulons des scénarios élaborés de manière hypothétique, sans les contraintes de faisabilité politique, sociale ou comportementale. Cette approche nous permet d'explorer des voies potentielles pour l'avenir et de mieux comprendre le type de secteurs et d'interventions susceptibles d'avoir la plus grande incidence sur l'indicateur de circularité et l'empreinte matérielle du Québec.

NOTATION DES SECTEURS SELON LA RELATION MASSE-VALEUR-CARBONE

Pour les scénarios hypothétiques, nous avons mis l'accent sur six domaines qui représentent des points de levier clés de l'économie, notamment (1) concevoir la circularité dans les stocks, (2) privilégier la consommation responsable, (3) privilégier l'agriculture circulaire, (4) tirer parti des marchés publics, (5) rendre la fabrication circulaire et (6) rendre la mobilité propre. En nous concentrant sur quelques domaines essentiels, nous pouvons approfondir notre étude et adopter une perspective diagnostique visant à cerner les endroits où intervenir au mieux pour accroître la circularité et l'efficience des ressources du Québec.

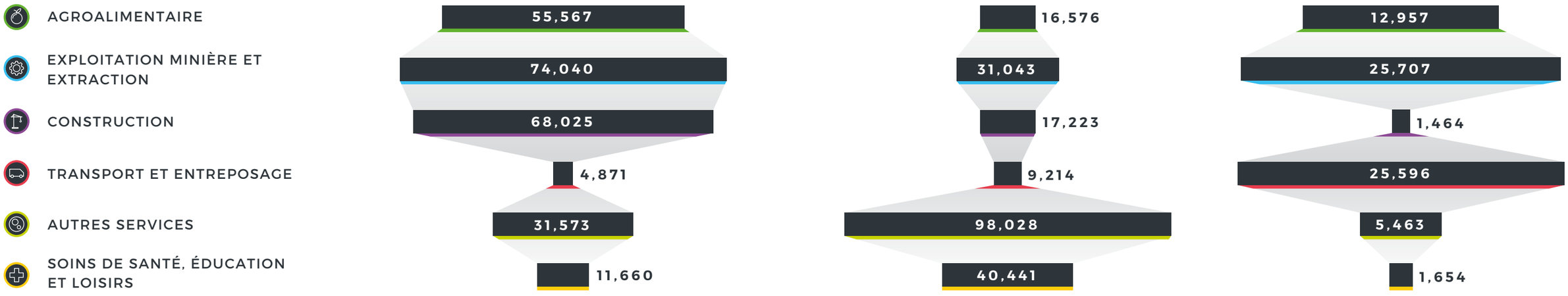
L'approche habituelle adoptée pour choisir les scénarios repose sur une combinaison de renseignements qualitatifs et quantitatifs. D'abord, nous avons consulté un groupe d'intervenants pertinents afin d'obtenir des renseignements de qualité pour comprendre les secteurs clés de l'économie sur le terrain. Ensuite, nous avons comparé l'information reçue des experts locaux aux résultats d'une analyse quantitative, qui porte sur l'interaction entre la consommation de matériaux (masse), les émissions de gaz (carbone) à effets de serre (GES) et la création de valeur (valeur) des secteurs : la relation masse[44]-valeur[45]-carbone[46] (MVC). La relation MVC est un outil utile pour repérer les principaux leviers économiques où nous pouvons apporter d'importants changements en y instaurant des stratégies circulaires.

POUR RÉSUMER LA RELATION
MASSE-VALEUR-CARBONE

La relation indique clairement la valeur prépondérante des services (soins de santé, éducation et loisirs, et autres services) dans l'économie québécoise. Cela étaye la perspective du scénario 4 pour tirer parti des marchés publics afin de mettre en place des modèles et des pratiques commerciales circulaires dans tous les produits, services et secteurs. En attendant, les secteurs de l'agroalimentaire, manufacturier et de la construction arrivent en tête en ce qui a trait à la masse. En réalité, nos scénarios (1, 3 et 5) qui entrecoupent ces secteurs, jouent un rôle considérable dans la réduction de l'empreinte matérielle globale de l'économie. En matière de carbone, l'agroalimentaire, le manufacturier et le transport sont les plus importants; et bien que nous ne mesurions pas l'incidence d'un point de vue quantitatif, elle se reflète également sur l'économie dans nos scénarios corrélatifs (3, 5 et 6).

Afin de comparer les secteurs, nous avons besoin de données fondées sur la consommation pour la masse, la valeur et le carbone. Toutefois, les données relatives aux émissions de GES fondées sur la consommation n'étaient pas disponibles pour certains secteurs du Québec au moment de cette étude – nous avons donc utilisé celles sur les émissions liées à la production. Bien que ces données nous permettent tout de même de comprendre le volume d'émissions de carbone générées dans les secteurs clés, elles ne nous permettent pas – contrairement aux émissions liées à la consommation – de redistribuer les émissions directes des secteurs (chiffres fondés sur la production) en fonction des habitudes de consommation (chiffres fondés sur la consommation). Par conséquent, nous ne pouvons pas comparer directement la masse, la valeur et les émissions de carbone dans cette étude.

En raison des limites des données, les scénarios ont été choisis en s'appuyant sur les commentaires d'intervenants experts et sur les résultats d'une étude qualitative. Ils ont ensuite été étayés par des renseignements quantitatifs portant uniquement sur la consommation de matières et la production de valeur. Pour calculer l'ensemble des répercussions des scénarios sur l'économie québécoise, nous pouvons seulement mesurer l'amélioration de l'indicateur de circularité du point de vue de la masse. Cependant, pour chaque scénario, nous indiquons les avantages connexes des stratégies circulaires qui vont au-delà d'une réduction de l'empreinte matérielle.



La figure 4 illustre l'incidence de certains secteurs sur l'économie en ce qui a trait à la masse, la valeur et les émissions de carbone. Il est à noter que le secteur Transport et entreposage inclut la mobilité personnelle; le secteur Services publics comprend le chauffage résidentiel et la cuisson des aliments.

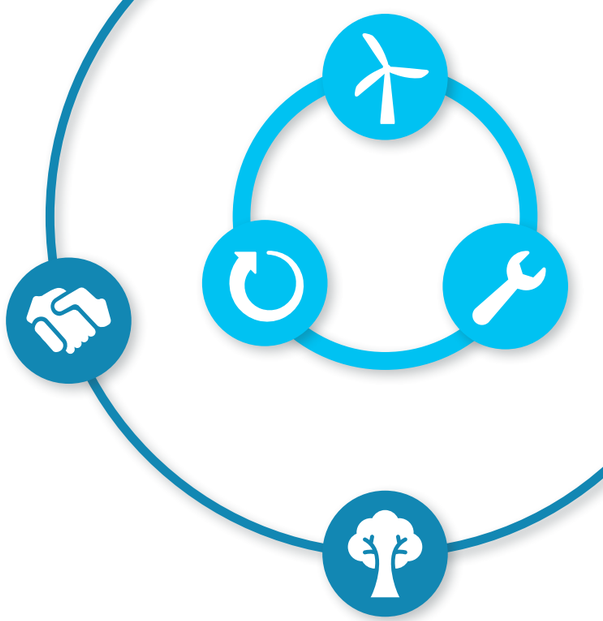
SCÉNARIOS HYPOTHÉTIQUES

Nous avons volontairement omis de situer nos six scénarios dans une période particulière, d'explorer en détail les acteurs spécifiques ou les politiques nécessaires pour en faire une réalité. Ils se veulent plutôt une recherche ambitieuse d'une éventuelle voie d'avenir, ébauchent les types de mesures et de leviers les plus efficaces pour avoir un impact sur l'indicateur de circularité et réduire la quantité de ressources utilisées pour répondre aux objectifs et aux besoins sociétaux : l'empreinte matérielle.

Pour manipuler différents secteurs de l'économie en vue d'étudier les répercussions connexes sur l'indicateur de circularité et l'empreinte matérielle, nous appliquons des scénarios qui réduisent l'empreinte matérielle liée à un besoin fonctionnel donné. Nous pouvons, pour cela, accroître l'efficience matérielle dans la conception et les processus, ou modifier la fourniture d'une valeur fonctionnelle en utilisant un modèle économique fondé sur le partage ou la numérisation. Nous modélisons également des scénarios dans lesquels des cycles supplémentaires sont établis. Pour renforcer la circularité de la biomasse et réduire l'empreinte des ressources non renouvelables, nous modélisons l'incidence de la régénération des flux de matières. Cela signifie modéliser les sources remplacer les combustibles fossiles par des solutions de remplacement renouvelables. Enfin, nous modélisons des mesures qui ralentissent la consommation de biens et prolongent la durée de vie de ceux-ci, ce qui réduit également le besoin de nouveaux produits et les matières utilisées pour les produire.

Afin d'élaborer les scénarios, nous utilisons le cadre des éléments clés de l'économie circulaire (voir page suivante) qui permettra de tenir compte des nombreuses stratégies à mettre en œuvre pour instaurer le changement systémique nécessaire à la concrétisation de nos ébauches de scénarios. Ces éléments alimentent les objectifs ultimes de réduction, de ralentissement de circularisation et de régénération des flux (reportez-vous à la page 25 pour en savoir plus) pour nous permettre d'atteindre les objectifs de l'économie circulaire.

LES **ÉLÉMENTS CLÉS DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE**



L'économie circulaire suppose des systèmes dynamiques; il s'agit d'un processus de transformation qui n'implique pas de dernière étape précise. Le modèle décrit les éléments clés qui orientent ce processus de transformation, dans le but de ralentir le flux des ressources, de boucler la boucle et de circonscrire les flux de ressources, tout en passant aux ressources régénératrices et à l'énergie propre. Les éléments décrivent l'éventail des stratégies circulaires pertinentes et seront utilisés tout au long du rapport.

Accorder la priorité aux ressources régénératrices: Veiller à ce que les ressources renouvelables, réutilisables et non toxiques soient utilisées efficacement comme matériaux et énergie.

Prolonger la durée de vie: Entretenir, réparer et mettre à jour les ressources utilisées pour optimiser leur durée de vie et leur donner une deuxième vie grâce à des stratégies de récupération, le cas échéant.

Utiliser les déchets comme une ressource: Utiliser les flux de déchets comme source de ressources secondaires et récupérer les déchets pour les réutiliser et les recycler.

Concevoir pour l'avenir: Adopter une approche systémique au cours du processus de conception, afin d'employer les bons matériaux pour assurer une durée de vie appropriée et prolonger éventuellement l'utilisation.

Repenser le modèle d'affaires: Étudier les occasions de créer une valeur accrue et d'harmoniser les mesures incitatives par le truchement de modèles d'affaires qui misent sur l'interaction entre les produits et les services.

Incorporer la technologie numérique: Surveiller et optimiser l'utilisation des ressources, et consolider les liens entre les acteurs de la chaîne d'approvisionnement au moyen de plateformes et de technologies numériques en ligne.

Faire équipe pour créer une valeur conjointe: Travailler ensemble tout au long de la chaîne d'approvisionnement, à l'interne au sein des entreprises et avec le secteur public pour accroître la transparence et créer une valeur partagée.

Renforcer et faire progresser les connaissances: Développer la recherche, structurer les connaissances, encourager les réseaux d'innovation et diffuser les résultats avec intégrité.

PERTINENCE DES STRATÉGIES DE CIRCULARITÉ
DANS LES SCÉNARIOS

TRÈS PERTINENTE **MOYENNEMENT PERTINENTE** **MOINS PERTINENTE**

La figure 5 présente les six principaux secteurs que nous croyons être les principaux vecteurs de changement dans la circularité du Québec et indique les éléments de notre cadre qui ont le plus de potentiel.

P **Accorder la priorité** aux ressources régénératrices

S **Prolonger** la durée de vie

U **Utiliser les déchets** comme une ressource

D **Concevoir** pour l'avenir

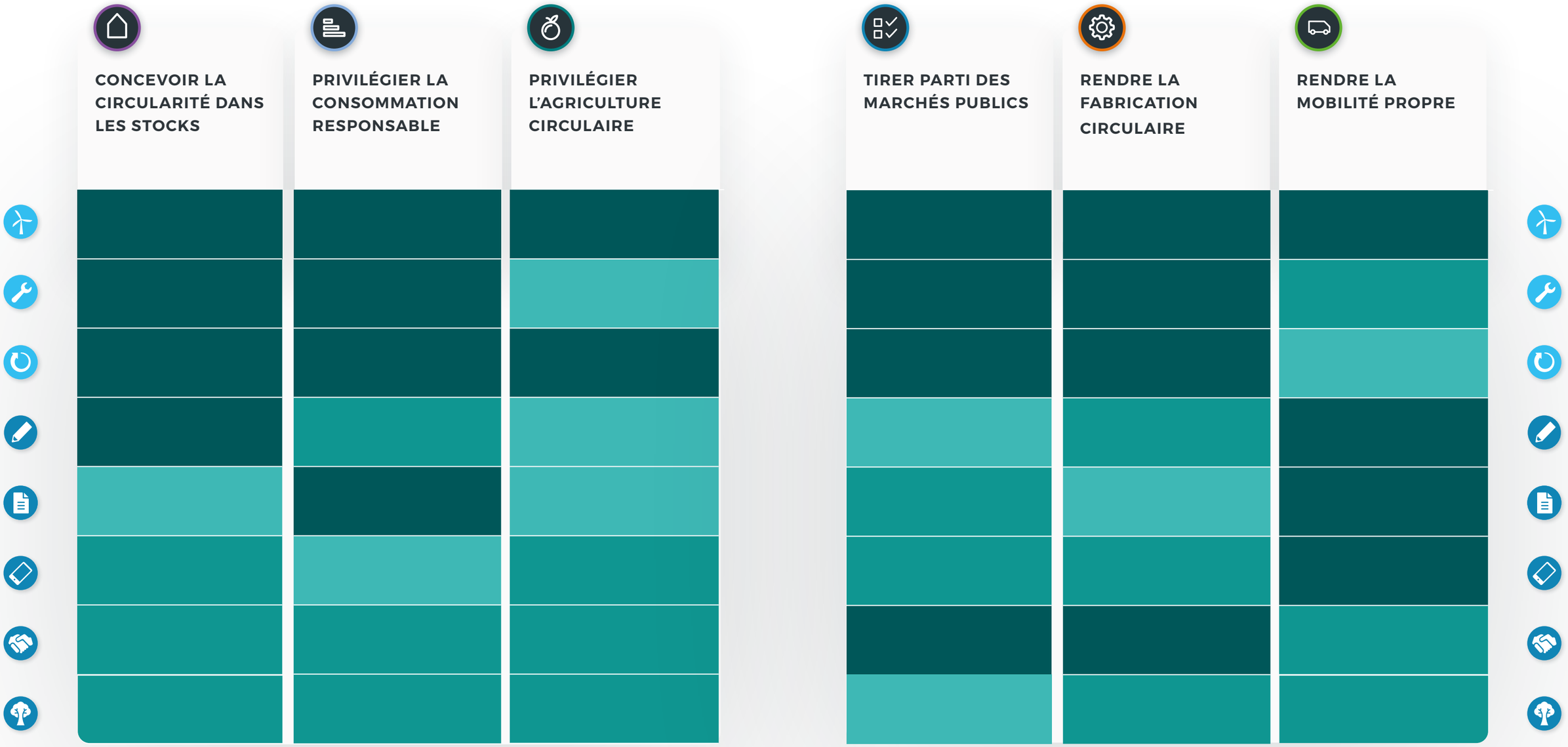
R **Repenser** le modèle d'affaires

I **Incorporer** la technologie numérique

T **Faire équipe** pour créer une valeur conjointe

S **Renforcer et faire progresser** les connaissances

Base **Habilitant**



1. CONCEVOIR LA CIRCULARITÉ DANS LES STOCKS

Sur le plan économique, le secteur de la construction (ainsi que ceux de la gestion immobilière et des services) représente près d'un cinquième de la valeur ajoutée brute[47] de la province et 18 % du PIB (en incluant les services de location) – soit presque trois fois le taux national de 7 %.[48] Offrir des logements à sa population est le principal besoin sociétal du Québec – représentant 34 % de son empreinte matérielle – et génère, par conséquent, d'importants volumes de matières résiduelles (environ 27 % de l'ensemble de ceux produits dans la province). Les minéraux non métalliques – tirés en grande partie de l'exploitation minière – occupent une part considérable dans le logement et la construction, et dans les matières résiduelles produites : une part modérée entre dans le recouvrement journalier des sites d'enfouissement(alors qu'une autre est envoyée à l'enfouissement ou est incinérée. Le secteur du logement affiche un volume relativement faible d'émissions de carbone, mais il faut garder à l'esprit que ce chiffre est fondé sur la production (c.-à-d. qu'il indique les émissions directes des activités du secteur de la construction au Québec). Nous savons que l'empreinte carbone du secteur du logement à l'échelle mondiale, en incluant les bâtiments commerciaux et industriels, est l'un des plus importants au monde, étant à l'origine de 13 milliards de tonnes d'émissions de GES par an. Globalement, cela indique l'incidence potentielle de ce secteur si l'on évitait de produire autant de matières résiduelles ou si on les réutilisait.

La transition vers une économie circulaire est déjà visible dans le secteur de la construction du Québec: la rénovation, par exemple, est une composante clé de l'industrie. Au cours des dernières décennies, on a dépensé davantage dans la rénovation que dans l'achat de nouveaux logements,[49] et les innovations pour mettre en place des constructions moins exigeantes en matière de ressources se multiplient. L'environnement politique du Québec est aussi favorable aux mesures dans ce domaine: son Plan d'action sur les changements climatiques illustre les efforts de la province pour rendre la construction écologique, la Mesure 19.4.3 sur la faible empreinte carbone des matériaux encourageant les projets à comparer l'incidence environnementale des bâtiments en bois et en béton, le recyclage des produits en bois, l'efficience énergétique et le choix des matériaux dans le secteur du bâtiment.[50]

Dans notre scénario hypothétique circulaire pour le logement, nous présentons des possibilités pour le Québec de stimuler sa circularité tout en réduisant la quantité phénoménale de matières qu'utilise le secteur de la construction.

1.1 UTILISER MOINS, RECYCLER DAVANTAGE

Les stratégies circulaires en matière de logement devraient, en fin de compte, réduire la nécessité d'utiliser de nouveaux intrants de matières grâce à des stratégies qui **réduisent** les flux et **font circuler** les matières. Réduire l'espace dans lequel nous vivons – diminution globale de la superficie au sol des logements résidentiels – par exemple, sabrerait l'empreinte matérielle du secteur tout en offrant plus d'espace dans les villes. La même stratégie peut être élargie aux biens immobiliers commerciaux – et cette possibilité augmente puisque le télétravail devrait rester populaire après la pandémie pour les personnes qui peuvent et souhaitent le faire. Toutefois, la COVID-19 a également poussé à la hausse l'intérêt des Québécois pour l'acquisition d'une résidence secondaire à la campagne, stimulés par les plus faibles coûts du logement en milieu rural. Ainsi, à l'heure actuelle, la superficie utile par habitant augmente.[51]

Cette mesure permet également d'enrayer l'extraction de matières premières, car en recyclant davantage, les **matières résiduelles deviennent des ressources.** Toutes les matières tirées de la construction et de la démolition seront réutilisées dans de nouveaux projets – et le nombre de nouveaux projets devrait diminuer, puisqu'une rénovation et un entretien accru servent à **préserver et à prolonger l'utilisation des constructions existantes.** Il existe d'excellentes possibilités dans ce domaine : au Canada, 3,4 millions de tonnes de matériaux de construction sont envoyées à l'enfouissement chaque année, qui incorporent environ 1,8 million de teqCO_2. Si le secteur de la construction privilégiait la déconstruction plutôt que la démolition – en réutilisant jusqu'à 85 % des matériaux –, on pourrait réduire les émissions d'environ 1,3 million de teqCO_2 par an et les volumes de matières résiduelles de 2,5 millions de tonnes.[52]

Afin de modéliser l'incidence potentielle de ces mesures, nous formulons un certain nombre de scénarios hypothétiques. Pour refléter la réduction de la superficie utile, l'utilisation accrue des matières résiduelles de construction et de démolition et une augmentation correspondante des activités de rénovation et d'entretien, nous modélisons ce qui se produirait si l'on pouvait réduire complètement l'utilisation de matières premières servant à agrandir le stock de biens résidentiels et non résidentiels, c'est-à-dire que les matières recyclées issues de la démolition suffiraient à elles seules à produire toutes les nouvelles constructions.

1.2 PRIVILÉGIER LES MATIÈRES NATURELLES ET LÉGÈRES

Dans la mesure du possible, les matériaux exigeants en matières premières et produisant beaucoup d'émissions, comme le ciment, devraient être remplacés par des solutions **régénératives**, comme le bois d'œuvre – particulièrement si la capacité régénérative des vastes forêts du Québec offre ces matières en abondance. Pour l'heure, le remplacement par des matériaux propres peut être freiné parce que le ciment et l'acier sont peu onéreux. Néanmoins, on utilise bel et bien du bois d'œuvre dans les bâtiments dans toute la province. Le Québec est également passé au premier plan en tant que chef de file mondiale au chapitre de la construction en bois massif, se spécialisant dans la fabrication de poutres en lamellé-collé et de bois d'œuvre en lamellé-croisé.[53] Utiliser du bois d'œuvre en construction peut considérablement réduire les émissions et faire en sorte que les bâtiments stockent du carbone.[54]

Le remplacement des matériaux par du bois d'œuvre laminé et des produits en bois d'ingénierie contribuera à **réduire** les flux, en diminuant le poids direct et l'empreinte matérielle des bâtiments. Une conception simple des bâtiments qui tient compte du contexte et de la fonctionnalité sera essentielle pour réduire les répercussions du secteur de la construction.

Inspirés par les travaux de Moran et al. (2020),[55] nous modélisons l'impact potentiel du remplacement de 15 % de l'acier, du ciment, de l'aluminium et d'autres métaux manufacturés par des matériaux à plus faible impact comme le bois. Nous avons également intégré les estimations des revues de Donati et al. (2020)[56] et de Hertwich et al. (2019),[57] qui suggèrent que la conception légère pourrait réduire le poids des éléments porteurs dans les bâtiments de 40 % supplémentaires.

1.3 RÉDUIRE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DES RÉSIDENCES

Notre dernière mesure combine des stratégies qui visent l'utilisation de l'énergie par les résidences.

La conception de maisons passives pourrait **réduire** les flux en réduisant la consommation d'énergie, grâce à une meilleure isolation (réalisée à partir de matériaux idéalement secondaires et réutilisables) et de meilleurs matériaux de construction. Ensuite, la production locale d'énergie renouvelable pourrait servir à **privilégier les ressources régénératives** qui réduiraient l'ampleur des émissions des logements. Les économies d'eau chaude, un abaissement de la température ambiante, une mesure intelligente de l'énergie, des toits verts, des systèmes combinant chauffage solaire passif et pompe à chaleur, et l'utilisation d'appareils éco énergétiques contribueraient tous à réduire les répercussions du logement : davantage d'extrants, mais moins de matériaux et d'émissions.

Ensuite, nos modèles ont créé un scénario hypothétique collectif qui tient compte des conclusions de diverses études dont, entre autres, celle d'Ivanova et coll. (2020),[58] Vita et coll. (2019)[59] et Moran et coll. (2018).[60] Elles portent sur les effets de plusieurs mesures applicables à différents secteurs et extrants, qui ont pour résultat de réduire la consommation énergétique.

Incidence sur la circularité du Québec : Les mesures proposées pour rendre le logement circulaire pourraient réduire l'empreinte matérielle du Québec de 11 %, une diminution considérable, et augmenter son indicateur de circularité de 25,7 %, de 3,5 % à 4,4%. Au-delà des matériaux, les mesures proposées offrent également un incroyable potentiel de réduction d'émissions de gaz à effets de serre (GES) découlant d'une réduction de l'utilisation de matériaux, de la superficie et de la production d'énergie. Cette réduction résulte surtout des émissions directement liées au changement d'utilisation des terres, ainsi que d'une diminution de l'utilisation de matériaux produisant beaucoup d'émissions, comme le ciment et l'acier, et d'une réduction de la combustion de vecteurs d'énergie fossile. Selon le Circularity Gap Report 2021,[61] l'application de mesures similaires à l'échelle mondiale dans les pays ayant le profil Changer pourrait réduire les émissions de 4,2 milliards de tonnes, ce qui illustre clairement l'extraordinaire potentiel de réduction des émissions du Québec, une économie typique de ce profil. Parmi les autres avantages connexes figure la disponibilité de l'espace utilisable à des fins communautaires ou de renaturalisation – offrant des avantages à la fois environnementaux et sociaux.

2. PRIVILÉGIER LA CONSOMMATION RESPONSABLE

Le secteur des « produits consommables » englobe un éventail de biens, de produits qui circulent – biens de grande consommation qui traversent rapidement l'économie, comme les articles alimentaires ou les plastiques à usage unique – à d'autres produits plus durables – allant d'articles électroniques aux textiles en passant par l'équipement technique. Le Québec correspond au profil Changer (voir page 23); les niveaux de consommation sont habituellement élevés, et liés à d'importants volumes de matières résiduelles produites à l'étranger en conséquence des produits importés : 203,3 millions de tonnes d'équivalents matières premières. Toutefois, dans la province, les marchandises qui arrivent en fin de vie et sont envoyées à l'enfouissement, à l'échelle industrielle ou municipale, posent un problème pour la circularité du Québec – les matières résiduelles s'élevant à 8,6 millions de tonnes de produits qui circulent au total et 7,6 millions de tonnes de produits durables.

Le recyclage est essentiel dans ce domaine. Cependant, les installations de tri du Québec ont subi leur lot de problèmes, comme le débordement des installations de Montréal en 2018, suivi de l'interdiction d'importation de matières résiduelles imposée par la Chine.[62] Des experts, tels que Karel Ménard, directeur général du Front commun québécois pour une gestion écologique des déchets, ont appelé à « repenser la collecte sélective »[63] et à apporter des changements importants aux modes de production et de consommation. Et c'est exactement ce que fait le gouvernement du Québec, qui envisage de moderniser ses systèmes de consigne et de collecte sélective en adoptant une approche qui élargit la responsabilité des producteurs.[64]

Pour ce faire, le Québec – et le Canada dans son ensemble – prend certaines mesures pour lutter contre la surutilisation d'un des produits qui circulent le plus rapidement dans notre économie : les plastiques à usage unique. Un éventail d'entreprises québécoises a entrepris de se défaire graduellement des pailles en plastique et des sacs jetables dans tous les magasins de la province, et, à compter de 2020, ont interdit de fournir des sacs à provisions en plastique à usage unique à Montréal.[65] Toutefois, il va sans dire qu'une politique à l'échelle provinciale cohérente, appliquée au-delà des articles en plastique et orientée par des stratégies circulaires est nécessaire.

Dans notre scénario hypothétique sur les produits consommables respectueux de l'environnement, nous présentons des possibilités pour le Québec de stimuler sa circularité en augmentant la part de matériaux biosourcés et renouvelables, favorisant le recyclage et encourageant les changements de comportements des consommateurs.

2.1 ADOPTION DE PRODUITS CONSOMMABLES BIOSOURCÉS

Notre première mesure vise les articles en plastique, et va plus loin que la loi déjà en vigueur au Canada, ainsi que les textiles. Les flux peuvent être **réduits** en interdisant les articles à usage unique, en les remplaçant par des matériaux plus durables, et, de préférence, biosourcés, ce qui **régénère** les flux. Si l'on utilise des sources d'énergie renouvelable tout au long des processus de production de solutions de remplacement biosourcées, elles sont plus circulaires sur le plan de l'analyse du cycle de vie (ACV). Cette mesure consiste à réduire le nombre d'articles en plastique utilisé, des bouteilles aux sacs en passant par les ustensiles et à repenser les matériaux que nous utilisons pour fabriquer nos vêtements. Adopter une approche concernant les textiles qui favorise les fibres cellulosiques et biosourcés, récoltées de façon durable plutôt que les fourrures, le cuir et les matériaux synthétiques (à base de pétrole) qui entraînent des empreintes matérielles et carbone élevées **privilégie les ressources renouvelables** et renforce la circularité en éliminant les matériaux nécessitant beaucoup de ressources.

Notre scénario modélise l'incidence sur diverses industries connexes, en s'appuyant sur le travail de Wood et coll. (2018).[66] Notre modèle suppose que l'on réduit l'utilisation de plastique de plus de 10 % et que l'on remplace presque complètement (80 %) les produits ménagers par des produits chimiques d'origine biosourcé.

2.2 REPROGRAMMER LES MODES DE CONSOMMATION ACTUELS

Notre deuxième mesure consiste à modifier les choix des consommateurs et à généraliser la circularité. Il faudrait s'atteler à **concevoir pour l'avenir** mais aussi à préserver et à prolonger l'utilisation des biens existants, en fabriquant et en achetant des articles conçus pour durer et en les utilisant longtemps. Il est possible de prolonger les cycles de vie des biens de grande consommation à l'aide de stratégies qui **repensent le modèle économique** : il conviendrait d'unir des modèles commerciaux de revente et des garanties minimales pour renforcer le marché des biens d'occasion, ainsi que les activités de réparation et de transformation. La consommation de prêt-à-porter devrait chuter considérablement. Les consommateurs doivent plutôt chercher à prolonger la durée de vie de leurs biens – **réduisant** ainsi les flux – par la revente, la réparation et l'achat de biens d'occasion. Il faudrait améliorer l'infrastructure pour permettre de mieux **recycler** les textiles en fin de vie.

Notre modèle a exploré une palette de mesures, dont la réduction de l'empreinte matérielle des vêtements, du mobilier, de l'électronique et d'autres biens de grande consommation grâce à l'adoption constante de la réparation, d'une conception de haute qualité visant à instaurer des modèles de durabilité et de partage. Les hypothèses spécifiques varient entre les groupes de produits et d'industries, mais les réductions de l'empreinte matérielle vont de 10 % (pour l'équipement technique) à 30 % (dans le cas des textiles et des vêtements). Ces hypothèses sont étudiées plus en détail dans le document méthodologique offert sur notre site Web.

2.3 AUGMENTATION DU RECYCLAGE

Dans le cadre de notre dernière mesure, le recyclage des matières résiduelles – papier et verre, plastiques, textiles, métaux mélangés, et produits électriques et électroniques – augmente jusqu'à 100 %. Tous les matériaux mentionnés qui sont actuellement envoyés à l'enfouissement ou incinérés devraient être **recyclés.** Pour ce faire, cependant, il est nécessaire d'obtenir davantage d'information sur les obstacles auxquels se heurte actuellement le secteur du recyclage, comme une infrastructure insuffisante, des quantités écrasantes et des interdictions d'importation des matières résiduelles.

Ce scénario a été modélisé en supposant l'augmentation de l'utilisation des tissus recyclés dans la mode et des fibres recyclées dans le papier.

Incidence sur la circularité du Québec : Les mesures proposées pour rendre les produits consommables circulaires pourraient sabrer l'empreinte matérielle du Québec de 4,4 % et augmenter son indicateur de circularité de 20 %, de 3,5 % à 4,2 %. L'adoption de biens de grande consommation plus respectueux de l'environnement et la modification du comportement de consommation n'ont pas pour seul effet de réduire l'empreinte matérielle et d'accroître la circularité : l'adoption de matériaux biosourcés, l'élimination de plastiques à usage unique et l'accroissement du recyclage des matériaux sont essentiels pour lutter contre la pollution des océans et des écosystèmes terrestres par les plastiques. De même, on peut diminuer le déversement des polluants chimiques et la consommation exorbitante d'eau qu'entraîne la production de plastique ou de textiles en réduisant de façon draconienne cette dernière – par l'entremise d'une approche plus circulaire de la consommation et un recyclage accru.



DE LA CONSTRUCTION AUX PRODUITS CONSOMMABLES : UN CHEF DE FILE EN MATIÈRE DE CONCEPTION EN AMÉRIQUE DU NORD

Le Québec s'est hissé à la tête du secteur nord-américain de la construction en bois d'œuvre, se spécialisant en fabrication en lamellé-collé et en lamellé-croisé. Des entreprises québécoises, telles que Nordic Structures et Art Massif attirent l'attention en **privilégiant des ressources régénératives** dans les nouvelles technologies architecturales. Cette dernière élabore un projet utilisant des poutres de lamellé-collé pour construire un nouvel édifice universitaire novateur grâce à la législation québécoise favorable à la construction en bois pour sa réussite et sa position de chef de file dans le domaine.[67] Et le bois d'œuvre n'est pas le seul centre d'intérêt : des organismes tels que Québec BVI, Quebox et le réseau de l'Unité mixte de recherche en sciences urbaines ont tous collaboré pour développer, piloter et promouvoir le développement durable dans le milieu bâti du Québec.[68] Cette innovation transparaît dans divers édifices construits avec des matériaux locaux et recyclés : la bibliothèque de Boisé, par exemple, et le planétarium de Montréal, qui ont tous deux obtenu la prestigieuse certification LEED Platine pour une conception exceptionnelle sur le plan environnemental.

Certaines initiatives québécoises prennent en main la manière dont la société utilise les marchandises, remettant en question les modèles de propriété en offrant des solutions de rechange innovantes. La Remise, lancée en 2015 à Montréal et gérée entièrement par des bénévoles, est la première bibliothèque de partage d'outils. L'organisme permet à ses 2 000 membres d'accéder à un éventail d'outils : de la charpenterie et la construction, à la réparation de vélos et la mécanique automobile, en passant par les ustensiles de cuisine et le jardinage. Les membres peuvent aussi participer à des ateliers et des séances de formation technique offertes par des spécialistes sur des sujets variés, allant de la fabrication de meubles à la couture aux réparations électriques, toutes les activités visant à réduire la consommation de nouveaux produits et à **préserver et prolonger l'utilisation de ceux qui existent déjà.** L'initiative a connu un franc succès ces dernières années – particulièrement auprès des jeunes adultes qui manquent de place pour entreposer leurs propres outils – et a inspiré des entreprises semblables dans toute la province.[69]

Photo par Alice Triquet

3. PRIVILÉGIER L'AGRICULTURE CIRCULAIRE

Le secteur agricole du Québec a des racines profondes. Sa longue histoire a transformé le paysage, la culture rurale et le développement économique de la province. L'élevage de bétail est au cœur de ce secteur économique, mais d'autres caractéristiques le distinguent, par exemple les trois quarts du sirop d'érable de la planète sont produits au Québec et plus de 69 % de ses produits agroalimentaires sont exportés vers les États-Unis.[70] Malgré ces chiffres, à peine 2 % de la superficie totale du Québec sont consacrés à l'agriculture, ce qui est bien peu en comparaison de la France (58 % de terres agricoles) et des États-Unis (45 % de terres agricoles). Les mesures visant à favoriser l'essor de ce secteur et à accroître la production ont toutefois ouvert la voie à l'agriculture industrielle, qui mise sur des monocultures et des intrants chimiques comme les engrais et, par ricochet, à une dégradation accrue de l'environnement. La province accuse également des taux élevés de gaspillage alimentaire, de la ferme (production agricole) à la table (assiettes des consommateurs).

Un aspect important de la réduction de l'empreinte écologique associée à ce secteur passe par la modification des habitudes alimentaires. Les consommateurs sont dépendants des importations d'aliments transformés, de fruits, de légumes et de céréales[71] pour combler leur appétit pour des produits non saisonniers tout au long de l'année. Des études ont également révélé que les trois quarts de la population de la province ne consomment pas assez de fruits et de légumes, en plus de dépasser l'apport recommandé en sodium et en gras saturés. Autrement dit, ce régime est caractérisé par une consommation élevée d'aliments dont la conversion calorique en énergie est inefficace, ce qui peut mener à une surconsommation. Les groupes dont la situation socioéconomique est plus précaire sont aussi plus susceptibles d'avoir un régime alimentaire de mauvaise qualité.[72]

À la fin de 2020, le ministère de l'Agriculture a dévoilé un nouveau plan pour une agriculture durable, dont les objectifs sont de réduire l'utilisation de pesticides toxiques et d'engrais, d'améliorer la santé des sols, d'optimiser la gestion de l'eau et de restaurer la biodiversité.[73] Les innovations et les politiques visant à réduire le gaspillage et les résidus alimentaires sont également de plus en plus répandues.

Par exemple, le Centre de développement bioalimentaire du Québec a été le premier à mener des études sur l'optimisation des emballages des viandes pour prévenir les pertes et prolonger la durée de conservation,[74] tandis que le Programme de récupération en supermarchés permettra aux détaillants de la province de faire don des produits excédentaires aux banques alimentaires.[75] La province a également abrogé un règlement qui interdisait la vente de fruits et de légumes ne répondant pas à des normes esthétiques strictes.[76]

Néanmoins, l'agriculture circulaire ne se retrouve toujours pas dans les plans actuels de la province. Ce concept axé sur un nouvel équilibre entre l'élevage et les cultures, jumelé à des changements d'habitudes de la part des consommateurs, peut avoir une incidence marquée sur l'intensité d'utilisation des ressources dans ce secteur.

3.1 PASSER À UNE PRODUCTION AGRICOLE CIRCULAIRE

Les stratégies portant sur l'agriculture circulaire servent tout compte fait à **réduire** les flux de matières et à **utiliser les matières résiduelles comme une ressource,** par exemple les résidus agricoles et alimentaires peuvent servir à nourrir le bétail en remplacement des cultures fourragères. Ces dernières nécessitent une grande superficie de culture et causent souvent des dommages à l'environnement, notamment par suite d'un changement de vocation des terres, pensons à la déforestation, dans les pays qui les exportent à l'étranger. Dans une agriculture circulaire, les produits de la taille et les résidus de culture servent d'aliments pour les animaux, qui enrichissent à leur tour les cultures grâce au fumier produit. De cette façon, les **ressources renouvelables sont valorisées,** car le recours à des engrais synthétiques nocifs est fortement réduit. Une économie agricole plus diversifiée peut alors émerger, ce qui assure une plus grande résilience et une plus grande diversité de produits, ainsi que des services écosystémiques améliorés.

Cette intervention nécessiterait une réduction du nombre d'animaux d'élevage, car le remplacement complet des aliments traditionnels par des résidus ne serait pas possible compte tenu du cloisonnement entre l'élevage du bétail et les cultures.[77] Dans notre modélisation, nous nous sommes demandé ce qu'il adviendrait si toutes les cultures fourragères pouvaient être remplacées par des résidus alimentaires et agricoles.

3.2 PASSER À UN RÉGIME À BASE DE PLANTES

Le succès de l'intervention ci-dessus repose sur une diminution de la production animale, ce qui implique une baisse de la consommation de protéines animales. Conséquemment, les flux de ressources s'en trouveraient **réduits**. Une baisse du nombre d'animaux d'élevage se traduirait par un meilleur équilibre entre les cultures et l'élevage, en plus de procurer d'autres avantages environnementaux : réduction des émissions, réduction de l'utilisation de l'eau douce, amélioration de la gestion des terres et de la biodiversité. Cette intervention pourrait recueillir l'adhésion des consommateurs québécois, qui sont de plus en plus sensibles à la composition et à la valeur nutritive des aliments qu'ils consomment, ainsi qu'à la qualité et à la sécurité des aliments.[78]

3.3 RÉDUIRE LA CONSOMMATION

Les flux peuvent également être **réduits** par une diminution globale de la consommation. Pour y parvenir, il faut adopter une approche multiple : éliminer les rejets de la chaîne d'approvisionnement, ne pas consommer d'aliments au-delà des besoins caloriques au stade de la consommation et éliminer le gaspillage dans les services alimentaires au stade de l'utilisation. On s'assure ainsi d'une distribution équitable et suffisante des calories et des nutriments nécessaires, comme les protéines, au sein de la population. La pression sur les ressources naturelles, et donc l'empreinte écologique, est alors réduite, tout comme l'utilisation des terres et les émissions. RECYC-QUÉBEC fait partie d'une grande campagne nationale (J'aime manger, pas gaspiller), qui propose plusieurs conseils, de la planification des repas à la conservation des produits frais, pour apporter des solutions à certains de ces problèmes de consommation et de gaspillage.[79]

En plus de l'hypothèse de l'adoption d'un régime à base de plantes, nous avons également pris en compte un plafonnement de l'apport calorique au niveau moyen et la réduction de l'empreinte écologique attribuable à la culture biologique (aucun engrais artificiel), à l'approvisionnement local (réduction de 50 % du transport des aliments) et à la consommation d'aliments de saison (réduction de 30 % de la consommation de carburant et d'électricité).

3.4 VALORISER LES MATIÈRES ORGANIQUES

Les matières organiques constituent le plus gros flux de matières résiduelles non récupérées de la province: environ les deux tiers des 5,8 millions de tonnes sont des matières organiques, incluant les boues industrielles et municipales ainsi que les résidus agricoles. Il s'agit d'une excellente occasion **d'utiliser les matières résiduelles comme une ressource** et de **valoriser** les résidus agricoles. Si la conversion des matières organiques en aliments pour animaux est le scénario idéal puisqu'elle assure une excellente préservation de leur valeur nutritive, cette option n'est pas toujours possible. De fait, les boues, les matières organiques municipales et certains autres résidus agricoles ne peuvent être utilisés à cette fin. Ces produits doivent être éliminés tout en protégeant l'environnement, et il faut en récupérer les éléments nutritifs et l'énergie. Cette stratégie repose sur une réutilisation des matières organiques dans diverses applications. Par exemple, les résidus de cultures peuvent être transformés en briquettes écologiques (des blocs de biomasse compressés pouvant servir de combustible dans les maisons), et les boues peuvent être réappliquées sur les terres agricoles. La récupération de l'énergie des résidus peut également être réalisée par digestion anaérobie.

Incidence sur la circularité au Québec : Les interventions circulaires proposées en matière de nutrition pourraient permettre au Québec d'amputer son empreinte matérielle de 12,3 % et d'augmenter sa contribution à la circularité de 14,2 %, laquelle passerait de 3,5 % à 4 %. Bien que ce scénario réduise l'empreinte matérielle de façon impressionnante, des gains environnementaux encore plus importants pourraient provenir d'une réduction de l'utilisation des terres à des fins agricoles et de leur transformation en réserves de biodiversité, qui sont bien trop peu nombreuses. Ces réserves procureraient également des services écosystémiques essentiels, de la séquestration du carbone à la purification de l'eau. Les gains éventuels attribuables à la transformation des habitudes de production et de consommation au Québec peuvent se concrétiser tant ici que dans les régions desquelles nous importons des produits.

4. TIRER PARTI DES MARCHÉS PUBLICS

Même si l'approvisionnement circulaire est un nouveau concept, l'apport d'une telle approche ne doit pas être négligé. Au Canada, la valeur annuelle des marchés publics est estimée à 200 milliards de dollars canadiens, dont 80 % à l'échelle locale,[80] ce qui représente une occasion en or pour le Québec, ainsi que pour les villes. Les dépenses gouvernementales en biens et services, de l'administration publique à la défense en passant par l'éducation et les soins de santé, constituent un poste majeur de l'économie du Québec sur le plan matériel. Les marchés publics représentent 10 % de son empreinte matérielle, soit 27 millions de tonnes. Voilà pourquoi la mise en valeur d'une transition circulaire par la présentation de modèles et de guides pour une vaste gamme de produits, de services et de secteurs représente une avenue incontournable pour aller de l'avant avec la transition circulaire au Québec.

Pour le gouvernement, il peut être déstabilisant de collaborer avec les acteurs locaux de l'industrie dans le but d'entamer une transition vers un modèle plus circulaire et se procurer des biens et des services qui contribuent à une chaîne énergétique et matérielle fermée. Or, le Québec est dans une situation avantageuse, puisqu'il peut bénéficier de la présence d'organisations de la société civile dynamiques faisant la promotion d'une économie circulaire.

Le gouvernement du Québec a d'ailleurs lancé des mesures pour mettre en place des pratiques durables dans les marchés publics. Par exemple, la Loi sur le développement durable constitue un cadre législatif pour les ministères et organismes gouvernementaux. Cette loi instaure 16 principes sur la production et la consommation responsables. D'autres orientations ont été fixées dans la foulée de cette loi, notamment dans la Stratégie gouvernementale de développement durable 2008-2013 et la Stratégie gouvernementale de développement durable 2015-2020, à l'intention des organisations soumises à cette loi. À titre d'exemple, l'orientation Produire et consommer de façon responsable[81] incite les ministères et organismes à élaborer des politiques, des plans ou des pratiques d'approvisionnement responsable;[82] tandis que l'orientation Politique administrative pour un gouvernement écoresponsable comporte des exigences précises pour plusieurs catégories de produits ainsi que divers domaines d'intervention, dont les biens et les services, les technologies de l'information, les immeubles destinés à l'exercice des activités publiques et les déplacements des employés de l'État.[83]

Même si ce scénario d'approvisionnement public circulaire est appliqué à toutes les gammes de produits sans ajout de transitions industrielles ou sectorielles à la liste, il représente un excellent moyen de stimuler la demande de solutions circulaires et est essentiel pour accélérer leur adoption.

4.1 PASSER À DES MARCHÉS PUBLICS CIRCULAIRES

Ce scénario repose sur l'écologisation des marchés publics. Ainsi, les flux peuvent être **réduits** en améliorant l'efficacité de l'utilisation des ressources dans l'administration publique, les marchés publics et les soins de santé publics. **Concevoir des produits en pensant à l'avenir, prolonger l'utilisation des produits existants** et **utiliser les matières résiduelles comme une ressource** sont également des stratégies cruciales à adopter. Les gouvernements devraient d'ailleurs fixer des normes élevées pour l'achat de biens ayant une longue durée de vie, ce qui contribuerait à **ralentir** les flux et opter pour des produits ayant la plus haute teneur possible en matériaux recyclés. Les bureaux municipaux de la ville de Venlo, aux Pays-Bas, incarnent bien ces principes. Le bâtiment, inspiré de la philosophie du berceau au berceau, représente une énorme réserve de matières premières, qui pourront être directement réutilisées lorsque le bâtiment aura atteint sa fin de vie utile.[84]

Incidence sur la circularité au Québec : Les interventions circulaires proposées en matière de marchés publics pourraient permettre au Québec d'amputer son empreinte matérielle de 7,9 % et d'augmenter sa contribution à la circularité de 14,2 %, laquelle passerait de 3,5 % à 4 %. En plus des gains directs qu'elles apportent sur le plan des flux de matériaux, les initiatives d'achats publics envoient un message sans équivoque au secteur privé et stimulent grandement la demande de solutions circulaires, laquelle peut ensuite trouver un écho dans les achats privés. Du point de vue de la gestion de la transition, la stimulation de la demande par l'entremise des marchés publics incitera les fournisseurs à innover et à proposer de nouvelles solutions circulaires, qui pourront ensuite être adaptées et utilisées plus largement.

LE QUÉBEC PASSE AU VERT

La valorisation des matières organiques représente une occasion à ne pas manquer pour le Québec. Le gouvernement provincial prévoit d'ailleurs investir 1,2 milliard de dollars canadiens dans cette initiative au cours des dix prochaines années. Tous les Québécois auront la possibilité de composter d'ici 2025 dans le cadre des efforts pour atteindre l'objectif provincial absolu, soit le compostage de 70 % de toutes les matières organiques d'ici 2030.[85] Le gouvernement du Québec mise aussi grandement sur l'écoconception dans sa stratégie d'approvisionnement. Par exemple, la ville de Montréal s'est associée à plusieurs organismes pour stimuler la recherche sur la réutilisation du verre recyclé dans la construction routière.[86] Cette innovation permettrait à la fois de valoriser les matières résiduelles, puisqu'une grande partie du verre de la province provenant de la collecte sélective se retrouve dans les sites d'enfouissement, et d'augmenter la longévité des routes en évitant les fissures dues aux très basses températures en hiver.[87] Les innovations locales comme celle-ci, combinées à des engagements plus fermes du gouvernement à l'égard de l'utilisation de matériaux plus durables et circulaires dans les projets publics, représentent pour le Québec une voie très prometteuse lui permettant de combler son écart en matière de circularité.

5. RENDRE LA FABRICATION CIRCULAIRE

Bien que le rôle du Québec dans la production manufacturière soit abordé dans les autres scénarios, une analyse distincte s'impose, car la province est la locomotive manufacturière de l'économie canadienne. Environ le quart de la production manufacturière du Canada a lieu au Québec, qui fait œuvre de pionnier dans la production alimentaire, les pâtes et papiers, les équipements de transport, les métaux primaires, les produits chimiques et pharmaceutiques ainsi que les produits houillers et pétroliers raffinés.[88] L'équipement aérospatial, dont une grande partie est fabriquée à Montréal, fait la fierté de la province et représente la plus grande part de la production canadienne dans ce secteur.[89] Dans la métropole, 6,5 % de la main-d'œuvre travaille dans la construction aéronautique,[90] et dans la région administrative de la Capitale-Nationale, la valeur commerciale associée au secteur manufacturier (pâtes et papiers, aliments transformés, métaux et bois, produits chimiques et électroniques) est de près de 8,5 milliards de dollars canadiens.[91]

Toutefois, ce secteur a été grandement secoué en 2020 en raison de la première vague de la COVID-19. Les interruptions de production ont entraîné des pertes de 4 milliards de dollars canadiens pour les manufacturiers québécois. En janvier 2021, la crainte d'un deuxième arrêt était toujours prédominante, puisque le secteur emploie près d'un demi-million de personnes et représente 14 % du PIB du Québec.[92] Les mesures sanitaires rigoureuses adoptées dans les usines ouvrent toutefois la voie à un nouveau type de changement, soit l'écologisation de l'industrie par des interventions circulaires axées sur l'amélioration de l'efficacité, la diminution des pertes de rendement et l'optimisation de l'utilisation du matériel, ce qui permettra de réduire grandement l'extraction de matières vierges et la production de matières résiduelles. De telles pratiques sont aussi avantageuses autant sur le plan économique qu'environnemental et ont le potentiel d'assurer la pérennité du Québec dans les années à venir.

5.1 PASSER À UNE PRODUCTION MANUFACTURIÈRE ÉCOEFFICACE

Le secteur manufacturier peut adopter plusieurs stratégies pour amorcer sa transition circulaire : les flux peuvent être **réduits** grâce à l'amélioration des processus et au remplacement de matériaux à l'échelle des usines. Une baisse de la quantité de résidus générés par les procédés habituels serait un gage d'efficacité et diminuerait le besoin de matières vierges, **réduisant** encore davantage les flux. Ces stratégies peuvent être appliquées aux principaux groupes de produits, en particulier ceux dont les volumes de production sont élevés au Québec, notamment les métaux non ferreux, le cuivre, l'aluminium, les produits chimiques et le bois. La **valorisation des ressources renouvelables** et la volonté de s'approvisionner à partir d'une biomasse de source durable jouent également un rôle crucial à cet égard. Dans le cas où les volumes de résidus ne peuvent être réduits, la symbiose industrielle, c'est-à-dire l'utilisation des résidus d'une entreprise comme matière première pour une autre entreprise, représente une autre avenue qui s'offre aux différentes grappes industrielles du Québec pour améliorer l'efficacité par la **transformation des matières résiduelles en ressources.** En tant que l'un des principaux centres manufacturiers au Canada, le Québec peut tirer parti de ces stratégies pour réduire la consommation de matières au pays et aider ses partenaires à diminuer l'empreinte des produits d'exportation.

Notre modélisation explore l'effet de l'amélioration des processus sur la réduction des pertes de rendement. Nous avons pris en compte des économies de matières atteignant 25 % dans les secteurs de l'acier, de l'aluminium, du cuivre, du ciment, du bois et des produits chimiques. Nous avons supposé que ces pertes de rendement touchaient tous ces secteurs compte tenu du fait qu'elles s'appliquent principalement à la fabrication de produits semi-finis dans l'ensemble des industries.

Nous avons aussi pris pour hypothèse que les résidus générés pendant la transformation des matières étaient réutilisés plutôt qu'éliminés. Cela suppose une généralisation des bonnes pratiques à toutes les industries québécoises ou la création de nouveaux marchés pour les matières secondaires.

Incidence sur la circularité au Québec : Les interventions circulaires proposées en matière de production manufacturière pourraient permettre au Québec d'amputer son empreinte matérielle de 9,1 % et d'augmenter sa contribution à la circularité de 8,5 %, laquelle passerait de 3,5 % à 3,8 %. En tant que principal consommateur d'énergie, le secteur manufacturier pourrait, grâce à ces changements, réduire ses émissions de GES, puisque chaque fois qu'on évite d'utiliser une matière, on réduit en fin de compte les émissions associées au produit final. Notre rapport The Circularity Gap Report 2021 indique que 70 % des émissions de GES sont générées par la manutention et l'utilisation des matériaux, si bien que la révision des processus de fabrication à forte intensité d'émissions et nécessitant beaucoup de ressources aura une incidence marquée sur les émissions mondiales.[93] Par ailleurs, les avantages économiques indéniables liés à une plus faible utilisation des métaux précieux et une diminution de la quantité de résidus peuvent jouer en faveur de l'industrie.

6. RENDRE LA MOBILITÉ PROPRE

Le Québec s'est engagé à devenir un « chef de file nord-américain de la mobilité durable d'ici 2030 », notamment en interdisant les véhicules à combustion interne à compter de 2035. C'est un objectif important, car la majorité des combustibles fossiles importés dans la région (36,7 millions de tonnes) sont utilisés pour les transports. Ce secteur génère d'ailleurs 43 % des émissions. La mobilité est un besoin sociétal exigeant beaucoup de ressources et représente 14 % de l'empreinte matérielle de la province. L'utilisation des véhicules privés est très répandue,[94] ce qui n'est somme toute pas le cas pour les transports publics. Au cours des 15 années précédant 2016, l'utilisation des transports en commun par les navetteurs à Montréal n'a augmenté que de 1,4 % pour plafonner à 23,5 %. En comparaison, la proportion des usagers qui se rendent au travail en vélo n'est que de 2,1 %.[95] Par ailleurs, le covoiturage n'est pas très en vogue au Québec puisque seulement 10,6 % des navetteurs y ont recours pour aller travailler selon les données du recensement de 2016.[96]

Or, le Québec dispose d'atouts, de conditions idéales et d'infrastructures pour passer à une mobilité plus propre. Par exemple, il compte 12 000 kilomètres de pistes cyclables, dont plus de 5 000 kilomètres sur la Route verte,[97] un réseau de pistes à usages multiples qui relie plus de 320 municipalités[98] et qui pourrait être davantage utilisé pour le transport. De plus, le Québec est un important incubateur de solutions de mobilité. La fabrication de camions, de bus et de composantes de véhicules électriques, ainsi que l'intelligence artificielle et les technologies de conduite automatique jouent toutes ensemble un rôle important dans l'économie québécoise.[99] Même si ces activités de fabrication exigent beaucoup de ressources et minent la circularité, elles montrent qu'il est possible

d'opérer un changement grâce à des technologies et des connaissances de pointe. La province est également un chef de file mondial de l'industrie aérospatiale, Montréal étant l'un des trois plus grands centres aéronautiques dans le monde, et représente la moitié de la production aérospatiale au Canada.[100]

En matière d'orientations, le ministère des Transports a élaboré la Politique de mobilité durable – 2030, qui porte sur tous les modes de transport et qui comporte plusieurs axes d'intervention répartis en dix cibles d'utilisation du réseau routier.[101] Les modes de transport actifs, comme la marche et le vélo, sont encouragés et considérés comme prioritaires dans le Plan d'action sur le transport actif 2018-2023,[102] tandis que le Plan d'action en électrification des transports 2015–2020 prévoit des investissements de plus de 600 millions de dollars canadiens pour atteindre la cible de 100 000 véhicules électriques et réduire de 150 000 tonnes les émissions de GES produites par les transports.[103] Le nouveau Plan pour une économie verte lancé par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques fait de l'électrification une priorité, principalement dans le secteur des transports, et prévoit des investissements de 3,6 milliards de dollars canadiens dans l'électrification des trains légers, des autobus urbains et scolaires, des taxis et, à terme, les voitures et camions.[104]

Dans ce scénario potentiel de mobilité propre et de covoiturage, cinq interventions font état des possibilités pour le Québec d'accroître la circularité et de réduire considérablement l'utilisation des matières, tout en atteignant les objectifs de réduction des émissions.

6.1 FAVORISER L'AUTOPARTAGE ET LES TRANSPORTS PUBLICS

Les stratégies de mobilité circulaire visant à **réduire** les flux de ressources en optimisant l'utilisation et la performance des véhicules existants comprennent le covoiturage, l'autopartage, l'amélioration de l'efficacité des transports en commun et l'augmentation du nombre de leurs usagers. L'autopartage peut être facilité par **l'intégration de technologies numériques**, telles que les plateformes en ligne, ce qui réduirait l'empreinte matérielle du Québec. La taille du parc connaîtrait une baisse puisque les Québécois auraient la possibilité d'utiliser une voiture seulement au besoin plutôt que d'investir dans l'achat d'un véhicule qui reste inutilisé la plupart du temps.[105] Cette approche permet d'optimiser l'utilisation des véhicules actuels, réduisant le besoin d'un parc aussi important. Si les transports en commun (bus, métro, tramways et traversiers) sont améliorés et mis en valeur, ils seront davantage utilisés, et si les liaisons régionales et interrégionales par train et par bus sont bonifiées, les déplacements en voiture ou en avion, qui émettent beaucoup de CO_2 et exigent beaucoup de matériaux, seront moins intéressants.

Cette intervention a été modélisée sur la base d'un cocktail d'autopartage, de covoiturage, de combinaison des déplacements et de systèmes de parcs de stationnement incitatifs permettant de réduire la mobilité privée de 90 %. Elle s'accompagnerait toutefois d'une hausse des dépenses de 50 % dans les transports publics ainsi que d'une augmentation de 20 % des services de réparation pour le secteur automobile en raison des besoins accrus sur le plan de l'entretien des véhicules. Notre modélisation tient aussi compte du fait que la réduction du taux de possession de voitures serait plus faible en région, soit environ 50 %.

6.2 RÉDUIRE LES DÉPLACEMENTS

Les flux peuvent également être **réduits** en limitant le nombre de kilomètres parcourus. Dans le contexte de la COVID-19 et de ses effets sur nos vies et notre travail, les employeurs sont de plus en plus nombreux à prendre conscience de la valeur – ou du moins l'acceptabilité – du travail à domicile ou du télétravail. Les interactions virtuelles, qui réduisent la nécessité des déplacements en voiture, pourraient avoir des effets bénéfiques supplémentaires sur les émissions et les embouteillages.[106] Les employeurs bénéficient également de mesures incitatives avantageuses pour autoriser le télétravail à plus grande échelle. De fait, ils peuvent économiser jusqu'à 13 700 dollars canadiens par année pour chaque employé qui travaille plus de la moitié du temps à distance.[107] Grâce aux campagnes de vaccination qui nous laissent entrevoir une « nouvelle normalité », les gouvernements pourraient continuer à promouvoir le télétravail dans des situations où cette avenue est sûre et avantageuse socialement.

À la lumière de l'étude de Vita et coll. (2019),[108] nous avons établi notre modèle en supposant que les déplacements terrestres diminueraient de 50 % et que la consommation d'électricité et de combustible par les ménages augmenterait de 20 %.

6.3 CONCEVOIR L'AVENIR DE LA MOBILITÉ CIRCULAIRE

Cet axe d'intervention réduit et **ralentit** les flux. Il repose sur diverses stratégies, notamment l'allègement des véhicules et leur facilité de réparation pour réduire le gigantesque impact de la mobilité. Les véhicules des prochaines années pourront être conçus et fabriqués avec des matériaux légers ainsi qu'en faisant preuve d'un peu de retenue quant à l'équipement inclus. Des facteurs culturels peuvent expliquer la préférence pour des véhicules de grande taille, mais les gouvernements pourraient envisager l'option de taxer les véhicules lourds à forte émission, d'autant plus que leur utilité dans les centres urbains est très limitée. En **concevant pour l'avenir ainsi qu'en entretenant les véhicules existants pour prolonger leur durée de vie utile,** nous pouvons grandement limiter l'empreinte matérielle associée à la mobilité. La conception des véhicules d'une façon qui facilite leur réparation, un entretien prédictif et intelligent, une disponibilité accrue des pièces de rechange et une plus grande place à l'innovation logicielle peuvent tous contribuer à prolonger la durée de vie des véhicules, à réduire les matières résiduelles inutiles et à utiliser moins de matériaux. Ces mesures peuvent être encouragées, notamment par des allègements fiscaux pour les réparations, et les entreprises possédant de grands parcs de véhicules peuvent également être invitées à adopter des stratégies qui favorisent l'entretien proactif.

Notre modèle explore les avantages potentiels d'une conception améliorée permettant une économie de matériaux atteignant 50 % pour les véhicules automobiles et en moyenne 17 % pour les trains, les traversiers et les avions. Mais surtout, de telles réductions de poids s'accompagnent d'économies de carburant supplémentaires, comme le soulignent Moran et coll. (2018)[109] et Hertwich et coll. (2019).[110] Celles-ci s'élèveraient à 6 % pour chaque tranche de réduction de poids de 10 %.

6.4 RÉUTILISER AVEC PLUS D'EFFICACITÉ ET EXTRAIRE MOINS DE MATIÈRES PREMIÈRES

L'empreinte matérielle élevée du secteur de la mobilité est liée à l'utilisation de métaux précieux, qui sont de plus en plus difficiles à trouver après des années de surexploitation et à une pénurie soumise à des impératifs géopolitiques. Les efforts d'électrification des véhicules pour atteindre les objectifs de durabilité entraînent par ricochet une extraction accrue de matières précieuses. Dans ce contexte, le recyclage de ces matières revêt une importance cruciale. Cet axe d'intervention tient compte de différentes options de réutilisation pour les batteries automobiles selon un modèle en cascade : la durée de vie utile de la batterie doit être préservée et prolongée, et les matériaux doivent être recyclés ou réutilisés directement. Les fabricants de véhicules peuvent également utiliser les matières résiduelles comme une ressource et augmenter la proportion de contenu recyclé tout en recyclant les pneus, les métaux mélangés et les plastiques.

6.5 PASSER À UNE MOBILITÉ SANS ÉMISSIONS

La valorisation des ressources renouvelables peut favoriser une mobilité sans émissions. Par ailleurs, l'élimination progressive des moteurs à combustion dans les véhicules de transport, en particulier les trains, les voitures de tourisme et les camions, présente un énorme potentiel compte tenu de la position unique du Québec en tant que chef de file des énergies renouvelables au Canada. Comme l'hydroélectricité répond à presque tous les besoins énergétiques de la province, la transition vers un parc de véhicules entièrement électrique réduirait fortement les émissions (dont 43 % sont imputables à la mobilité) et diminuerait les importations de combustibles fossiles.

Les plans d'électrification du Québec comprennent l'interdiction de la vente de nouvelles voitures fonctionnant à l'énergie fossile à compter de 2035.[111] Pourtant, les critiques soulignent que l'interdiction ne s'étendra pas aux véhicules commerciaux ou aux voitures d'occasion et que son application en 2035 est bien trop lointaine. L'accroissement du parc de véhicules électriques de la province par d'autres moyens, comme les marchés publics, les mesures d'encouragement ou de promotion pour guider les choix des consommateurs et l'amélioration de l'infrastructure de chargement, sera également important pour réduire les émissions et accroître la circularité.

Incidence sur la circularité au Québec : Grâce à une mobilité propre et axée sur le partage, le Québec pourrait amputer son empreinte matérielle de 6,6 % et augmenter sa contribution à la circularité de 5,7 %, laquelle passerait de 3,5 % à 3,7 %. Puisque la mobilité est une source importante d'émissions de GES, une circularité accrue aurait des avantages marqués à cet égard, ce qui se traduirait par une meilleure qualité de l'air dans les zones urbaines, contribuant ainsi à la santé des résidents du Québec. À l'échelle planétaire, la réduction des déplacements, l'électrification des transports et une conception efficace des véhicules sont des mesures qui ont contribué à réduire les émissions de GES de 2,6 milliards de tonnes dans les seuls pays industrialisés faisant partie du profil Changer.[112] Qui plus est, les approches de mobilité partagée et l'amélioration des transports publics accroissent l'offre de services, ce qui constitue un avantage pour les personnes qui n'ont pas les moyens de s'acheter un véhicule.

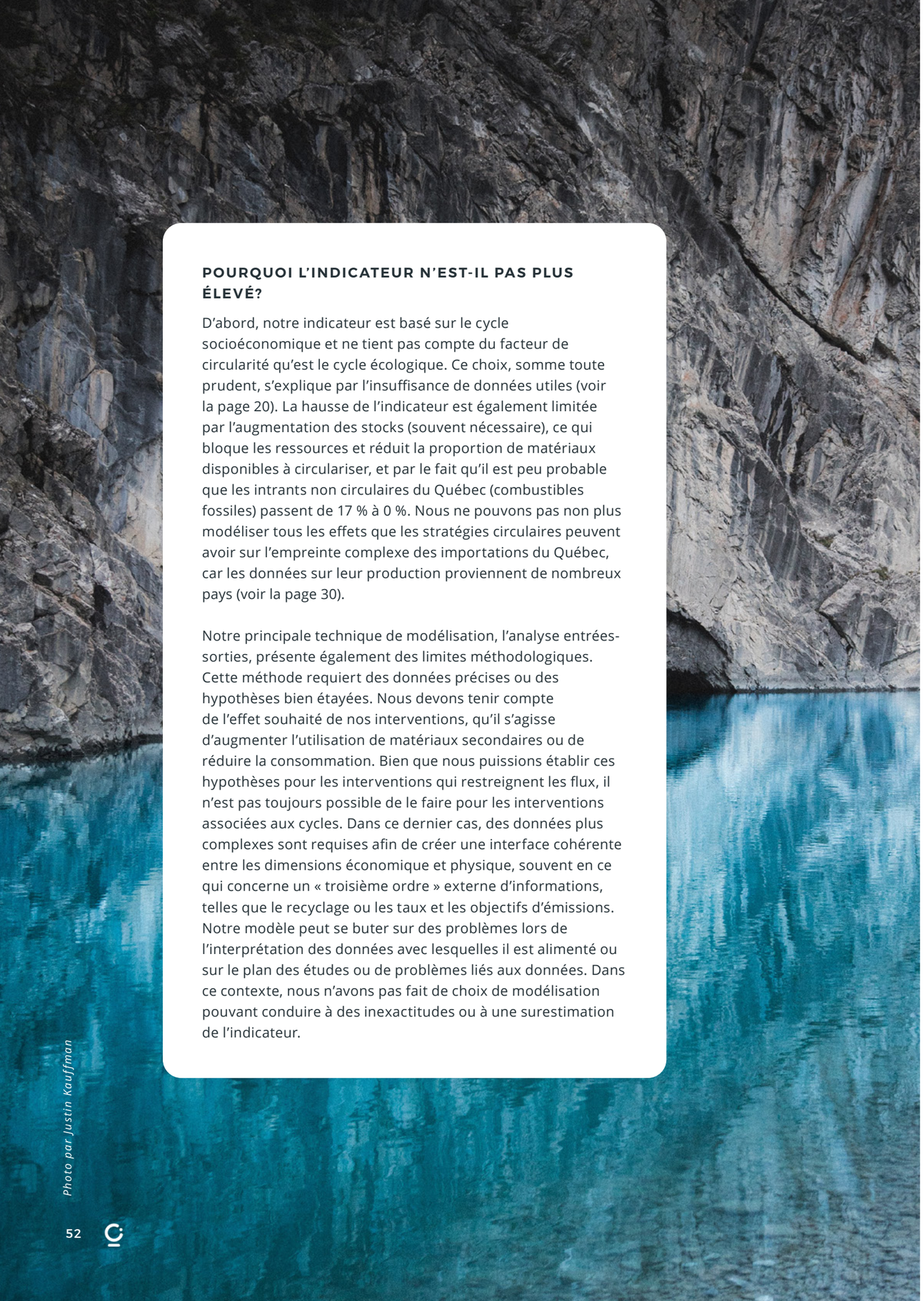


UNE PROVINCE QUI PARTAGE : LES SYSTÈMES NAISSANTS DE SYMBIOSE INDUSTRIELLE ET DE PARTAGE DE VOITURES AU QUÉBEC

Le Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTÉI) vise à diminuer la quantité de résidus industriels en stimulant la symbiose industrielle. Il mène des études, offre des services-conseils, soutient l'innovation technique et sociale dans les entreprises et diffuse de l'information par l'entremise de son guide Synergie Québec et de son site Web.[113] Sa clientèle est très variée, des entreprises aux municipalités en passant par les parcs industriels, et il aide ses partenaires à trouver des options d'écoproduits, à améliorer leurs procédés et à faire naître des symbioses. Devant la hausse des coûts d'enfouissement, les entreprises sont à la recherche de solutions. Le CTTÉI y voit une occasion de créer d'autres symbioses, notamment en misant sur les mégadonnées et l'intelligence artificielle. Ces stratégies permettent une transformation **des résidus en ressources.** Par exemple, les boîtes de carton et les barils qui ne sont plus conformes aux règles strictes du secteur aérospatial peuvent être réutilisés dans les fermes agricoles.

Les entreprises explorent également la mobilité durable en **intégrant les technologies numériques.** L'entreprise d'autopartage Communauto, fondée à Montréal en 1994, permet aux usagers d'avoir accès à un parc de plus de 1 000 véhicules, sans temps d'attente et pendant la durée souhaitée.[114] Une étude réalisée en 2007 a montré que cette initiative, qui comptait 11 000 usagers à l'époque, avait permis de réduire les émissions de CO_2 de 13 000 tonnes et qu'elle avait le potentiel d'atteindre une réduction de 168 000 tonnes par année si elle était bonifiée.[115] Par ailleurs, la province a également d'autres objectifs en matière d'extraction, de fabrication et de recyclage des batteries. Le consortium québécois Recyclage Lithion a créé un nouveau procédé permettant de récupérer jusqu'à 95 % des constituants des batteries et de les traiter comme dans une mine urbaine.[116] Le projet, qui a vu le jour au début de 2020, simplifierait la réutilisation des batteries par les fabricants, tout en émettant très peu de gaz à effet de serre.[117]

Photo par Julie Boulanger



POURQUOI L'INDICATEUR N'EST-IL PAS PLUS ÉLEVÉ?

D'abord, notre indicateur est basé sur le cycle socioéconomique et ne tient pas compte du facteur de circularité qu'est le cycle écologique. Ce choix, somme toute prudent, s'explique par l'insuffisance de données utiles (voir la page 20). La hausse de l'indicateur est également limitée par l'augmentation des stocks (souvent nécessaire), ce qui bloque les ressources et réduit la proportion de matériaux disponibles à circulariser, et par le fait qu'il est peu probable que les intrants non circulaires du Québec (combustibles fossiles) passent de 17 % à 0 %. Nous ne pouvons pas non plus modéliser tous les effets que les stratégies circulaires peuvent avoir sur l'empreinte complexe des importations du Québec, car les données sur leur production proviennent de nombreux pays (voir la page 30).

Notre principale technique de modélisation, l'analyse entrées-sorties, présente également des limites méthodologiques. Cette méthode requiert des données précises ou des hypothèses bien étayées. Nous devons tenir compte de l'effet souhaité de nos interventions, qu'il s'agisse d'augmenter l'utilisation de matériaux secondaires ou de réduire la consommation. Bien que nous puissions établir ces hypothèses pour les interventions qui restreignent les flux, il n'est pas toujours possible de le faire pour les interventions associées aux cycles. Dans ce dernier cas, des données plus complexes sont requises afin de créer une interface cohérente entre les dimensions économique et physique, souvent en ce qui concerne un « troisième ordre » externe d'informations, telles que le recyclage ou les taux et les objectifs d'émissions. Notre modèle peut se buter sur des problèmes lors de l'interprétation des données avec lesquelles il est alimenté ou sur le plan des études ou de problèmes liés aux données. Dans ce contexte, nous n'avons pas fait de choix de modélisation pouvant conduire à des inexactitudes ou à une surestimation de l'indicateur.

Photo par Justin Kauffman

7. INTERVENTIONS COMBINÉES

Une intervention isolée a une incidence limitée sur le degré de circularité et l'empreinte matérielle, mais si elle est combinée à d'autres mesures, les résultats sont plus probants. Il faut aussi prendre conscience du fait qu'il y a beaucoup de chemin à faire en matière de circularité, puisque le taux n'est actuellement que de 3,5 %.

Si l'on applique ce scénario économique dans son ensemble et que le Québec exploite un modèle synergique d'intervention, il pourrait atteindre un indicateur de circularité de **9,8 %**, et l'empreinte matérielle de la consommation serait réduite d'un remarquable **48,2 %** à seulement **140,4 millions de tonnes.** Dans ce scénario combiné, nous supposons également un taux de recyclage des boues de 100 %, ce qui se traduit par un taux de recyclage global (y compris la valorisation énergétique et l'infrarecyclage) d'un peu moins de 78 %.

En ce qui concerne l'indicateur de circularité, la hausse peut sembler modeste compte tenu de la portée de nos scénarios. Cependant, il est important de se rappeler que l'objectif principal d'une économie circulaire est la réduction de l'empreinte matérielle et l'augmentation de la proportion de matériaux secondaires pour ultimement prévenir une dégradation environnementale accélérée et une inégalité sociale, aussi bien à l'échelle locale que mondiale. Un deuxième point crucial est le rôle du cycle écologique (traité à la page 18 du chapitre 2). Plusieurs des interventions mentionnées, en particulier dans le contexte de l'agriculture, impliquent également une production plus durable de biomasse et la préservation d'écosystèmes producteurs afin de renforcer le potentiel du cycle écologique, qui représente une part importante (26 %) du métabolisme actuel de la province.

Il est important de noter que même une amélioration apparemment minime de la circularité peut apporter de nombreux avantages, en particulier dans le domaine des changements climatiques. Nous soulignons, dans notre Circularity Gap Report 2021, qu'il suffit de doubler la circularité mondiale, c'est-à-dire l'augmenter à 17 %, pour combler le retard en matière d'émissions et limiter le réchauffement à un niveau inférieur à 2°C. Dans le cas du Québec, cet indicateur pourrait être presque triplé, le potentiel est donc énorme.

La combinaison de diverses interventions doit toutefois se faire en évitant les chevauchements potentiels.

Par exemple, les scénarios portant sur la réparation et le recyclage, ainsi que ceux sur la consommation des ressources fossiles, s'appliquent à tous les secteurs. Ils débordent donc aussi sur les interventions visant la construction et l'agriculture. Pour cette raison, nous donnons la priorité à certaines interventions selon les principes de l'économie circulaire. Nous commençons par les stratégies qui visent à **réduire** les intrants, puis par celles axées sur la **réparation** et la **réutilisation.** Enfin, nous ciblons celles privilégiant le **recyclage.**

SCÉNARIOS, INTERVENTIONS ET STRATÉGIES

	INTERVENTIONS	STRATÉGIES	IMPACTS
1. CONCEVOIR LA CIRCULARITÉ DANS LES STOCKS	**1.1 Utiliser moins, recycler davantage**	• Réduire la taille des bâtiments • Réduire l'extraction des matières premières • Recycler les résidus de construction et de démolition • Accroître la rénovation et l'entretien	Hausse de la circularité de 3,5 % à **4,4 %.** Réduction de l'empreinte matérielle de **11 %**, à **241,2** millions de tonnes. Avantages connexes: Réduction des émissions de GES, bâtiments verts.
	1.2 Favoriser les matériaux naturels et légers	• Remplacer le ciment par du bois lorsque possible • Réduire et mettre l'accent sur la fonctionnalité	
	1.3 Réduire la consommation d'énergie résidentielle	• Promouvoir les maisons passives • Donner la priorité aux énergies renouvelables • Mettre en œuvre des technologies vertes	
2. PRIVILÉGIER LA CONSOMMATION RESPONSABLE	**2.1 Passer aux produits consommables biosourcés**	• Réduire les objets à usage unique par des alternatives ayant moins d'impacts • Privilégier les textiles synthétiques plutôt que les fibres animales	Hausse de la circularité de 3,5 % à **4,2 %.** Réduction de l'empreinte matérielle de **4,4 %**, à **259,2** millions de tonnes. Avantages connexes: Réduction de la pollution par le plastique, des rejets et de la consommation d'eau.
	2.2 Inculquer de nouvelles habitudes de consommation	• Acheter des articles faits pour durer • Améliorer les garanties et la revente • Réduire le plus possible la consommation d'articles de mode express • Améliorer le recyclage des textiles	
	2.3 Accroître le recyclage	• Accroître le recyclage	
3. PRIVILÉGIER L'AGRICULTURE CIRCULAIRE	**3.1 Rendre la production agricole circulaire**	• Utiliser les résidus agricoles comme fourrage pour le bétail, et le fumier comme engrais	Hausse de la circularité de 3,5 % à **4 %.** Réduction de l'empreinte matérielle de **12,3 %**, à **237,6** millions de tonnes. Avantages connexes: Réduction de l'utilisation des terres pour d'autres usages régénératifs.
	3.2 Faire la transition vers un régime alimentaire à base de plantes	• Augmenter la consommation de protéines végétales	
	3.3 Consommer moins	• Éliminer les pertes • S'alimenter selon nos besoins	
	3.4 Valoriser les matières organiques	• Réutiliser les matières organiques • Récupérer l'énergie des matières organiques	
4. TIRER PARTI DES MARCHÉS PUBLICS	**4.1 Rendre les marchés publics circulaires**	• Favoriser l'achat de biens durables et un contenu élevé en matières recyclées • Améliorer l'efficacité de l'utilisation des ressources	Hausse de la circularité de 3,5 % à **4 %.** Réduction de l'empreinte matérielle de **7,9 %**, à **249,6** millions de tonnes. Avantages connexes: Stimulation de la participation du secteur privé, innovation.
5. RENDRE LA FABRICATION CIRCULAIRE	**5.1 Rendre la production manufacturière circulaire**	• Améliorer les procédés et remplacer des matériaux • Réduire la quantité de ferraille • S'engager à utiliser une biomasse de source durable	Hausse de la circularité de 3,5 % à **3,8 %.** Réduction de l'empreinte matérielle de 9,1 %, à **246,4** millions de tonnes. Avantages connexes: Fortes réductions des émissions de GES, avantages économiques pour l'industrie manufacturière.
6. RENDRE LA MOBILITÉ PROPRE	**6.1 Miser sur l'autopartage et les transports en commun**	• Favoriser l'autopartage pour réduire le parc de véhicules • Accroître l'utilisation des transports publics grâce à un réseau amélioré	Hausse de la circularité de 3,5 % à **3,7 %.** Réduction de l'empreinte matérielle de 6,6 %, à **253,1** millions de tonnes. Avantages connexes: Réduction des émissions de GES, amélioration de la qualité de l'air, meilleur accès à la mobilité.
	6.2 Réduire les déplacements	• Poursuivre le télétravail après la pandémie • Encourager les rencontres virtuelles	
	6.3 Concevoir pour l'avenir de la mobilité circulaire	• Soutenir la conception de véhicules plus légers • Concevoir les véhicules pour faciliter leur réparation et l'entretien préventif	
	6.4 Circulariser davantage et extraire moins de ressources	• Prolonger la durée de vie des véhicules • Recycler les batteries automobiles • Augmenter l'utilisation de matériaux recyclés dans la production de véhicules	
	6.5 Éliminer les émissions associées à la mobilité	• Éliminer progressivement les moteurs à combustion et électrifier les transports	
7. COMBINAISON D'INTERVENTIONS	**LA PUISSANCE DES INTERVENTIONS COMBINÉES**		Hausse de la circularité de 3,5 % à **9,8 %.** Réduction de l'empreinte matérielle de 48,2 %, à **140,4** millions de tonnes.

Le tableau ci-dessus présente les scénarios, interventions et stratégies pour les six secteurs. Il explore l'impact sur l'indice de circularité et l'empreinte matérielle du Québec.

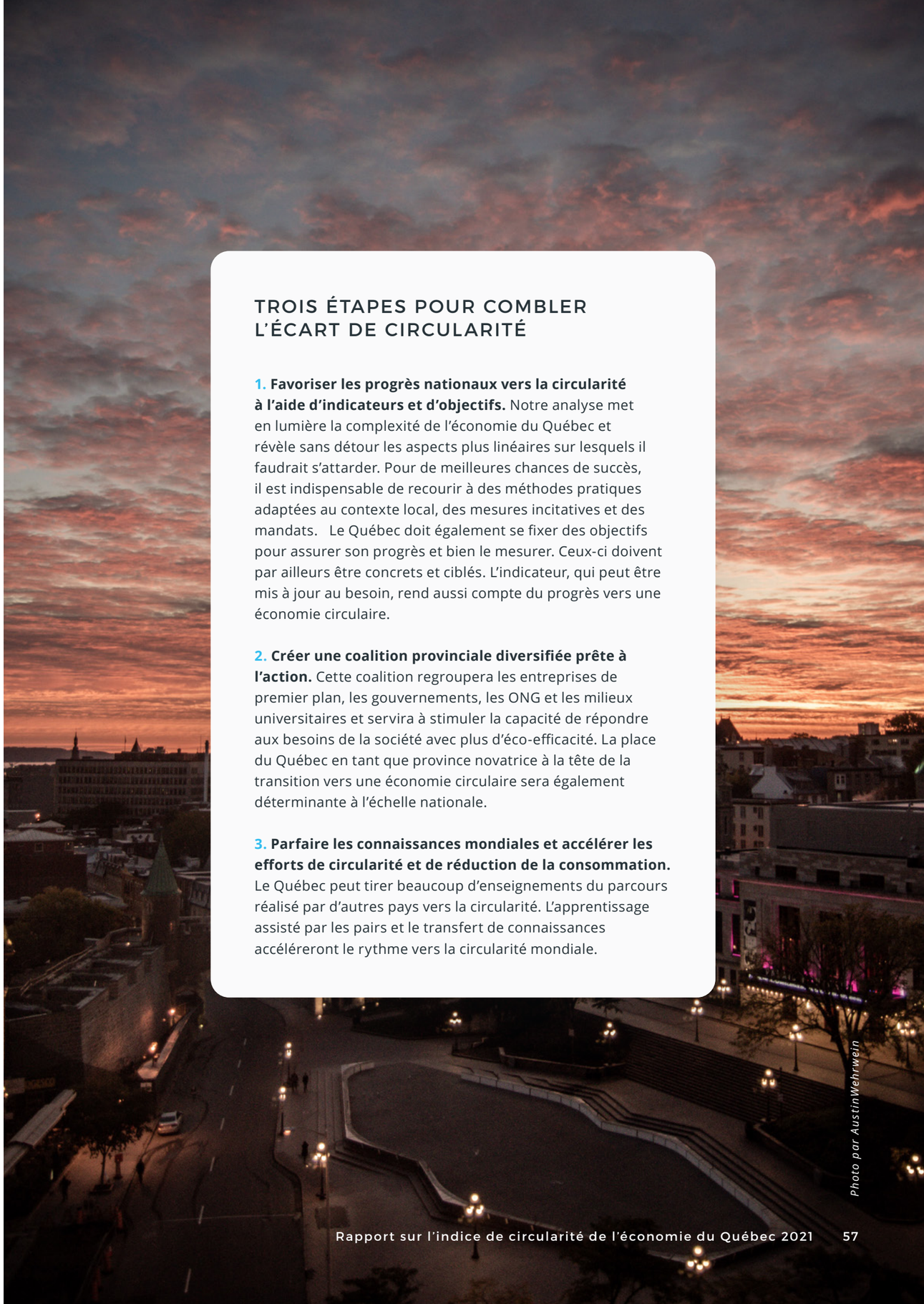
5. PROCHAINES ÉTAPES

Le Québec peut transformer son économie de façon à utiliser seulement la moitié de ses ressources pour répondre à ses besoins et à ses objectifs sociétaux tout en triplant son indicateur de circularité. Cette étude offre une première estimation de la manière dont les ressources sont utilisées au Québec pour répondre à ses besoins. La province peut s'inspirer des scénarios présentés pour restructurer son économie et faire la transition vers des processus plus circulaires et éco-efficaces. Même si ces changements draconiens ne se traduisent que par une légère augmentation de la circularité (de 3,5 % à 9,8 %), il est important de noter le potentiel transformationnel d'une augmentation même mineure de la circularité. Par exemple, selon notre Circularity Gap Report 2021, il suffirait de doubler la circularité de l'économie planétaire, à 17 %, pour limiter le réchauffement climatique à un niveau inférieur à 2°C. Ces scénarios permettraient également de réduire l'empreinte matérielle de 48,2 %.

Une économie circulaire peut aider la province à divers égards : sécurité, équité et résilience face aux crises futures. Ce type d'économie recèle toute une gamme d'avantages connexes pour la province. Grâce à une agriculture et à des infrastructures circulaires, la province aura plus d'espaces publics pour ses citoyens et la possibilité de lancer des projets d'aménagement et de restauration de réserves naturelles pour accroître la biodiversité, la séquestration du carbone et la purification de l'eau. En accordant la priorité aux produits consommables respectueux de l'environnement, nous parviendrons à enrayer le fléau de la pollution par le plastique et à limiter le rejet de substances chimiques dans le sol. Les efforts du gouvernement pour se procurer des biens et des services circulaires peuvent rejaillir sur le secteur privé en l'incitant à innover et à offrir de nouvelles solutions circulaires qui mettent en valeur ce que le Canada a de mieux à offrir. La transition vers l'immobilier, la fabrication et les infrastructures circulaires s'accompagnera d'une forte baisse des émissions de gaz à effet de serre, une étape obligée pour éviter les pires conséquences de la crise climatique. Dans notre Circularity Gap Report 2021,[118] nous soulignons que si tous les pays industrialisés en transition adoptaient des mesures circulaires, les émissions seraient réduites de dix milliards de tonnes, ce qui illustre clairement l'énorme potentiel de ces mesures sur la réduction des émissions du Québec, un exemple typique de ce type d'économie.

Une occasion de se réinventer. Si la pandémie a été douloureuse et perturbatrice, elle ouvre également la voie au changement. Le potentiel de cette transformation et l'octroi de fonds d'immobilisations justifient les efforts d'exploration et d'intensification. L'atteinte de l'objectif d'une relance verte nécessitera un engagement multilatéral de la part du gouvernement, des entreprises et de la société civile. Seul un effort collectif nous permettra de nous remettre sur les rails. Les décisions que les gouvernements nationaux et infranationaux prennent aujourd'hui dessineront l'avenir du climat et la vie des prochaines générations.

Tous les pays sont des agents de changement indispensables. Dans ce contexte, le Québec peut lui aussi contribuer à accroître la circularité mondiale. Le monde n'est actuellement circulaire qu'à 8,6 %, et l'économie linéaire est profondément ancrée dans la société québécoise. En tant que province qui présente les caractéristiques typiques d'un pays industrialisé en transition, à savoir un niveau élevé d'extraction, de consommation et de production de matières résiduelles, jumelé à sa prospérité économique, le Québec a le devoir d'utiliser son pouvoir de dépenser, sa capacité d'innovation et son dynamisme pour accroître la circularité aussi bien ici qu'à l'étranger. Le Québec peut jouer un rôle déterminant en tant qu'exportateur de produits de valeur, notamment énergétiques, forestiers, miniers et manufacturés. Il est extrêmement important, d'un point de vue mondial, de veiller à ce que ces actifs et ces ressources naturelles soient gérés avec rigueur de manière durable et circulaire. Le Québec ne doit pas rater cette chance d'accroître sa circularité, son éco-efficacité et sa résilience.



TROIS ÉTAPES POUR COMBLER L'ÉCART DE CIRCULARITÉ

1. **Favoriser les progrès nationaux vers la circularité à l'aide d'indicateurs et d'objectifs.** Notre analyse met en lumière la complexité de l'économie du Québec et révèle sans détour les aspects plus linéaires sur lesquels il faudrait s'attarder. Pour de meilleures chances de succès, il est indispensable de recourir à des méthodes pratiques adaptées au contexte local, des mesures incitatives et des mandats. Le Québec doit également se fixer des objectifs pour assurer son progrès et bien le mesurer. Ceux-ci doivent par ailleurs être concrets et ciblés. L'indicateur, qui peut être mis à jour au besoin, rend aussi compte du progrès vers une économie circulaire.

2. **Créer une coalition provinciale diversifiée prête à l'action.** Cette coalition regroupera les entreprises de premier plan, les gouvernements, les ONG et les milieux universitaires et servira à stimuler la capacité de répondre aux besoins de la société avec plus d'éco-efficacité. La place du Québec en tant que province novatrice à la tête de la transition vers une économie circulaire sera également déterminante à l'échelle nationale.

3. **Parfaire les connaissances mondiales et accélérer les efforts de circularité et de réduction de la consommation.** Le Québec peut tirer beaucoup d'enseignements du parcours réalisé par d'autres pays vers la circularité. L'apprentissage assisté par les pairs et le transfert de connaissances accéléreront le rythme vers la circularité mondiale.

Photo par AustinWehrwein

LES RÉFÉRENCES

1. Raworth K. (2017). Doughnut economics: seven ways to think like a 21st century economist. White River Junction, Vermont : Chelsea Green Publishing.
2. Circle Economy. (2020). The circularity gap report 2020 (p. 1-64). Amsterdam: Circle Economy. Tiré de : site Web du CGRi
3. Circle Economy. (2021). The circularity gap report 2021 (p. 1-71). Amsterdam: Circle Economy. Tiré du : site Web du CGRi
4. Données tirées de l'Exiobase.
5. Régions de l'Exiobase : 43 pays et 5 régions du reste du monde; K. Stadler Wood R., Bulavskaya T., Sodersten C. J., Simas M., Schmidt S., Usubiaga A., Acosta-Fernandez J., Kuenen J., Bruckner M., Giljum S., Lutter S., Merciai S., Schmidt J. H., Theurl M. C., Plutzar C., Kastner T., Eisenmenger M., Erb K., de Koning A. et Tukker A. (2018) EXIOBASE 3: Developing a Time Series of Detailed Environmentally Extended Multi-Regional Input-Output Tables, Journal of Industrial Ecology vol. 22, no 3, p. 502-515. DOI :10.1111/jiec.12715
6. Goering L. (29 novembre 2018). Climate change 'biggest global health threat' of century, doctors warn. Reuters. Tiré du site: Web de Reuters
7. Ellen MacArthur Foundation (EMF). (n.d.). What is the circular economy? Tiré du site: Web de l'EMF
8. Raworth, K. (2017). Doughnut economics: Seven ways to think like a 21st-century economist. Chelsea Green Publishing.
9. W. Steffen, Richardson K., Rockström J., Cornell S. E., Fetzer I., Bennett E. M., . . Sörlin S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science, vol. 347, no 6223, p. 736-748. DOI : 10.1126/science.1259855
10. Gouvernement du Québec. (2020). Plan pour une économie verte 2030 : Politique-cadre d'électrification et de lutte contre les changements climatiques. Ville de Québec, Canada : Gouvernement du Québec. Tiré du site: Web du gouvernement du Québec
11. Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles. (2020). Plan québécois pour la valorisation des minéraux critiques et stratégiques 2020-2025 (p. 1-62). Ville de Québec, Canada : Gouvernement du Québec. Tiré du site: Web du gouvernement du Québec
12. Recyc-Québec. (2020). Plan d'action 2019–2024 de la Politique québécoise de gestion des matières résiduelles (p. 1-21). Recyc-Québec. Ville de Québec : Canada. Tiré du site: Web de Recyc-Québec
13. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. (2018). Politique bioalimentaire (p. 1-108). Ville de Québec, Canada : Gouvernement du Québec. Tiré du site: Web du MAPAQ
14. D. O'Neill, Fanning A., Lamb W. et Steinberger J. (2018). A good life for all within planetary boundaries. Nature Sustainability, vol. 1, no 2, p. 88-95. DOI :10.1038/s41893-018-0021-4
15. J. Cullen, Allwood J. et Borgstein E. (2011). Reducing energy demand: What are the practical limits? Environmental Science Technology, vol. 45, p. 1711-1718. DOI : doi.org/10.1021/es102641n
16. Jo, T. (2011). Social provisioning process and socio-economic modeling. The American Journal of Economics and Sociology, vol. 70, no 5, p. 1094-1116. DOI : 10.1111/j.1536-7150.2011.00808.x
17. W. Haas, Krausmann F., Wiedenhofer D. et Heinz M. (2015). How circular is the global economy? An assessment of material flows, waste production, and recycling in the European Union and the world in 2005. Journal of Industrial Ecology, vol. 19, no 5, p. 765-777. DOI :10.1111/jiec.12244
18. Circle Economy. (2019). The circularity gap report: Austria (p. 1-36). Amsterdam: Circle Economy. Tiré du site: Web de Circle Economy
19. N. Bocken, de Pauw I., Bakker C. et van der Grinten B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. Journal of Industrial and Production Engineering vol. 33, no 5, p. 308-320. DOI :10.1080/21681015.2016.1172124
20. Circular Strategies. (n.d.). Supporting innovation for a circular economy. Tiré du site: Web de Circular Strategies
21. W. Haas, Krausmann F., Wiedenhofer D., Lauk C. et Mayer A. (2020). Spaceship earth's odyssey to a circular economy—a century long perspective. Resources, Conservation and Recycling, vol. 163, p. 105076. DOI :10.1016/j.resconrec.2020.105076
22. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). (3 juin 2020). Notitie circulair materiaalgebruik in Nederland [communiqué de presse]. Tiré du sit: Web du CBS
23. Cette hypothèse est appliquée à chaque groupe de ressources (biomasse, minerais métalliques, minéraux et combustibles fossiles). Ainsi, si la part de la biomasse secondaire, disons du papier recyclé, dans le total des intrants de biomasse est de 1 %, alors la part du papier recyclé consommé du total de la biomasse consommée sera aussi de 1 %.
24. The Global Footprint Network. (2019). Ecological footprint explorer. Tiré du site: Web du Data Footprint Network
25. Circle Economy. (2020). The circularity gap report: Netherlands (p. 1-56). Amsterdam, Pays-Bas : Circle Economy. Tiré du site: Web du CGRi
26. Circle Economy. (n.d.). The power of countries to close the circularity gap: Why CGR countries? Tiré du site: Web du CGRi
27. Les éventuels écarts dans les chiffres sont dus à des arrondissements.
28. Régions de l'Exiobase : 43 pays et 5 régions du reste du monde; K. Stadler Wood R., Bulavskaya T., Sodersten C. J., Simas M., Schmidt S., Usubiaga A., Acosta-Fernandez J., Kuenen J., Bruckner M., Giljum S., Lutter S., Merciai S., Schmidt J. H., Theurl M. C., Plutzar C., Kastner T., Eisenmenger M., Erb K., de Koning A. et Tukker A. (2018) EXIOBASE 3: Developing a Time Series of Detailed Environmentally Extended Multi-Regional Input-Output Tables, Journal of Industrial Ecology vol. 22, no 3, p. 502-515. DOI : 10.1111/jiec.12715
29. The Observatory of Economic Complexity. (2021). Québec. Tiré du site: Web de l'OEC
30. J. Whitmore et Pineau P. (2021). État de l'énergie au Québec Édition 2021 (p. 1-65). Montréal, Canada : Chaire de gestion du secteur de l'énergie, HEC Montréal. Tiré du site: Web de la Chaire de gestion du secteur de l'énergie
31. T. O. Wiedmann, Schandl H., Lenzen M., Moran D., Suh S., West J. et Kanemoto K. (2015). The material footprint of nations. Proceedings of the national academy of sciences, vol. 112, no 20, p. 6271-6276.
32. Le Plan canadien pour les minéraux et les métaux. (n.d.). L'industrie minière au Canada. Tiré du site Web: sur le Plan canadien pour les minéraux et les métaux
33. Investissement Québec International. (n.d.). Mines : Une grande variété de métaux et de minéraux à votre portée Tiré du site Web: d'Investissement Québec international
34. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN). (2016). Tableau internet mines. Ville de Québec : MERN. Tiré du site Web: du MERN
35. Régions de l'Exiobase : 43 pays et 5 régions du reste du monde; K. Stadler Wood R., Bulavskaya T., Sodersten C. J., Simas M., Schmidt S., Usubiaga A., Acosta-Fernandez J., Kuenen J., Bruckner M., Giljum S., Lutter S., Merciai S., Schmidt J. H., Theurl M. C., Plutzar C., Kastner T., Eisenmenger M., Erb K., de Koning A. et Tukker A. (2018) EXIOBASE 3: Developing a Time Series of Detailed Environmentally Extended Multi-Regional Input-Output Tables, Journal of Industrial Ecology vol. 22, no 3, p. 502-515. DOI : 10.1111/jiec.12715
36. MERN. (2018). Investir dans le secteur minier du Québec (p. 1-50). Ville de Québec : MERN. Tiré du site: Web du MERN
37. Gouvernement du Québec. (2021). Mise en valeur des minéraux critiques et stratégiques au Québec. Tiré du site Web: du gouvernement du Québec
38. Les minéraux stratégiques aident le Québec à atteindre ses objectifs en matière d'économie plus durable, car ils servent à produire les technologies vertes – comme les panneaux solaires.
39. Ressources naturelles Canada (RNCan). (2018). Commerce des minéraux. Tiré du site Web: du RNCan
40. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). (n.d.). Québec : un territoire de forêts. Tiré du site Web: du MFFP
41. Neste. (3 décembre 2020). Quebec government invests $5.9M in wood-waste-to-biofuel project (en anglais seulement) Canadian Biomass. Tiré du site Web: de la revue Canadian Biomass Magazine
42. Commission européenne. (2008). Directive 2008/98/CE relative aux déchets (directive-cadre relative aux déchets). Tiré du site Web: de la Commission européenne
43. N. Bocken, de Pauw I., Bakker C. et van der Grinten B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. Journal of Industrial and Production Engineering vol. 33, no 5, p. 308-320. DOI :10.1080/21681015.2016.1172124
44. Source des données sur la masse : Exiobase 3.7, uniformisée pour le compte d'une même région, le Québec (création privée), chiffres fondés sur la consommation, année de référence : 2017.
45. Source des données sur la valeur : Exiobase 3.7, uniformisée pour le compte d'une même région, le Québec (élaboration autonome), chiffres fondés sur la production, année de référence : 2015.
46. Source des données sur le carbone : Compte des émissions de gaz à effets de serre (GES) par secteur, Québec, 2009-2018, chiffres fondés sur la production. Tiré du: Statistique Québec
47. Analyse autonome.
48. Institut de la statistique du Québec. (2020). Produit intérieur brut au prix de base par industrie, Québec, 1997-2019. Tiré du Statistique Québec
49. Gouvernement du Canada. (8 décembre 2020). Portrait sectoriel du Québec 2018-2020 : construction. Tiré du site Web: du gouvernement du Canada
50. FP Innovations. (24 novembre 2020). L'avenir de l'empreinte carbone de la construction durable au Québec [billet de blogue Web]. Tiré du site Web: de FP Innovations
51. Renseignements réunis pendant la table ronde entre Circle Economy et le comité aviseur de l'étude.

52. National Zero Waste Council. (2021). Waste prevention: The environmental and economic benefits for Canada (p. 1-92). Vancouver, Canada: National Zero Waste Council. Tiré du site Web: du NZWC

53. ArchDaily. (19 octobre 2020). Québec, Canada: The heart of mass timber construction (en anglais seulement). Tiré du site Web de ArchDaily

54. Potsdam Institute for Climate Impact Research. (27 janvier 2020). Buildings can become a global CO_2 sink if made out of wood instead of cement and steel (en anglais seulement). Tiré du site Web: du PIK

55. Moran, D., Wood, R., Hertwich, E., Mattson, K., Rodriguez, J. F., Schanes, K., & Barrett, J. (2020). Quantifying the potential for consumer-oriented policy to reduce European and foreign carbon emissions. Climate Policy, 20(sup1), S28-S38. doi:10.1080/14693062.2018.1551186

56. Donati, F., Aguilar-Hernandez, G. A., Sigüenza-Sánchez, C. P., de Koning, A., Rodrigues, J. F., & Tukker, A. (2020). Modeling the circular economy in environmentally extended input-output tables: Methods, software and case study. Resources, Conservation and Recycling, 152, 104508. doi:10.1016/j.resconrec.2019.104508

57. Hertwich, E., Ali, S., Ciacci, L., Fishman, T., Heeren, N., Masanet, E., Asghari, F., Olivetti, E., Pauliuk, S., Tu, Q., & Wolfram, P. (2019). Material efficiency strategies to reducing greenhouse gas emissions associated with buildings, vehicles, and electronics—a review. Environmental Research Letters, 14(4), 043004. doi:10.1088/1748-9326/ab0fe3

58. Ivanova, D., Barrett, J., Wiedenhofer, D., Macura, B., Callaghan, M., & Creutzig, F. (2020). Quantifying the potential for climate change mitigation of consumption options. Environmental Research Letters, 15(9), 093001. doi: 10.1088/1748-9326/ab8589

59. Vita, G., Lundström, J. R., Hertwich, E. G., Quist, J., Ivanova, D., Stadler, K., & Wood, R. (2019). The environmental impact of green consumption and sufficiency lifestyles scenarios in Europe: connecting local sustainability visions to global consequences. Ecological Economics, 164, 106322. doi:10.1016/j.Ecolecon.2019.05.002

60. Moran, D., Wood, R., Hertwich, E., Mattson, K., Rodriguez, J. F., Schanes, K., & Barrett, J. (2020). Quantifying the potential for consumer-oriented policy to reduce European and foreign carbon emissions. Climate Policy, 20(sup1), S28-S38. doi:10.1080/14693062.2018.1551186

61. Circle Economy. (2021). The circularity gap report 2021 (p. 46-47). Amsterdam: Circle Economy. Tiré du site Web: du CGRi

62. CBC News. (17 mai 2018). Montreal bails out local recycling plant hit hard by Chinese ban (en anglais seulement). CBC News. Tiré du site Web: de CBC News

63. Brunette, A. (16 juin 2018). This is what a recycling crisis in Quebec looks like (en anglais seulement). CBC News. Tiré du site Web de CBC News

64. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. (2021). Modernisation des systèmes québécois de consigne et de collecte sélective (p. 1-3, ébauche de projet de loi). Gouvernement du Québec. Tiré du site Web: du MELCC

65. Elliot, T. (31 juillet 2019). These are all the major companies in Quebec that are banning single-use plastics [billet de blogue] (en anglais seulement). Tiré du: MTL Blog

66. Wood, R., Moran, D., Stadler, K., Ivanova, D., Steen-Olsen, K., Tisserant, A., & Hertwich, E. (2018). Prioritizing consumption-based carbon policy based on the evaluation of mitigation potential using input-output methods. Journal of Industrial Ecology, 22(3), 540-552. doi:10.1111/jiec.12702

67. ArchDaily. (2020). Québec, Canada: The heart of mass timber construction (en anglais seulement). Tiré du site Web: de ArchDaily

68. Québec Cité, Information touristique. (n.d.). Bâtiment vert et intelligent Tiré du site Web: de Québec Cité

69. Conseil du patronat du Québec, Conseil Patronal de l'Environnement du Québec et Éco Entreprises Québec. (2018). Circular economy in Quebec: economic opportunities and impacts [p. 1-77] (en anglais seulement). Montréal, Canada : Conseil du patronat du Québec. Tiré du site Web: du CPQ

70. L'Union des producteurs agricoles (UPA) (s.d.). L'agriculture en chiffres. Tiré du site Web: de l'UPA

71. OEC (s.d.) Québec. Tiré du site Web: de l'OEC

72. Brassard, D., Laramée, C., Corneau, L., Bégin, C., Bélanger, M., Bouchard, L., Couillard, C., Desroches, S., Houle, J., Langlois, M., Provencher, V., Rabasa-Lhoret, R., Vhol, M., Robitaille, J., Lemieux, S., Lamarche, B. (2018). Poor adherence to dietary guidelines among French-speaking adults in the province of Quebec, Canada: The PREDISE study. Canadian Journal of Cardiology, 34(12), 1665-1673. doi:10.1016/j.cjca.2018.09.006

73. Gouvernement du Québec (2020). Agir, pour une agriculture durable : Plan 2020-2030 (p. 1-38). Québec : Gouvernement du Québec. Tiré du site Web: de CDN Contenu Québec

74. Environnement et Changement climatique Canada (2019). Bilan des activités : Réduire la perte et le gaspillage alimentaire au Canada (p. 1-40). Ottawa : Environnement et Changement climatique Canada. Tiré du site Web: du gouvernement du Canada

75. O'Hare, J. (14 mars 2017). Over 600 supermarkets in Quebec are giving extra food to food banks.Global Citizen. Tiré du site Web: de Global Citizen

76. Environnement et Changement climatique Canada (2019). Bilan des activités : Réduire la perte et le gaspillage alimentaire au Canada (p. 1-40). Ottawa : Environnement et Changement climatique Canada. Tiré du site Web: du gouvernement du Canada

77. Remarque : Notre modèle ne tient pas compte de la réduction de la taille des troupeaux, il prévoit plutôt un remplacement complet des intrants alimentaires par des flux de résidus organiques. Toutefois, les chiffres ne le reflètent pas de façon significative.

78. Commission sur l'avenir de l'agriculture et de l'agroalimentaire québécois (CAAAQ) (2007). Agriculture et agroalimentaire : choisir l'avenir (p. 1-50). Québec : CAAAQ. Tiré du site Web: de la CAAAQ

79. J'aime manger, pas gaspiller Canada (s.d.). Tiré du site Web: « J'aime manger, pas gaspiller »

80. Conseil du recyclage de l'Ontario (2019). Circular procurement summit: Advancing the circular economy through public sector purchasing. Tiré du site Web: du CRO

81. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) (s.d.). La Loi sur le développement durable. Tiré du site Web: du gouvernement du Québec

82. Espace québécois de concertation sur les pratiques d'approvisionnement responsable (ECPAR) (2018). Marchés publics. Tiré du site Web: de l'ECPAR

83. Gouvernement du Québec (2009). Politique administrative pour un gouvernement écoresponsable (p. 1-5). Québec : Gouvernement de Québec. Tiré du site Web: du MELCC

84. Archello (s.d.). Municipal office Veno. Tiré du site Web: d'Archello

85. Sargeant, T. (3 juillet 2020). Quebec government to spend $1.2B to manage organic waste, environment minister says. Global News. Tiré du site Web: de Global News

86. Personnel de Construction & Demolition Recycling (CDR) (30 novembre 2015). Researchers in Quebec to study recycled glass in roads. Construction & Demolition Recycling. Tiré du site Web: de CDR

87. Leavitt, S. (4 janvier 2016). Recycled glass mixed with asphalt may be solution to pothole woes. CBC News. Tiré du site Web: de CBC News

88. Manufacturing. (s.d.). Dans Britannica. Tiré du site Web: de Britannica

89. Collège George Brown (23 février 2021). Where are Canada's manufacturing hotspots? Tiré du site Web: du Collège George Brown

90. Collège George Brown. (23 février 2021). Where are Canada's manufacturing hotspots? Tiré du site Web du Collège George Brown

91. Mendez-Leblond, S. (2020). Bulletin manufacturier : Les destinations des biens fabriqués au Québec (p. 1-10, bulletin no 17). Québec : Institut de la statistique du Québec. Tiré du site Web de Statistique Québec

92. Serebrin, J. (5 janvier 2021). Quebec manufacturing and construction sectors warn against new COVID-19 lockdowns. CTV News. Tiré du site Web: de CTV News

93. Circle Economy (2021). The Circularity Gap Report 2021 (p. 20-21). Amsterdam : Circle Economy. Tiré du site Web: de CGRi

94. Statistique Canada (s.d.). Immatriculations de véhicules, par type de véhicule : Québec, 2015 à 2019. DOI : https://doi.org/10.25318/2310006701-fra

95. Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) (2018). Déplacements domicile-travail dans le grand Montréal: Faible progression du transport durable depuis 2001 (p. 1-8). Montréal : CMM. Tiré du site Web: de la CMM

96. Statistique Canada (2017). Recensement en bref : Navetteurs utilisant le transport durable dans les régions métropolitaines de recensement. Tiré du site Web: de Statistique Canada

97. Direction générale de la Politique de mobilité durable et de l'Électrification (2018). Transporter le Québec vers la modernité : Politique de mobilité durable – 2030 (p. 1-21). Québec : Gouvernement du Québec, ministère des Transports. Tiré du site Web: du ministère des Transports

98. La Route verte (s.d.). Allez-y, c'est vert! Tiré du site Web de la Route verte

99. Affaires mondiales Canada (2018). Investir au Canada : Avantages concurrentiels du Canada. Secteur de l'automobile (p. 1-6). Ottawa : Affaires mondiales Canada. Tiré du site Web: du gouvernement du Canada – International

100. Investissement Québec International (s.d.). Secteurs d'activité – Aérospatiale. Tiré du site Web d'Investissement Québec

101. Tremblay, M. (2019). Politique de mobilité durable – 2030 : Transporter le Québec vers la modernité. 26e congrès mondial de la route. Abou Dhabi (Émirats arabes) : Association mondiale de la Route. Tiré du site Web: du Transportation Research Board

102. Direction générale de la Politique de mobilité durable et de l'électrification (2018). Transporter le Québec vers la modernité : Politique de mobilité durable – 2030 (p. 1-21). Québec : Gouvernement du Québec, ministère des Transports. Tiré du site Web: du ministère des Transports

103. Ministère des Transports (s.d.). Électrification des transports. Tiré du site Web: du ministère des Transports

104. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2020). Le gouvernement du Québec lance le Plan pour une économie verte 2030 (communiqué de presse). Tiré du site Web du MELCC

105. Morris, D. (13 mars 2016). Today's cars are parked 95% of the time. Fortune. Tiré du site Web: de Fortune

106. Carrico, A., & Riemer, M. (2011). Motivating energy conservation in the workplace: An evaluation of the use of group-level feedback and peer education. Journal of Environmental Psychology, 31(1), 1-13. DOI :10.1016/j.jenvp.2010.11.004

107. Global Workplace Analytics (2020). Work-at-home after covid-19—our forecast. Tiré du site Web: de Global Workplace Analytics

108. Vita, G., Lundström, J. R., Hertwich, E. G., Quist, J., Ivanova, D., Stadler, K., & Wood, R. (2019). The environmental impact of green consumption and sufficiency lifestyles scenarios in Europe: connecting local sustainability visions to global consequences. Ecological Economics, 164, 106322. DOI : 10.1016/j.ecolecon.2019.05.002

109. Wood, R., Moran, D., Stadler, K., Ivanova, D., Steen-Olsen, K., Tisserant, A., & Hertwich, E. (2018). Prioritizing consumption-based carbon policy based on the evaluation of mitigation potential using input-output methods. Journal of Industrial Ecology, 22(3), 540-552. doi:10.1111/jiec.12702

110. Hertwich, E., Ali, S., Ciacci, L., Fishman, T., Heeren, N., Masanet, E., Asghari, F., Olivetti, E., Pauliuk, S., Tu, Q. et Wolfram, P. (2019). Material efficiency strategies to reducing greenhouse gas emissions associated with buildings, vehicles, and electronics—a review. Environmental Research Letters, 14(4), 043004. DOI : 10.1088/1748-9326/ab0fe3

111. Lampert, A. (16 novembre 2020). Quebec to ban sale of new gasoline-powered cars from 2035. Reuters. Tiré du site Web: de Reuters

112. Circle Economy (2021). The Circularity Gap Report 2021 (p. 46-47). Amsterdam : Circle Economy. Tiré du site Web: de CGRi

113. Institut de la statistique du Québec (2020). Produit intérieur brut aux prix de base par industrie, Québec, 1997-2019. Tiré du site Web: de Statistique Québec

114. CAA Québec (s.d.). Communauto : Jusqu'à 40 $ de rabais sur les formules d'abonnement. Tiré du site Web: de CAA Québec

115. Viviani, M., Caron, E. et Létourneau, A. (19 février 2007). Première étude sur l'autopartage au Québec : 168 000 tonnes de CO_2 par année en moins grâce à l'autopartage [communiqué de presse]. Tiré des archives de Communauto

116. Rompre, S. (31 mai 2019). Most of electric cars' batteries will be recycled, Quebec consortium promises. CTV News. Tiré du site Web: de CTV News

117. Lithion (s.d.). Enfin une solution performante et durable pour le recyclage des batteries lithium-ion. Tiré du site Web: de Lithion

118. Circle Economy (2021). The Circularity Gap Report 2021 (p. 46-47). Amsterdam : Circle Economy. Tiré du site Web: de CGRi

REMERCIEMENTS

Circle Economy et RECYC-QUÉBEC tiennent à remercier les auteurs, les contributeurs et les répondants pour leur contribution à la préparation du Rapport sur l'indice de circularité de l'économie du Québec. La participation des auteurs, des contributeurs et des répondants s'est faite à titre individuel. Leur affiliation n'est mentionnée qu'aux fins d'identification.

PRINCIPAUX AUTEURS
Laxmi Haigh (Circle Economy), Alex Colloricchio (Circle Economy), Caspar von Daniels (Circle Economy)

AUTEURS COLLABORATEURS
Ana Birliga Sutherland (Circle Economy), Matthew Fraser (Circle Economy), Marc de Wit (Circle Economy), Nanna Morgenroth (Circle Economy), Etienne Angers (RECYC-QUÉBEC)

CONTRIBUTEURS
Benoit Delage (Regroupement national des conseils régionaux de l'environnement du Québec), Brigitte Geoffroy (RECYC-QUÉBEC), Caroline Chamberland (Lion Électrique), Claude Maheux-Picard (Centre de transfert technologique en écologie industrielle), Daniel Normandin (Centre d'études et de recherches intersectorielles en économie circulaire), Dimitri Tsingakis (Conseil patronal de l'environnement du Québec) , Élodie Prian (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques), Gabriel Arguin (Cascades Canada ULC), Hélène Gervais (RECYC-QUÉBEC), Hélène Lauzon (Conseil patronal de l'environnement du Québec), Isabelle Moïse (RECYC-QUÉBEC), Laura Cicciarelli (Chantier de l'économie sociale), Léa St-Pierre (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques), Lise Grenier (Ministère de l'Économie et de l'Innovation), Marie-Hélène Côté (Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles), Maude Ste-Onge (Regroupement national des conseils régionaux de l'environnement du Québec), Natacha Beauchesne (Ville de Montréal), Sophie Langlois-Blouin (RECYC-QUÉBEC)

CONSEIL CONSULTATIF SCIENTIFIQUE
François Saunier (Centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services), Jean-François Rioux (Institut de la statistique du Québec), Johanne Whitmore (Chaire de gestion du secteur de l'énergie, HEC Montréal), Sophie Brehain (Institut de la statistique du Québec).

COMMUNICATION
Melanie Wijnands (Circle Economy), Ana Birliga Sutherland (Circle Economy), Lena Bäunker (Circle Economy)

CONCEPTION ET MISE EN PAGE
Nicolas Raspail (Circle Economy), Alexandru Grigoras (Circle Economy), Inge ter Laak (Circle Economy)

Version 1.0 (Mai 2021)
Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution – Partage dans les mêmes conditions 4.0 International.



circularity-gap.world