

ÉCONOMIE CIRCULAIRE AU QUÉBEC

OPPORTUNITÉS ET IMPACTS ÉCONOMIQUES

MARS 2018

CPQ
S'ALLIER POUR LA PROSPÉRITÉ

cpeq
Le développement durable en entreprise

eeq
Éco Entreprises Québec

Remerciements

Ce rapport est le fruit d'une démarche concertée et menée conjointement par le Conseil du patronat du Québec (CPQ), le Conseil Patronal de l'Environnement du Québec (CPEQ) et Éco Entreprises Québec (ÉEQ). Le CPQ tient à remercier ces deux organisations pour leur collaboration essentielle et tient à souligner leur engagement incomparable dans l'implantation du développement durable, au bénéfice de la prospérité du Québec.

Le CPQ tient également à remercier Éco Entreprises Québec (ÉEQ) pour son appui financier à l'ensemble de la démarche.

Enfin, le CPQ veut remercier l'équipe de recherche du Groupe de recherche en Gestion et mondialisation de la technologie de Polytechnique Montréal (GMT) et l' l'Institut de l'environnement, du développement durable et de l'économie circulaire du campus de l'Université de Montréal (I-EDDEC) pour la qualité du travail accompli :

Sarah Teigeiro, M.Ing, auxiliaire de recherche, Groupe GMT, Polytechnique Montréal

Laurence Solar-Pelletier, Ph.D., coordonnatrice, Groupe GMT, Polytechnique Montréal

Sophie Bernard, Ph.D., professeure, Groupe GMT, Polytechnique Montréal, fellow CIRANO

Marcelin Joanis, Ph.D., professeur et directeur Groupe GMT, Polytechnique Montréal, Vice-président Recherche, CIRANO

Daniel Normandin, M.Sc., MBA, directeur exécutif, Institut EDDEC

Avec la collaboration d'**Yves Richelle**, Ph.D., directeur général, Daméco

PRÉAMBULE

Le Groupe de recherche en Gestion et mondialisation de la technologie de Polytechnique (GMT), en collaboration avec l'Institut de l'environnement, du développement durable et de l'économie circulaire de l'Université de Montréal (I-EDDEC), a réalisé, dans le cadre du mandat que lui ont confié le Conseil du patronat du Québec (CPQ), le Conseil Patronal de l'Environnement du Québec (CPEQ) et Éco Entreprises Québec (ÉEQ), une étude sur l'économie circulaire au Québec.

L'objectif était de faire une recension de la littérature scientifique et grise afin d'identifier les retombées économiques et environnementales de l'économie circulaire, ainsi que les différents freins et les leviers législatifs pouvant aider à opérer la transition vers une économie circulaire. Cinq entreprises actives en économie circulaire au Québec ont fait l'objet d'une étude de cas. Une étude préliminaire permettant de cerner des secteurs économiques québécois à fort potentiel a également été effectuée.

Le présent rapport porte donc sur la première étude québécoise d'envergure en économie circulaire et représente la première étape d'un projet de recherche divisé en deux temps. Cette première étape a permis d'identifier des secteurs économiques québécois à fort potentiel de circularité. La seconde étape de la recherche permettra de préciser les résultats à l'aide d'études macroéconomiques.

TABLE DES MATIÈRES

1	**INTRODUCTION À L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE**	**13**
1.1	Quelques stratégies de l'économie circulaire	15
1.2	Mécanismes et outils de mise en œuvre de l'économie circulaire	17
2	**RETOMBÉES, FREINS ET LEVIERS DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE**	**19**
2.1	Retombées potentielles	19
2.1.1	Retombées environnementales	20
2.1.2	Retombées économiques	23
2.1.3	Effets rebonds	26
2.2	Freins et leviers : rôle des politiques publiques	27
2.2.1	Politiques favorisant l'économie circulaire	27
2.2.2	Règlementation	29
2.2.3	Fiscalité	31
2.2.4	Soutien et financement	32
2.3	Autres freins et leviers	33
2.3.1	Freins et leviers technologiques	33
2.3.2	Freins et leviers économiques	34
2.3.3	Freins et leviers sociaux	36
3	**ÉCONOMIE CIRCULAIRE AU QUÉBEC**	**37**
3.1	Politiques liées à l'économie circulaire	37
3.1.1	Règlementation	37
3.2	Identification des secteurs à fort potentiel	41
3.3	Études de cas d'organisations actives en économie circulaire au Québec	43
3.3.1	Recyclage : Soleno & Soleno	43
3.3.2	Réusinage et reconditionnement : Piscines et Spas Poséidon	45
3.3.3	Économie de fonctionnalité : AutoPartage	47
3.3.4	Symbiose industrielle : le CTTÉI	49
3.3.5	Économie collaborative : La Remise	51
3.3.6	Quelques constats tirés des études de cas	53
4	**CONCLUSION**	**55**
5	**ANNEXES**	**57**
5.1	Schéma d'économie circulaire	57
5.2	Proposition d'implantation d'économie circulaire	57
5.3	Recensement des politiques québécoises	59
5.4	Freins et leviers (autres que politiques publiques)	60
5.4.1	Freins et leviers technologiques	60
5.4.2	Freins et leviers économiques	61
5.4.3	Freins et leviers sociaux	62
5.5	Recensement d'études sur les retombées de l'économie circulaire	65
6	**BIBLIOGRAPHIE**	**70**

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Schéma de l'économie circulaire (Institut EDDEC)	14
Figure 2	Schéma de l'économie circulaire selon la Fondation Ellen MacArthur [96]	57
Figure 3	Proposition d'implantation d'économie circulaire par une approche descendante et ascendante [5]	58

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Nombre d'études recensées par secteurs industriels (international)	20
Tableau 2	Stratégies d'économie circulaire dans quatre pays	27
Tableau 3	Règlementation, fiscalité et autres leviers à disposition des gouvernements pour stimuler l'ÉC	28
Tableau 4	Secteurs d'activité à fort potentiel au Québec	42
Tableau 5	Recensement d'études sur les retombées de l'économie circulaire	63

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

ACV	Analyse de cycle de vie
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
BREFs	Best Available Techniques References Document
CIRAIG	Centre international de référence sur le cycle de vie de produits, procédés et services
CTTEI	Centre de transfert technologique en écologie industrielle
DEEE	Déchets d'équipements électroniques et électriques
DIY	Do It Yourself
ÉC	Économie circulaire
EDDEC	Institut de l'environnement, du développement durable et de l'économie circulaire
ÉÉQ	Éco Entreprises Québec
GES	Gaz à effet de serre
JIS	Japanese Industrial Standards
CPQ	Conseil du patronat du Québec
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LQE	Loi sur la qualité de l'environnement (Québec)
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
NASA	National Aeronautics and Space Administration
REP	Responsabilité élargie des producteurs
PEHD	Polyéthylène haute densité
PIB	Produit intérieur brut
PS	Polystyrène
PQGMP	Politique québécoise de gestion des matières résiduelles
REACH	Enregistrement, évaluation, autorisation, restriction de substances chimiques de l'anglais Registration, Evaluation, Authorization and restriction of Chemicals
RoHS	Directive européenne qui vise à limiter l'utilisation de substances dangereuses de l'anglais Restriction of Hazardous Substances
SPEDE	Système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre
UE	Union européenne
TVA	Taxe à la valeur ajoutée
VFV	Véhicules en fin de vie
WCI	Western Climate Initiative
3R	Réduction, réutilisation, recyclage
3RV-E	Réduction, réutilisation, recyclage, valorisation, élimination

SOMMAIRE

L'impact négatif de l'activité humaine sur l'environnement fait consensus et la communauté internationale a adopté diverses mesures, tel l'Accord de Paris, pour en minimiser les conséquences à moyen et à long terme. En Europe et en Asie notamment, le concept d'économie circulaire (ÉC) a pris de plus en plus d'ampleur face à cet enjeu. Tout en appelant à une transformation des modèles d'affaires, l'ÉC vise une efficacité accrue dans l'utilisation des ressources et la réduction des matières résiduelles. Le présent rapport fait une recension de la documentation sur le sujet, et identifie des freins et des leviers pouvant agir sur la transition vers une économie circularisée, dont il met également en évidence certaines retombées potentielles. Pour le Québec, quelques secteurs à fort potentiel de circularisation sont mis en évidence, ainsi que cinq études de cas d'organisations qui offrent déjà des produits et services s'inscrivant dans une économie circulaire.

La définition de l'ÉC retenue ici est celle du Pôle d'action québécois sur l'économie circulaire :

> ***L'économie circulaire est un système de production, d'échange et de consommation visant à optimiser l'utilisation des ressources à toutes les étapes du cycle de vie d'un bien ou d'un service, dans une logique circulaire, tout en réduisant l'empreinte environnementale et en contribuant au bien-être des individus et des collectivités [1].***

Diverses stratégies, mécanismes et outils peuvent être adoptés pour développer une économie circulaire. Ils s'intègrent à toutes les étapes du processus de production et reposent, entre autres, sur les 3R : la réduction à la source, la réutilisation et le recyclage.

De nombreux outils et stratégies existant déjà de façon isolée peuvent être intégrés de façon cohérente dans une ÉC. Cinq de ces stratégies économiques sont présentées dans ce rapport. L'économie de fonctionnalité repose sur la vente de l'usage d'un produit plutôt que du produit lui-même, souvent dans des secteurs économiques qui vendaient auparavant ce produit. L'économie **collaborative** est basée sur de nouvelles formes d'organisation du travail et des échanges, suivant le principe de la mutualisation des biens. Elle s'appuie généralement sur l'usage d'une plateforme numérique qui permet aux consommateurs et aux producteurs d'entrer directement en contact – et d'interchanger leurs rôles selon les produits et services offerts. Le **reconditionnement,** le **réusinage** et la **réparation** consistent à remettre en usage des produits, ou des composantes de produits, pour leur donner une seconde vie.

La **symbiose industrielle** rassemble les entreprises d'une même zone industrielle, où les résidus de l'une deviennent les intrants d'une autre. Mieux connu, le **recyclage** comprend un ensemble d'opérations de transformation des matières recyclables récupérées dans le but d'être réintroduites dans un nouveau cycle de production.

L'ÉC intègre également divers outils, dont certains constituent des méthodes de quantification des flux de matières ou des méthodes d'analyse d'impacts, alors que d'autres s'intéressent davantage au processus de développement de produit. Dans le premier cas, l'**analyse entrée-sortie** permet de quantifier les ressources qui circulent sur un territoire donné, alors que l'**analyse de cycle de vie (ACV**) considère un ensemble d'éléments environnementaux, sociaux, de coûts et d'impacts potentiels d'un produit, d'un service ou d'un processus, sur l'ensemble du cycle de vie. Dans le deuxième cas, l'écoconception prend en compte les aspects environnementaux dès la conception d'un produit, et vise à réduire les impacts négatifs tout au long de la vie du produit. Enfin, la **logistique inverse** *(reverse supply chain*) a pour objet de gérer et optimiser les flux provenant du consommateur en direction du fabricant et des maillons intermédiaires de la chaîne de valeur.

RETOMBÉES POTENTIELLES

Les retombées potentielles de l'ÉC demeurent assez méconnues. La grande majorité des études recensées font ressortir les effets économiques et environnementaux bénéfiques potentiels de l'économie circulaire.

Les **retombées environnementales** de l'ÉC incluent la réduction des impacts environnementaux de l'activité humaine. Les études menées sur le sujet se sont concentrées plus particulièrement sur la réduction des gaz à effet de serre (GES), notamment par la gestion des matières résiduelles. Dans l'ensemble, les études montrent qu'il peut y avoir une diminution des GES de plusieurs points de pourcentage selon les scénarios étudiés. L'optimisation de l'utilisation des ressources – primaires comme secondaires – pourra aussi réduire la consommation d'eau, d'énergie, d'engrais ainsi que les besoins en extraction de matières premières vierges.

Les études sur les **retombées économiques** se sont intéressées plus particulièrement à l'impact de l'ÉC sur l'emploi et l'activité économique. La majorité des études démontrent qu'une économie circularisée peut accroître le PIB et entraîner la création de nombreux emplois, ce qui compenserait les pertes que connaîtraient certains secteurs plus traditionnels. En outre, la réduction du gaspillage des ressources et l'adoption de nouvelles façons de consommer pourrait faire économiser beaucoup aux particuliers comme aux entreprises.

Toutefois, si l'efficacité accrue des ressources dans une économie circulaire permet l'accroissement du PIB, cette croissance peut provoquer un **effet rebond**. Un tel effet se manifeste lorsque les gains en termes d'*efficacité matière* sont annulés parce qu'ils entraînent une croissance de la consommation et des impacts environnementaux.

FREINS ET LEVIERS : RÔLE DES POLITIQUES PUBLIQUES

Les politiques et les outils économiques peuvent être regroupés en trois grandes catégories : règlementation, fiscalité et appui gouvernemental. Le tout est résumé dans le tableau qui suit.

Règlementation, fiscalité et autres leviers à disposition des gouvernements pour stimuler l'économie circulaire

Règlementation	Règlementation de fin de vie	Gestion des matières résiduelles	► À l'aide de l'approche du cycle de vie ► Interdiction des lieux d'enfouissement ou d'incinération ► Interdiction d'exportation de matières résiduelles
		Efficacité des ressources	► Réutilisation et recyclage ► Traitement des matières biodégradables ► Élimination/réduction des engrais chimiques ► Gestion de l'eau ► Responsabilité élargie des producteurs (REP)
	Gestion environnementale	Production industrielle	► Amélioration des processus, des produits et des services
		Substances dangereuses	► Réduction de l'utilisation ► Accroissement du contrôle
		Ressources renouvelables	► Augmentation des sources d'énergies renouvelables ► Efficacité énergétique
	Standards	Écoconception	► Fixation d'exigences minimales
		Étiquetage	► Validation de l'origine des produits
		Normes	► Garantie de qualité minimale
	Politiques d'achat	Approvisionnement gouvernemental	► Achats basés sur une politique d'approvisionnement responsable, ou vert, par les instances gouvernementales
Fiscalité	Mesures fiscales	Gestion des matières résiduelles	► Responsabilité élargie des producteurs (REP) ► Responsabilité élargie du consommateur ► Marché du carbone
		Taxation	► Taxe à l'enfouissement ► Écofiscalité (ex. taxation des ressources non renouvelables)
Appui gouvernemental	Soutien et financement	Information	► Identification des meilleures pratiques ► Sensibilisation auprès des parties prenantes
		Financement	► Financement direct ► Aide à la recherche de financement ► Soutien à la recherche et au développement ► Bourses de matières résiduelles

Le gouvernement, par sa **règlementation**, influence directement la façon dont les matières résiduelles sont gérées. La *règlementation de fin de vie* vise, à priori, à éviter l'élimination des matières résiduelles ou leur réduction aux lieux d'élimination; dans certains cas, elle promeut leur réutilisation comme source de matière première ou leur bannissement. L'ensemble des politiques des pays étudiés ciblent des secteurs d'activité précis, dont les plus courants sont les résidus de construction, de rénovation, de démolition et les résidus alimentaires, qui ont de forts potentiels de valorisation. Les politiques d'efficacité des ressources contribuent à l'ensemble des efforts en fin de vie, et misent essentiellement sur la réutilisation et le recyclage.

La *gestion environnementale* prend différentes formes et mesures au sein des systèmes et processus industriels. La législation sur la production industrielle contribue à réduire l'impact environnemental de la production. Au chapitre des matières dangereuses, l'Europe a mis en place une règlementation (REACH) pour les contrôler dès la conception du produit. Dans un effort international pour contrer le réchauffement climatique, de nombreux états favorisent le développement d'énergies renouvelables propres, ainsi que l'efficacité énergétique.

Les *standards* constituent des formes d'assurance de qualité ou de conformité et peuvent être soutenus par les gouvernements. Par exemple, l'Union européenne a adopté une directive sur l'écoconception. L'étiquetage et les normes contribuent à informer les consommateurs, et servent d'outils de communication et de différenciation de produits. Enfin, les *politiques d'achat public* qui exigent que certains achats soient faits en respectant une série de critères environnementaux contribuent à l'implantation de l'ÉC. Des politiques d'achat responsable sont appliquées par les gouvernements japonais, taiwanais, sud-coréen, malaisien et étatsunien.

En plus de la règlementation, les gouvernements peuvent recourir à certaines **mesures fiscales** qui, entre autres effets, imposeront un coût aux externalités associées à l'exploitation des ressources. En ce qui touche à la *gestion des matières résiduelles,* le concept de la responsabilité élargie des producteurs (REP) s'appuie sur le principe du pollueur-payeur et attribue la responsabilité de l'impact environnemental de la fin de vie des produits aux producteurs ou vendeurs, tout en encourageant la réduction des matières résiduelles. De son côté, le système de tarification incitative responsabilise les consommateurs par l'imposition d'un tarif sur les matières résiduelles en fonction du poids ou du volume. Quant aux marchés du carbone, ils permettent la négociation et l'échange de droits d'émission de GES. L'appel à une *taxation* des matières résiduelles destinées aux lieux d'élimination est perçu comme un incitatif à la réduction des résidus, au recyclage, à la réutilisation et à la revalorisation, ce qui favorise ainsi le développement de nouveaux produits et services.

Enfin, **le soutien et le financement** gouvernemental agit comme levier, par exemple pour informer des publics cibles sur l'ÉC. Ainsi, en réduisant les risques et en rassurant les investisseurs de la viabilité de la transition, l'appui des gouvernements se trouve au cœur de la réussite de la transition vers une ÉC.

AUTRES FREINS ET LEVIERS

D'autres freins et leviers indépendants des politiques gouvernementales peuvent agir sur la transition vers une économie circulaire. Ils sont de nature technologique, économique et sociale.

La **technologie** est à la fois un levier et un frein à l'ÉC. Différentes innovations ont déjà pris forme, notamment en ce qui a trait à des utilisations plus durables de produits. Toutefois, il n'est pas possible de recycler à 100 %, en raison de l'énergie requise et des coûts inhérents. De plus, les flux de matériaux et d'énergie circulent au-delà des frontières géographiques et

sont susceptibles d'entraîner des problèmes de déplacement difficiles à évaluer à priori. Par ailleurs, l'impact de certaines technologies n'est observable qu'à long terme.

D'un point de vue économique, certaines modifications et révisions des modèles d'affaires actuels sont nécessaires. Par exemple, l'économie de fonctionnalité permet de prolonger la durée de vie des biens, mais elle remet en question le modèle d'affaires de nombreuses entreprises. Pour celles-ci, la gestion de la transition peut soulever des défis de taille. Le manque d'information et de capacité à faire des projections peut également poser obstacle, car il rend difficile l'évaluation de la rentabilité des investissements à moyen et à long terme. Une autre limite est induite par l'effet de blocage (*lock-in*) et du sentier dépendant (*path dependency)* – le marché ne retiendra pas nécessairement la solution la meilleure, mais celle qui correspondra le mieux aux infrastructures existantes.

Sur le plan **social**, un changement de mentalité est nécessaire dans toutes les sphères, des politiciens aux entreprises, en passant par les consommateurs.

ÉCONOMIE CIRCULAIRE AU QUÉBEC

La législation au Québec regroupe certaines pratiques qui s'intègrent à l'ÉC. Néanmoins, le gouvernement s'est doté de la Stratégie gouvernementale de développement durable 2015-2020, qui intègre la notion d'économie circulaire et oriente l'administration publique vers une économie verte en identifiant des objectifs de lutte contre les changements climatiques.

Une étude préliminaire des secteurs à fort potentiel de circularisation au Québec met en évidence que les secteurs les plus prometteurs sont notamment l'agroalimentaire et l'énergie, qui représentent tous deux une valeur d'utilisation (production et consommation) importante des industries dans le PIB. Les secteurs de l'énergie et de la production de métaux sont aussi à considérer. Ces données correspondent aux conclusions des études sur les retombées de l'ÉC qui se sont particulièrement concentrées sur ces secteurs industriels.

Des organisations québécoises en pleine croissance sont déjà actives dans les cinq stratégies de l'ÉC nommées plus haut. Cinq d'entre elles ont été rencontrées et font l'objet d'études de cas. Selon les intervenants rencontrés, la tendance actuelle est à la réduction de l'empreinte environnementale, que ce soit par le recyclage, la réduction des matières résiduelles ou le partage des biens. La transition n'est pas nécessairement facile et elle exige de repenser l'offre de produits et services.

CONCLUSION

De plus en plus de pays se tournent vers l'économie circulaire afin d'atténuer l'impact de l'activité humaine sur l'environnement. À cet effet, les différentes instances gouvernementales disposent de divers outils législatifs et fiscaux pour inciter et faciliter la transition vers une économie circulaire. Quelques-uns d'entre eux ont été mis en évidence dans ce rapport.

La transition vers l'économie circulaire n'est pas synonyme de recul de l'activité économique. Au contraire, les études recensées démontrent qu'en plus de réduire l'impact environnemental, l'économe circulaire a le potentiel d'accroître le nombre d'emplois, de pousser à la hausse le PIB et de favoriser le développement de nouveaux marchés. Toutefois, les entreprises sont appelées à repenser leur modèle d'affaires et leur mode de production. C'est ce qu'ont fait par exemple Xerox et Michelin en ajoutant la vente de services d'accès à leurs produits à la vente des produits eux-mêmes. En fait, dans le cadre de cette transformation, de nombreuses occasions d'affaires s'offrent aux entreprises.

L'ensemble du travail effectué dans le cadre du présent rapport conduit aux recommandations ci-dessous, articulées autour de deux volets : l'approfondissement des connaissances d'une part, l'accompagnement des entreprises, d'autre part.

L'approfondissement des connaissances :

1. L'économie circulaire étant une approche naissante, il reste encore beaucoup de recherche fondamentale et appliquée à y consacrer pour s'assurer qu'une transition puisse se faire tout en générant les bénéfices qui en sont attendus. À titre d'exemple, l'Union européenne entend consacrer un milliard d'euros en recherche et innovation en économie circulaire sur l'horizon 2018-2020 [97].

2. Les secteurs à fort potentiel de circularisation identifiés dans le cadre de cette étude l'ont été essentiellement sur la base d'une revue de la littérature internationale. Cette analyse mériterait d'être approfondie en appliquant les méthodologies avancées décrites dans ce rapport. Une meilleure compréhension des caractéristiques propres au Québec facilitera le choix des stratégies et des secteurs à privilégier.

3. Les retombées économiques potentielles d'une transition vers une économie circulaire décrites dans le présent rapport sont également le fruit d'une revue de la littérature internationale. Une modélisation pour le Québec, à partir de données spécifiques, serait essentielle afin de mieux prédire les retombées nationales en matière, par exemple, de croissance du PIB, de création d'emplois et de réduction des gaz à effet de serre.

L'accompagnement du marché et des entreprises :

4. L'économie circulaire étant encore peu connue des acteurs du marché (entreprises, donneurs d'ouvrage, législateurs, etc.) et de la société en général au Québec, une vaste campagne de sensibilisation et des programmes de formation ciblés seraient nécessaires pour assurer la participation de ces mêmes acteurs à une transition vers une économie circulaire.

5. La transition vers une économie circulaire devrait être accompagnée de programmes d'aide, d'incitatifs, d'une fiscalité appropriée et d'une législation favorable pour qu'elle puisse s'effectuer pleinement et parvenir à stimuler davantage d'investissements publics et privés. Plusieurs initiatives européennes et asiatiques pourraient servir d'inspiration à de futures initiatives québécoises en ce sens.

6. L'économie circulaire dispose d'un fort potentiel entrepreneurial, autant qu'elle peut concourir à des gains de productivité, d'efficacité et de rentabilité, en plus de stimuler la recherche d'innovation. Le recours à l'économie circulaire dans les modèles d'affaires et les procédés, pour s'amplifier, devrait donc pouvoir compter sur le développement de stratégies, d'outils d'analyse et de solutions financières et réglementaires permettant d'identifier les flux de matières à potentiel, ainsi que de leur trouver de nouvelles utilisations et débouchées commerciales.

1 INTRODUCTION À L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

L'impact négatif de l'activité humaine sur l'environnement fait consensus et la communauté internationale a adopté diverses mesures, tel l'Accord de Paris, afin d'en minimiser les conséquences à moyen et à long terme. Plusieurs stratégies sont mises de l'avant pour faire face à cet enjeu et, depuis quelques années, le concept d'économie circulaire prend de plus en plus d'ampleur, notamment en Europe et en Asie, et plus particulièrement en Chine et au Japon. L'économie circulaire est présentée comme solution de rechange à l'économie dite « linéaire », dominante à l'heure actuelle (moins de 10 % des flux de matières seraient *bouclés* à l'heure actuelle [2]), et qui consiste à extraire, produire, consommer et jeter. Or, au vu des impacts et des facteurs négatifs –problèmes de pollution environnementale, disponibilité limitée des ressources et accroissement de la classe moyenne entraînant une hausse mondiale de la consommation – cette approche non durable doit être remise en question.

Le concept de l'économie circulaire (ÉC) propose de tenir compte de la finitude des ressources, des flux des matières à l'échelle des entreprises et des territoires et de leur potentiel de circularisation, c'est-à-dire leur potentiel de réinsertion dans le système économique afin de leur éviter de terminer en décharge. Encore relativement jeune, le concept de l'ÉC réunit de nombreuses disciplines scientifiques, mais il n'a toujours pas de définition universelle bien arrêtée. Toutes les définitions existantes ont néanmoins comme point commun la prise en compte d'une logique circulaire, et l'optimisation de l'utilisation des ressources au moyen de diverses stratégies.

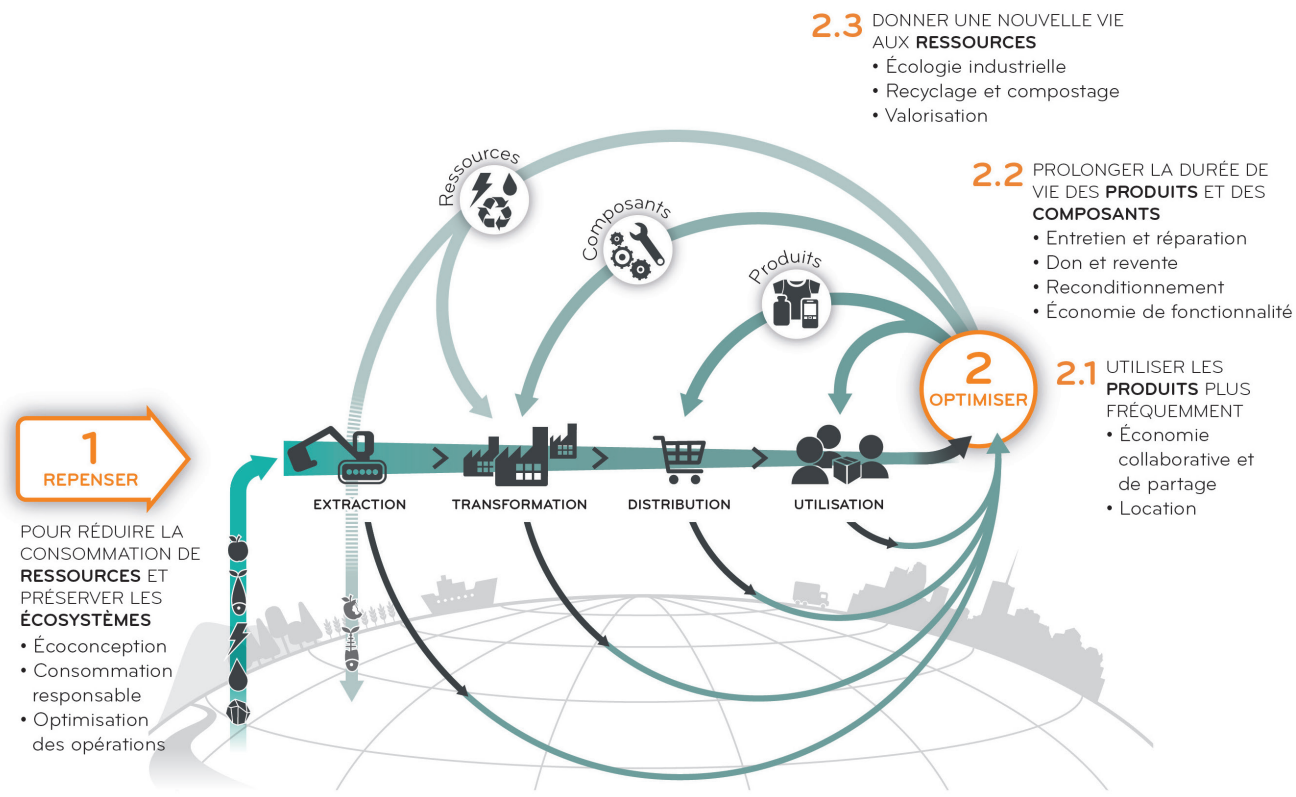
En août 2015, un comité a été mis sur pied composé d'une quinzaine d'acteurs stratégiques pour le déploiement de l'ÉC au Québec. Ce comité est coordonné par l'Institut de l'environnement, du développement durable et de l'économie circulaire (Institut EDDEC) du campus de l'Université Montréal. La définition de l'ÉC retenue ici est celle du Pôle d'action québécois sur l'économie circulaire (2016) :

L'économie circulaire est un système de production, d'échange et de consommation visant à optimiser l'utilisation des ressources à toutes les étapes du cycle de vie d'un bien ou d'un service, dans une logique circulaire, tout en réduisant l'empreinte environnementale et en contribuant au bien-être des individus et des collectivités [1].

La Figure 1 présente le schéma du concept d'économie circulaire, tel que le propose l'EDDEC [3]. Une autre figure est proposée en annexe 5.1.

L'ÉC intègre diverses stratégies et outils qui s'appuient, entre autres, sur trois principes bien connus en matière de limitation de l'impact environnemental : la réduction à la source, la réutilisation et le recyclage, appelés couramment les 3R. Comme le souligne l'Institut EDDEC, ces stratégies et outils s'intègrent à toutes les étapes du processus de production, que ce soit en amont (écoconception), pendant la production (écologie industrielle), à la distribution (économie de fonctionnalité) et à la consommation (économie collaborative).

FIGURE 1 – Schéma de l'économie circulaire (Institut EDDEC)



© Institut EDDEC, 2018. En collaboration avec RECYC-QUÉBEC. Reproduction autorisée. Modification interdite.

1.1 QUELQUES STRATÉGIES DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Comme l'illustre la Figure 1, l'ÉC intègre de façon cohérente de nombreux outils et stratégies qui existent déjà de façon isolée. Ce rapport présente cinq de ces stratégies : l'économie de fonctionnalité, l'économie collaborative, le réusinage et le reconditionnement, la symbiose industrielle et le recyclage.

L'économie de fonctionnalité, aussi nommée économie de performance, consiste à vendre l'usage d'un produit et non le produit lui-même. C'est donc la logique de la performance du produit, plutôt que sa possession, qui domine. Cela entraîne un découplage de la valeur ajoutée et de la consommation d'énergie et de matières premières vierges. Pour la plupart des entreprises, cela suppose toutefois un changement important du modèle d'affaires. Prenons l'exemple de l'entreprise Michelin qui, tout en continuant à vendre des pneus pour camions, offre un service d'utilisation de pneus aux propriétaires de flottes de véhicules lourds. Dans le cadre de ce service, Michelin demeure propriétaire de ses pneumatiques et, en échange d'un tarif au kilomètre, elle se charge des opérations de maintenance, de rénovation et de rechapage des pneus de la flotte, en plus d'installer des capteurs télémétriques pour s'assurer que les pneus conservent toujours la pression optimale. Cette pratique permet d'économiser de l'essence et de réduire les gaz à effet de serre et elle contribue à prolonger de 2,5 fois la durée de vie des pneus, ce qui est avantageux pour Michelin qui demeure propriétaire de ce capital matière. [4]. L'entreprise Xerox offre aussi à sa clientèle un service d'utilisation de ses photocopieuses. Au Québec, l'entreprise Chic Marie propose une variante de l'économie de fonctionnalité : plutôt que vendre des vêtements griffés, elle offre un service de location mensuelle.

L'économie collaborative, aussi nommée économie de partage, utilise des produits et services de manière à optimiser l'utilisation des ressources [5]. Fondée sur la mutualisation des biens, elle fait appel à de nouvelles formes d'organisation du travail et des échanges. Elle s'appuie généralement sur l'usage d'une plateforme numérique qui permet aux consommateurs et aux producteurs d'entrer directement en contact – et d'interchanger leurs rôles selon les produits et services offerts. Selon l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'énergie (ADEME), ce système permet l'échange entre particuliers (pair à pair) d'un produit ou d'un service pour fins d'usage [4]. À titre d'exemple, les membres de La Remise, située à Montréal, ont accès à une bibliothèque d'outils de travail. D'autres entités proposent des espaces communs de travail (*coworking)*; c'est le cas de Crew collectif & café, la FourmiliAire et Abri.co, qui louent de façon modulable des bureaux à des travailleurs autonomes.

Le **reconditionnement** (*remanufacturing*) consiste en la remise à neuf d'un produit par le désassemblage, le nettoyage, l'inspection, le triage, le réusinage (*reconditionning*) et le réassemblage. Le **réusinage** permet de remettre des composantes en état de fonctionnement [6], [7]. Par exemple, dans le secteur énergétique, les équipements ont une durée de vie de plusieurs décennies traversées de cycles de réusinage et de reconditionnement. Ainsi, les palmes hydrauliques des éoliennes sont régulièrement réusinées pour les remettre en état et assurer leur performance [3].

La **symbiose industrielle** relie les entreprises d'une même zone industrielle. Les résidus, ou extrants, d'une entreprise deviennent alors la matière première, ou intrant, d'une autre. Ce système d'échange repose surtout, sans s'y limiter, sur la proximité géographique [8], [9]. Au Québec, par exemple, l'entreprise Loop contribue à réduire le gaspillage alimentaire en valorisant fruits et légumes considérés inadéquats pour la vente en épicerie; ils sont transformés en jus et les pulpes résiduelles sont à leur tour utilisées et intégrées dans les gâteries pour chiens que fabrique leur partenaire d'affaires Wilder & Harrier.

Enfin, le **recyclage** comprend un ensemble d'opérations de transformation de matières résiduelles[1] récupérées en fin de cycle dans le but d'être réintroduites dans un nouveau cycle de production [4], [6]. La réutilisation de ces matières se fait soit en boucles fermées – elles sont alors réutilisées dans des produits similaires – ou en boucles ouvertes, c'est-à-dire que les matières sont utilisées dans d'autres produits. Par exemple, Polystyvert a mis au point un procédé qui permet de recycler le polystyrène (PS) et de réduire les frais de transport; dans un contenant entreposé chez le client, le PS est rapidement dissout au contact d'une huile essentielle, ce qui permet le transport d'un volume dix fois supérieur au produit non traité, et ce, pour des propriétés mécaniques similaires.

1 Le terme « matière résiduelle » est privilégié au Québec, mais « déchet » demeure encore utilisé en Europe. Selon le gouvernement du Québec, ils s'agit d'une matière ou d'un objet rejeté par les ménages, les industries, les commerces ou les institutions, et qui est mis en valeur ou éliminé [10]. Les matières résiduelles sont mises en valeur par la récupération, le recyclage, le réemploi ou le compostage. Il y a des matières résiduelles considérées putrescibles (feuilles, gazon, restes de table, boues, résidus forestiers) et des matières résiduelles considérées récupérables (métaux, verre, carton, papier, plastique, pneus).

1.2 MÉCANISMES ET OUTILS DE MISE EN ŒUVRE DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

L'ÉC intègre également divers outils, dont certains sont des méthodes de quantification des flux de matières ou des méthodes d'analyse d'impacts (analyse entrée-sortie, analyse de cycle de vie), alors que d'autres portent davantage sur le processus d'élaboration de produit (écoconception) ou de sa récupération dans la chaîne de valeur (logistique inverse). Quatre outils sont présentés ici-bas.

L'**analyse entrée-sortie** est un outil de modélisation économique qui permet d'évaluer, par la mesure des intrants et des extrants, les différentes interactions possibles au sein d'une économie. Par exemple, les intrants peuvent être l'importation et la consommation de ressources naturelles, alors que les extrants seront observés sous la forme des exportations, de la pollution et de matières résiduelles [11].

L'**analyse de cycle de vie (ACV)** est une méthode d'évaluation scientifique des habitudes de production et de consommation qui prend en compte un ensemble d'éléments environnementaux, sociaux, de coûts et d'impacts potentiels d'un produit, d'un service ou d'un processus sur son cycle de vie – de l'extraction des matières premières vierges à leur transformation, en passant par leur utilisation, leur entretien et leur fin de vie [12]. Une norme d'approche de cycle de vie mise au point par ISO (ISO 14 040 et ISO 14 044) assure l'uniformité des évaluations à l'échelle internationale. Au Québec, le Centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG) se spécialise dans l'ACV. Au regard de certains indicateurs environnementaux, son analyse du cycle de vie comparant les véhicules traditionnels et électriques au Québec a révélé que ces derniers présentent plusieurs avantages par rapport aux véhicules traditionnels. Toutefois, dans un contexte où l'énergie n'est pas hydroélectrique, ou d'un kilométrage total inférieur à 150 000 km, les résultats favorisent plutôt le véhicule traditionnel [13].

L'**écoconception** de produit tient compte de l'impact environnemental d'un produit dès sa conception, notamment par l'optimisation de l'utilisation des ressources et de la durabilité, par l'inclusion de la modularisation et du reconditionnement, par la réutilisation de composantes ou la réduction des besoins en matières premières vierges [6], [14], [15]. Une étude de l'Institut de développement de produits et du Pôle Éco-Conception a montré que dans 96 % des 119 entreprises étudiées, l'écoconception a eu un effet neutre ou positif sur les profits, ce qui s'est confirmé dans la durée [16].

Enfin, la **logistique inverse** *(reverse supply chain)* contribue à l'optimisation des flux provenant du consommateur en direction du fabricant et des maillons intermédiaires de la chaîne de valeur, ce qui est à l'inverse de la chaîne logistique classique [6]. Par exemple, l'entreprise montréalaise Woodflame fabrique des barbecues. Suite à l'expansion de ses activités à l'échelle internationale, elle a restructuré de manière distincte la chaîne logistique des services de retour dans ses différents marchés. Ainsi les clients canadiens continuent de retourner les produits directement au manufacturier (logistique inversée), tandis que les clients européens et étatsuniens rapportent les produits au centre de service à proximité, qui s'occupe de la réparation et du reconditionnement avant de retourner le produit au client (logistique inverse) [17].

En somme, l'ÉC vise une utilisation plus efficace des ressources déjà extraites et la minimalisation, voire l'abandon total du recours à l'enfouissement ou à l'incinération ; cette approche garantissant la disponibilité des ressources dans un monde où elle sont limitées, elle assure ce faisant le développement économique [11], [18]–[21] [19], [22]. Elle offre donc l'occasion de créer de nouveaux produits et services et appelle à une transformation des modèles d'affaires. Ce rapport présente une revue de la littérature sur l'ÉC et de ses retombées potentielles. Il met en évidence certains freins et leviers à l'adoption élargie de l'ÉC. Par la suite, il présente quelques politiques québécoises, identifie des secteurs à fort potentiel de circularisation et présente des études de cas d'organisations qui s'inscrivent dans cette approche au Québec

2 RETOMBÉES, FREINS ET LEVIERS DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

L'économie circulaire a fait l'objet de nombreuses études qui en ont évalué les retombées potentielles sur l'économie et l'environnement. Les recherches sur le sujet se sont aussi intéressées aux freins et aux leviers en présence, particulièrement le cadre législatif, les avancées technologiques et la sensibilisation des différents intervenants dans l'économie.

2.1 RETOMBÉES POTENTIELLES

Les retombées potentielles de l'ÉC sont étudiées depuis quelques années, et les résultats divergent parfois selon les études recensées. Cela s'explique du fait que les approches sont multiples (microéconomique, macroéconomique, sectorielle), qu'il y a différentes combinaisons possibles d'analyse (par secteur, produit, matériaux) et que les différentes interprétations du concept complexifient l'analyse des retombées [5], [23], [24]. Le déploiement de l'ÉC en est encore à ses débuts et les modèles quantitatifs ont parfois recours à la simplification et à plusieurs hypothèses, ne prenant peut-être pas en compte les multiples défis de cette transformation économique, comme la prise en compte des effets rebonds [5]. Il demeure que les études, dans leur forte majorité, font ressortir les effets économiques et environnementaux bénéfiques potentiels de l'ÉC. Les effets rebonds révèlent quant à eux que l'ÉC comporte également un potentiel de retombées négatives.

Les études recensées traitent peu des retombées sociales de l'ÉC. Cela pourrait s'expliquer par le désir de se distinguer des recherches sur le développement durable [19]. Néanmoins, de nombreuses études ont évalué l'impact net de l'ÉC sur l'emploi, qui s'avère positif et qui seront abordés dans la section traitant des retombées économiques.

Le survol suivant recense diverses études et offre une appréciation générale des retombées potentielles d'une transition vers l'économie circulaire. Un recensement plus détaillé des études sur le sujet figure à l'annexe 5.5. Le tableau qui suit présente les secteurs d'activité qui ont été étudiés, certains – comme celui de la construction – revenant plus souvent que d'autres.

TABLEAU 1 – Nombre d'études recensées par secteurs industriels (international)

Agriculture	2
Agroalimentaire	10
Bâtiment et construction	13
Biens de consommation	4
Industrie chimique	3
Exploitation forestière	3
Exploitation minière	4
Hôtellerie	1
Industrie lourde	5
Industriel	4
Pâtes et papiers	3
Plasturgie	1
Production énergétique	5
Service-conseil	2
Services publics	2
Textiles	2
Transport	4

En termes de stratégies d'économie circulaire, les plus étudiées sont celles du reconditionnement et de la réparation (8 études), le recyclage (7 études) et la réutilisation et la récupération (4 études).

2.1.1 Retombées environnementales

L'économie circulaire constitue une source potentielle de réduction des impacts environnementaux. Les études recensées, toutes européennes, se sont concentrées sur la réduction des gaz à effet de serre (GES). Elles s'intéressent surtout à la gestion des matières résiduelles, notamment le recyclage et la récupération. Par ailleurs, plusieurs de ces études tiennent également compte des impacts économiques de l'ÉC sur le PIB des états, dans l'ensemble jugés avantageux.

Réduction des gaz à effet de serre

- Une analyse réalisée pour le Club de Rome auprès de cinq pays européens a évalué le potentiel de réduction des GES. Trois scénarios ont été élaborés : 1) augmentation de 50 % de la portion des énergies renouvelables dans le mix énergétique, menant à une réduction de 50 % des GES; 2) amélioration de 25 % de l'efficacité énergétique, surtout en transport, menant à une réduction de 30 % des GES; et 3) fabrication efficace en ressources, résultant en une réduction de 3 % à 10 % des GES. Comme les trois scénarios se soutiennent mutuellement, leur combinaison a le potentiel de réduire les GES de 66 % par rapport à 2010 [25].
- Une étude de la Fondation Ellen MacArthur et de McKinsey s'est intéressée à l'impact de l'économie circulaire dans les secteurs du transport, de l'alimentation et du logement à l'échelle de l'Union européenne. En se basant sur une méthodologie de modélisation économique et 150 entretiens auprès d'experts, les résultats révèlent un potentiel de réduction des émissions de GES qui pourrait atteindre 48 % en 2030, et jusqu'à 83 % en 2050 [26].
- Environ 31 % de la nourriture est gaspillée le long de la chaîne alimentaire en Europe [26], ce qui correspond à peu près à la situation constatée au Canada (de 30 % à 40 % selon Recyc-Québec). La diminution de ce gaspillage permettrait de réduire graduellement les impacts environnementaux de l'utilisation des terres en agriculture de 28 350 à 47 520 km^2 en 2025, et de 38 070 à 56 970 km^2 en 2030. Selon l'ampleur de ces réductions, le potentiel de réduction des émissions de GES s'élève de 56,5 à 96,5 millions de tonnes d'ici 2025 et de 74,6 à 115 millions de tonnes en 2030 [5], [27]. La réduction du gaspillage alimentaire constitue d'ailleurs une des priorités de la Commission européenne [9].
- La révision de la règlementation sur la gestion des matières résiduelles par la Commission européenne devrait entraîner une réduction des émissions de l'ordre de 424 à 655 millions de tonnes d'équivalent CO_2 entre 2015 et 2035 [5], [28]. Ces résultats s'inscrivent dans la continuité de ceux qu'avait obtenus le groupe *Eunomia Research & Consulting,* qui a utilisé une méthode d'analyse fondée sur différents scénarios liés aux directives sur les déchets, la décharge, les emballages et les déchets d'emballages[2] [29].
- Une analyse de cas dans les secteurs des boissons et de l'alimentation, de la fabrication de produits métallurgiques et dans l'hôtellerie et la restauration s'est intéressée à l'optimisation de l'utilisation des ressources. Selon cette analyse, une telle optimisation permettrait une réduction annuelle potentielle de 2 à 4 % des émissions de GES au sein de l'Europe [5], [30].
- La récupération d'une tonne d'acier ou d'aluminium permet d'éviter l'extraction de matières vierges et d'économiser en moyenne 1,2 et 7,1 tonnes d'émissions d'équivalent CO_2 par tonne respectivement [9]. Recyclé, le cuivre réduit de 65 % ces émissions [31].
- Le reconditionnement de produit entraînerait également une réduction notable des GES grâce au développement de technologies, tout comme le fait la fabrication additive (3D), en améliorant le rendement de matière de 70 %. Les méthodes d'usinage plus traditionnelles ont un rendement avoisinant les 40 % [9].

2 La terminologie française utilise l'appellation « déchets » alors que la Loi sur la qualité de l'environnement du Québec a retenu l'appellation « matières résiduelles ».

- Dans l'optique d'une meilleure efficacité des ressources, une étude britannique a identifié plusieurs possibilités de réduction des matières résiduelles. Il s'avère que des investissements minimes pourraient suffire à entraîner une réduction de 29 millions de tonnes d'équivalent CO_2 et des économies de 23 milliards de livres sterling [32].

- Au Danemark, l'analyse de la Fondation Ellen MacArthur [33] a révélé un potentiel de réduction des émissions de GES se situant entre 3 et 7 % dans les secteurs des boissons et de l'alimentation, de la construction et du bâtiment, de la machinerie, des emballages plastiques et des hôpitaux (par ordre de potentiel de circularité[3]) [5].

- La prolongation de la durée de vie des infrastructures dans le secteur du bâtiment ainsi que leur reconditionnement comportent des avantages économiques et environnementaux. Il a été évalué qu'une amélioration de l'efficacité des ressources matérielles et la réduction des matières résiduelles aurait réduit de 1 638 kilotonnes les émissions de CO_2 à l'échelle britannique pour l'année 2009 [32].

- Une modélisation du recyclage des matières résiduelles municipales a estimé entre 247 et 303 millions de tonnes la réduction des émissions de GES d'ici 2020 en Europe [5], [27].

Autres impacts environnementaux

- Une étude européenne sur l'impact d'une efficacité accrue des ressources par la réduction du gaspillage alimentaire et la réutilisation des textiles révèle un potentiel de réduction de la consommation d'eau oscillant entre 26,1 et 52,2 millions de litres grâce à la réutilisation. Il en résulterait une diminution de l'utilisation d'engrais de 0,44 à 0,88 million de tonnes en 2025, et de 0,58 à 1,02 million de tonnes de pesticides en 2030 pour la seule production du coton [5], [27]. Dans un même ordre d'idées, la pratique d'une agriculture de précision permettrait potentiellement de réduire de 20 à 30 % l'utilisation d'engrais et d'eau, un impact bénéfique pour la lutte contre l'eutrophisation des sols et des milieux aquatiques [9].

- De nombreuses pertes de ressources sont attribuables à des processus non optimisés et qui, partant, accroissent d'autant les besoins en matières premières vierges. Par exemple, de 10 à 15 % des matériaux des infrastructures ne sont pas récupérés pendant la construction, et 54 % des matériaux issus de la démolition de maison sont destinés à l'enfouissement. Les voitures sont inutilisées pendant 92 % du temps, les espaces de travail sont inutilisés de 50 à 65 % du temps et la durée de vie moyenne des articles manufacturés est de neuf ans. L'adoption d'une économie circulaire pourrait potentiellement réduire la consommation des matières primaires de 32 % en 2030, et de 53 % en 2050 [26].

- L'étude menée au Danemark (citée plus haut), a estimé que l'adoption de plusieurs mesures propres à l'ÉC favoriserait une réduction de 5 à 50 % des ressources primaires d'ici 2035 [5], [33].

3 Rôle dans l'économie nationale en termes de contribution à la valeur ajoutée brute, à l'employabilité et sa croissance, et à la compétitivité internationale; potentiel de circularité selon l'intensité énergétique et matérielle, le volume de matières résiduelles généré, la proportion de l'enfouissement ou de l'incinération; estimation de la portée pour une amélioration de la circularité.

2.1.2 Retombées économiques

L'économie circulaire ouvre la porte à une transformation du modèle économique, et son impact peut se faire sentir, entre autres, au chapitre du PIB, de l'emploi, des investissements et du développement de nouveaux marchés [5]. Les études, presque toutes européennes, se sont particulièrement intéressées à l'impact sur l'emploi et sur l'activité économique, surtout en termes de PIB. Par exemple, une étude réalisée pour la Commission européenne indique qu'une réduction de 1 % de la consommation des ressources découlant d'une utilisation plus efficace de la matière pourrait générer de 12 à 23 milliards d'euros d'activité économique, et entraîner la création de 100 000 à 200 000 emplois en Europe [9].

Activité économique

- L'étude réalisée pour le Club de Rome s'est intéressée à l'impact sur l'économie des énergies renouvelables, de l'efficacité énergétique et des ressources. Les auteurs prévoient des gains de PIB d'environ 1,5 % ou plus. Toutefois, des investissements équivalents à 3 % du PIB devront être faits pour faciliter cette transition circulaire et atteindre les résultats estimés par l'étude [25].
- Les avancées technologiques en Europe pourraient améliorer l'efficacité des ressources de 3 % par année d'ici 2030, ce qui représenterait un bénéfice de 1800 milliards d'euros et une contribution positive de 7 % au PIB, principalement dans les secteurs du transport, de la nourriture et des bâtiments. De plus, l'implantation d'une économie circulaire aurait un effet positif sur l'emploi, en raison surtout de la hausse des dépenses qu'entraînerait la diminution des prix dans les divers secteurs de l'activité économique [26].
- Quelques études ont calculé la valeur économique d'une réduction des GES en Europe. Par exemple, dans le secteur du recyclage et de la réutilisation, le gain est évalué entre 2,5 et 12 milliards d'euros. La différence de gain s'explique par une variation de la valeur donnée à la tonne de CO_2, soit de 10 euros à 40 euros (Ökopol, 2008 dans [5].
- Une étude a évalué les impacts environnementaux et économiques de l'adoption de politiques alternatives pour l'amélioration de la productivité des ressources (PR) en Europe pour l'horizon 2030. Les trois scénarios de PR sont proposés, et ils comparent la rentabilité des différentes mesures en termes d'impact sur le PIB en fonction des investissements requis pour les atteindre. Il résulte de la modélisation qu'il y a un léger potentiel de réduction des GES tout en maintenant un PIB positif [34]. La modélisation estime un gain du PIB européen de 2 à 2,5 % par année. Les coûts engagés pour atteindre le niveau ciblé (2 %) de PR sont inférieurs aux bénéfices économiques générés. Toutefois, au-delà d'une amélioration de 2,5 % de la PR, les efforts supplémentaires aboutissent à des coûts nets sur le PIB [34].
- Une étude européenne sur l'efficacité des ressources dans les secteurs des boissons, de l'alimentation, de la fabrication produits métallurgiques et de l'hôtellerie et des services alimentaires chiffre les retombées nettes annuelles entre 245 et 604 milliards d'euros [30].
- L'étude sur le Danemark estime une croissance de 0,8 à 1,4 % du PIB au Danemark pour les secteurs étudiés, soit les boissons et l'alimentation, la construction et le bâtiment, la machinerie, les emballages plastiques et les hôpitaux. L'introduction de

principes de circularité pourrait accroître les exportations de 3 à 6 % en 2035. Pour l'horizon 2020, la croissance du PIB est estimée à 400 millions d'euros (0,1 %) [33].

- En Finlande, une étude a évalué que les occasions d'affaires circulaires se chiffraient entre 220 et 240 millions d'euros annuellement dans le secteur des pâtes et papiers. La plupart des exportations du pays sont liées au secteur des équipements et de la machinerie, et elles sont surtout destinées à la foresterie et à l'exploitation minière. Il a été calculé que l'adoption de modèles d'affaires axés sur l'économie de fonctionnalité et le reconditionnement pourrait générer entre 300 et 450 millions d'euros par année. L'étude survole aussi le secteur alimentaire et évalue entre 150 et 200 millions euros annuellement le potentiel d'économies découlant de la réduction du gaspillage le long de la chaîne de valeur [5].
- Une étude écossaise a évalué l'impact carbone de la consommation de matériaux de son économie dans le cadre d'une analyse de quatre scénarios économiques pour l'an 2050 [36]. Les résultats démontrent qu'une économie écossaise circulaire pourrait réduire les émissions territoriales de 11 millions de tonnes de CO_2 par année, d'ici l'an 2050, par rapport au scénario du statu quo. Dans son ensemble, l'étude illustre que l'adoption d'une économie circulaire a le potentiel de réduire les émissions de carbone, à l'échelle du territoire et en termes de consommation, tout en préservant une croissance économique.

Emplois

- L'étude réalisée pour le Club de Rome a révélé un potentiel de création d'emploi totalisant 280 000 emplois dans le secteur des énergies renouvelables, dans cinq pays. En matière d'efficacité énergétique, le potentiel d'ajout s'établit à 535 000 nouveaux emplois. [25]. Enfin, la mise en œuvre de mesures d'efficacité des ressources pourrait se traduire par la création de 700 000 emplois permanents. Ces emplois sont liés de près à une offre de service plus intensive en main-d'œuvre. La combinaison de ces scénarios totalise jusqu'à 1,28 million de nouveaux emplois.
- Une autre étude évalue que l'adoption de différents scénarios intégrant divers objectifs de circularité à l'échelle européenne, surtout dans le secteur du textile et du mobilier, pourrait se traduire par un potentiel de création d'emplois se situant entre 635 000 et 750 000 d'ici 2025, et d'environ 710 000 et 870 000 emplois d'ici 2030. Par ailleurs, un taux de recyclage de 70 % en Europe, toutes matières confondues, pourrait créer 563 000 emplois nets – ce qui inclut les emplois directs, indirects et induits – pour chaque millier de tonnes de matériaux recyclés [5].
- L'analyse des impacts de la révision de la règlementation de l'Union européenne sur la gestion des matières résiduelles a intégré des calculs de création d'emplois selon différents scénarios d'application de la règlementation. L'étude prévoit la création de 136 000 à 178 000 emplois à temps plein, principalement dans le secteur du recyclage [28],[5].
- Une étude sur l'emploi réalisée au Danemark révèle que comparativement au scénario actuel de croissance, le potentiel de création d'emplois additionnels se chiffre entre 7 000 et 13 000 emplois en 2035. À plus court terme, les retombées pour 2020 seraient de 1 300 à 1 400 nouveaux emplois [33].

- En Île-de-France, l'évaluation des retombées autour des activités de fin de vie estime une création d'emplois 10 fois plus élevée pour les opérations de triage et de recyclage que pour l'incinération, et jusqu'à 30 fois plus élevée que pour la mise en décharge [9]. Une autre étude indique que le triage de 10 000 tonnes de matières résiduelles comporte un potentiel de création de 11 emplois à temps plein, et le démantèlement des produits usagés complexes, de 50 emplois. Ces deux activités créent plus d'emplois que l'incinération, le compostage, la méthanisation ou l'enfouissement. L'automatisation pourrait cependant nuire à la création d'emplois, et l'ADEME chiffre ses projections à une perte de 2 500 à 5 000 emplois sur les 7 000 existants en France en 2011 [37]. Pour le réemploi, la réutilisation et la réparation, le potentiel de création d'emploi a été estimé, pour la France, à environ 22 000 emplois à temps plein [37].
- Dans un contexte d'utilisation plus efficace des ressources, une étude a évalué le potentiel de création d'emplois et d'amélioration du marché du travail lié au développement d'une économie circulaire d'ici 2030 au Royaume-Uni. Trois scénarios de développement circulaire ont été analysés : sans changements; continuité dans les efforts et activités actuelles de recyclage et reconditionnement; transformation ambitieuse. L'étude dévoile un potentiel de création d'emplois durables pour 2030 d'environ 517 000 emplois bruts et d'une réduction d'environ 102 000 chômeurs pour le scénario ambitieux de l'économie circulaire. Les résultats révèlent également des occasions d'emplois pour les personnes moins scolarisées et les chômeurs [38].
- La *US Trade Commission* constate que le secteur du reconditionnement a connu une croissance de 15 %, soit 14 000 emplois nets, entre 2009 et 2011, et compte plus de 180 000 emplois à temps plein (Deboutière et Georgault, 2015 dans [37]).
- Au Royaume-Uni, le reconditionnement aurait permis de réduire les coûts de production d'environ 34 % et de doubler le nombre d'emplois pour atteindre 310 000 nouveaux emplois, tout en réduisant de 70 % les coûts d'approvisionnement et de 20 % le prix de vente. Les recettes annuelles sont évaluées entre 5,6 et 8 milliards de livres sterling [37].

Autres impacts économiques

- Compte tenu que des investissements sont requis pour faciliter la transition vers une économie circulaire, les coûts actuels pourraient expliquer pourquoi la transition est relativement lente. À titre d'exemple, une étude menée à l'échelle européenne estime que pour atteindre une réduction de 450 ppm d'émissions de CO_2, il faudrait investir 108 milliards d'euros dans la création d'un système de réutilisation et de recyclage efficace, auxquels il faut ajouter des investissements de 30 à 50 milliards d'euros par année pendant les 15 prochaines années. De plus, il faudrait engager annuellement 31 milliards d'euros pour réduire de 1 % la consommation énergétique, et 2 200 milliards d'euros jusqu'en 2035 pour remplacer les infrastructures vieillissantes et atteindre les objectifs de décarbonatation [5], [26].
- Dans le secteur de l'agriculture et de l'alimentation, les économies liées à la réduction de 60 % du gaspillage pourraient atteindre 73,4 milliards d'euros pour les ménages d'ici 2030 [27]. Le secteur hospitalier, responsable de 19 % du gaspillage alimentaire en Europe (89 millions de tonnes annuellement), pourrait réaliser des économies annuelles de 4 239 milliards d'euros à ce chapitre [31].

- Sans être chiffré, un avantage du recyclage et de la récupération serait de réduire la sensibilité des entreprises à la variation des cours des matières premières vierges. Cette variation représente un risque pour la pérennité des entreprises, et une meilleure utilisation des ressources contribuerait certainement à leur assurer l'accès futur aux ressources dont elles ont besoin [9], [37].

2.1.3 Effets rebonds

Si l'économie circulaire peut favoriser la croissance du PIB d'un pays par l'amélioration de l'efficacité des ressources, comme le suggèrent certaines études, cette croissance peut néanmoins provoquer un effet rebond et réduire les bénéfices environnementaux attendus [25], [39]. Un tel effet se manifeste lorsque l'épargne générée par une efficacité accrue de la production et de la consommation engendre une hausse de la production et de la consommation [39], [40]. Ce phénomène est également appelé le *paradoxe de Jevons*, mais il est mieux connu comme les effets rebonds de l'efficacité énergétique. En économie circulaire, l'identification d'un effet rebond consiste à déterminer si l'activité étudiée – par exemple le recyclage ou le reconditionnement – a un impact moindre ou supérieur par unité comparativement à la production primaire avec laquelle elle est en concurrence sur le marché. La question est alors de savoir si la circularisation pousse à la hausse la production et la consommation.

Notons deux autres mécanismes qui peuvent provoquer un effet rebond [39]. Le premier est la substitution des produits secondaires. Dans ce cas, les produits secondaires deviennent, dans certaines conditions, des substituts insuffisants pour remplacer les produits fabriqués à partir de matières primaires vierges. La possibilité de perte de qualité ou de valeur lors du recyclage, causé par exemple par une dégradation, fait en sorte que les matériaux recyclés peuvent être plus difficilement comparés aux matériaux primaires, ce qui entraîne alors une production secondaire supplémentaire de biens, et non une substitution. Les impacts positifs du recyclage sont donc réduits. Les biens reconditionnés, quant à eux, peuvent se retrouver dans des marchés différents des produits neufs, ce qui se traduit par un accroissement global de l'offre de produits sur le marché et, partant, de la consommation totale.

Le second mécanisme est l'effet des biens secondaires sur les prix de marché. Il est lié au fait que l'augmentation de la production secondaire peut influer sur les prix. Cette production, si elle est de qualité moindre, entraîne une diminution des prix visant à rendre les produits plus attrayants par rapport aux produits de meilleure qualité. Il en résulte une hausse de la production, de la vente et de l'utilisation, et des acheteurs qui voient augmenter leur pouvoir d'achat. Ils risquent alors de consommer davantage, et de pousser ainsi à la hausse la production secondaire.

Il est difficile, à l'heure actuelle, de déterminer s'il y a un effet rebond lié à l'ensemble de l'économie circulaire. Quelques évaluations théoriques semblent indiquer que plusieurs activités de recyclage et de reconditionnement favoriseraient une augmentation de la production et de la consommation [41]–[43], alors que les activités de prolongation de la durée de vie des produits par la réutilisation, une production de meilleure qualité, ainsi qu'une sélection adéquate des matériaux à cet égard, pourrait réduire l'effet rebond tout en générant des emplois.

2.2 FREINS ET LEVIERS : RÔLE DES POLITIQUES PUBLIQUES

Quelques pays ont déjà élaboré des politiques directement liées à l'économie circulaire, nommément la Chine, le Japon, l'Allemagne et les Pays-Bas. Ces pays s'appuient sur des systèmes de gouvernance et des politiques différentes qui reflètent la diversité des facteurs culturels, économiques et environnementaux en place.

La Chine a adopté une stratégie de gouvernance de type descendante (« *top-down* »), reposant sur des instruments politiques de commande et de contrôle, qui peut avoir pour effet de limiter l'innovation, l'éducation, la recherche et le développement ainsi que l'entrepreneuriat à plus grand risque [44]. Les systèmes politiques européens, japonais et étatsunien, pour leur part, s'appuient plutôt sur le principe du marché et l'Europe a adopté une approche ascendante (« *bottom-up* ») où les initiatives et les pressions proviennent principalement d'organismes environnementaux, de la société civile et d'organismes non-gouvernementaux [45]. Le Japon applique une stratégie similaire à celle de la Chine avec sa loi-cadre s'adressant à une plus grande variété d'intervenants et de parties prenantes. Cette structure diffère de celle des autres pays n'ayant souvent qu'une application verticale limitée aux parcs industriels [14]. Un schéma en annexe (5.2) illustre une approche conciliant les deux stratégies de gouvernance.

En somme, il n'y a pas de normes établies et les mesures sont partagées entre des approches en aval (gestion des matières résiduelles) et en amont (prévention et réduction) (voir tableau ci-dessous) [14], [46].

TABLEAU 2 – Stratégies d'économie circulaire dans quatre pays

Pays	Importance accordée par les gouvernements
Chine	Prévention et réduction du gaspillage en privilégiant les technologies propres et la réutilisation (écologie industrielle)
Japon	Prévention par l'écoconception Substitution des ressources non renouvelables par des ressources renouvelables
Allemagne	Prévention des matières résiduelles par l'utilisation efficace des ressources, incluant l'écoconception Substitution des ressources non renouvelables par des ressources renouvelables
Pays-Bas	Gestion des matières résiduelles par une approche de cycle de vie pour réduire l'impact environnemental

2.2.1 Politiques favorisant l'économie circulaire

Les politiques et les outils économiques présentés ci-après proviennent de différentes initiatives et ils sont regroupés en trois grandes catégories : règlementation, fiscalité et appui gouvernemental. Le tout est résumé dans le tableau qui suit.

TABLEAU 3 – Règlementation, fiscalité et autres leviers à disposition des gouvernements pour stimuler l'ÉC

Règlementation	Règlementation de fin de vie	Gestion des matières résiduelles	▸ À l'aide de l'approche du cycle de vie ▸ Interdiction des lieux d'enfouissement ou d'incinération ▸ Interdiction d'exportation de matières résiduelles
		Efficacité des ressources	▸ Réutilisation et recyclage ▸ Traitement des matières biodégradables ▸ Élimination/réduction des engrais chimiques ▸ Gestion de l'eau ▸ Responsabilité élargie des producteurs (REP)
	Gestion environnementale	Production industrielle	▸ Amélioration des processus, des produits et des services
		Substances dangereuses	▸ Réduction de l'utilisation ▸ Accroissement du contrôle
		Ressources renouvelables	▸ Augmentation des sources d'énergies renouvelables ▸ Efficacité énergétique
	Standards	Écoconception	▸ Fixation d'exigences minimales
		Étiquetage	▸ Validation de l'origine des produits
		Normes	▸ Garantie de qualité minimale
	Politiques d'achat	Approvisionnement gouvernemental	▸ Achats basés sur une politique d'approvisionnement responsable, ou vert, par les instances gouvernementales
Fiscalité	Mesures fiscales	Gestion des matières résiduelles	▸ Responsabilité élargie des producteurs (REP) ▸ Responsabilité élargie du consommateur ▸ Marché du carbone
		Taxation	▸ Taxe à l'enfouissement ▸ Écofiscalité (ex. taxation des ressources non renouvelables)
Appui gouvernemental	Soutien et financement	Information	▸ Identification des meilleures pratiques ▸ Sensibilisation auprès des parties prenantes
		Financement	▸ Financement direct ▸ Aide à la recherche de financement ▸ Soutien à la recherche et au développement ▸ Bourses de matières résiduelles

Tableau inspiré de : [31], [47]–[49] et complété à l'aide de : [6], [9], [11], [14], [18], [21], [22], [31], [46], [49]–[55].

2.2.2 Règlementation

Le gouvernement peut, par sa règlementation, influencer directement la façon dont les matières résiduelles seront traitées et fixer des normes à cet égard. Alors que l'ensemble des politiques présentées sont surtout des leviers de développement de l'ÉC, il existe également certains freins politiques. Selon les résultats de l'étude de l'Institut Wupperteal, thinkstep et Fraunhofer [31], la présence de freins politiques ralentit l'éclosion d'occasions économiques contribuant à l'ÉC. L'étude identifie des barrières, obstacles ou écarts législatifs rendant les marchés potentiels de l'ÉC inaccessibles ou contre-performants. Les contraintes ne sont pas liées uniquement à une politique précise, mais plutôt à un ensemble de règlements. Aussi faut-il, pour éliminer certaines barrières, rétablir l'équilibre entre les diverses politiques [56].

Règlementation de fin de vie

Les règlementations de fin de vie se déploient dans différentes stratégies, dont la gestion des matières résiduelles en aval et l'utilisation efficiente des ressources en amont. **Les politiques de gestion des matières résiduelles** visent à priori à éviter l'élimination de ces matières et la réduction des volumes destinés aux lieux d'élimination et, dans certains cas, leur bannissement ou leur réutilisation comme matières premières vierges. L'Europe, la Chine et le Japon appliquent avec certaines variantes les principes des 3R inscrits dans leurs lois sur la gestion des déchets. Le Japon a des activités de normalisation pour le traitement des matières résiduelles, tandis que la Chine applique des principes compatibles avec ses efforts de production. Les Pays-Bas, pour leur part, ont adopté l'approche du cycle de vie pour réduire les impacts environnementaux des matériaux [46].

Plusieurs pays et États des É.-U. [55] interdisent de disposer de certains produits et matières dans les lieux d'élimination ou de les incinérer. Dans plusieurs cas, les bannissements sont jumelés à d'autres mesures complémentaires (fiscales, notamment) [57]. La Commission européenne vise aussi le renforcement de la détection de matières résiduelles illégales traversant les frontières européennes en outillant davantage les agents transfrontaliers [30].

L'ensemble des politiques des pays étudiés ciblent des secteurs d'activité précis. Les plus courants sont ceux de la construction et des résidus alimentaires, dont les volumes et le potentiel de valorisation sont élevés. Le premier secteur représente le plus gros volume dans l'Union européenne, d'où l'implantation du protocole volontaire de gestion des matières résiduelles de construction et de démolition [51]. De son côté, le Japon a mis en œuvre en 2002 une loi sur le recyclage des matériaux de construction. Au-delà de la construction, les Pays-Bas ont visé sept secteurs pilotes[4] contribuant à une réduction de 20 % des impacts environnementaux sur le cycle de vie, sur la base, entre autres, du volume en tonnes des matières résiduelles et de la pollution des substances toxiques [46].

Les **politiques d'efficacité des ressources** contribuent à l'ensemble des efforts en fin de vie. Les actions reposent sur la réutilisation et le recyclage. Des lois couvrant le recyclage des contenants et emballages, le recyclage des électroménagers, des voitures, des matériaux de construction, ainsi que de la nourriture, en font partie [11]. En 1991, le Japon adoptait déjà une structure législative d'utilisation efficace des ressources par la voie de politiques de recyclage ciblées. En Europe, la directive portant spécifiquement sur les déchets d'équipements électroniques et électriques (DEEE), ainsi que la directive couvrant les véhicules en fin de vie (VFV), visent la responsabilisation des producteurs européens quant aux lignes

4 Textile, papier-carton, résidus de construction et de démolition, aluminium, PVC, matières résiduelles encombrantes des ménages et résidus alimentaires [22].

directrices et règlements à suivre pour leurs produits, ce qui constitue une mesure de type « responsabilité élargie des producteurs » (REP) [6]. Les matières biodégradables, quant à eux, sont ciblés dans quelques cadres législatifs. Par exemple, la Commission européenne a mis sur pied des actions contre le gaspillage alimentaire dans le Plan d'Action de l'économie circulaire européenne [51], tandis que le Japon a une loi sur la promotion de l'usage des résidus alimentaires recyclables [46]. L'UE a aussi des règles concernant l'utilisation et la libre circulation des engrais créés à partir de matières primaires et secondaires (nutriments récupérés), afin d'inciter la transformation des résidus organiques et produits dérivés en potentiel économique. Elle a aussi une règlementation visant une meilleure intégration de la réutilisation de l'eau, sa planification et sa gestion.[51]. Les emballages, papiers et cartons, appareils électroménagers, piles et accumulateurs, ainsi que les médicaments, figurent parmi les autres familles de produits typiquement ciblés par les règlementations d'efficacité des ressources [9], [46], [49]. Ces lois imposent généralement des mesures contraignantes et intègrent parfois des dispositifs de responsabilité élargie des producteurs par voie du financement de la collecte et des opérations [46].

Gestion environnementale

La gestion environnementale prend différentes formes et mesures au sein des systèmes et des processus industriels. La législation sur la **production industrielle** contribue à réduire l'impact environnemental de la production. La Chine, par exemple, a une Loi sur la production propre qui est au cœur de sa Loi sur la promotion de l'économie circulaire [14]. Celle-ci vise l'amélioration continue de l'efficience économique et la réduction des impacts sur l'environnement et sur la santé humaine, par la réduction des matières résiduelles, de la pollution et des flux d'intrants non renouvelables et dangereux dans les processus, produits et services des industries [51].

Dans une perspective de réduction de l'empreinte environnementale dès la conception de produits, l'Europe a mis en place une règlementation (*REACH*) pour contrôler les **substances dangereuses** sur le territoire européen [58]. De plus, la Commission européenne a adopté une proposition de révision de la directive sur l'usage restrictif de substances dangereuses pour les équipements électriques et électroniques (« RoHS Directive »), qui vise le remplacement de certaines substances dangereuses [59].

Dans le cadre d'un effort collectif pour contrer le réchauffement climatique, les états sont poussés à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre, ce qui passe notamment par le développement d'énergies renouvelables propres et l'efficacité énergétique. Les mécanismes de tarifs de subventionnement encouragent l'investissement et le développement de technologies ainsi que l'approvisionnement en énergie de source renouvelable afin de réduire la dépendance envers les énergies non renouvelables et polluantes [22], [60].

Standards

Les standards sont des formes d'assurance de qualité ou de conformité à des critères préétablis, et servent de levier pour faciliter les transactions entre parties prenantes. Les standards peuvent également être émis par d'autres entités que les gouvernements, telles des associations industrielles, ou des organismes non gouvernementaux (ONG).

L'Union européenne a adopté en 2005 une directive sur l'écoconception, qui offre un cadre d'exigences minimales applicables aux produits en matière d'efficacité énergétique [61]. Dans le plan de travail sur l'Écoconception 2016-2019, la révision règlementaire a également porté

sur des standards se rapportant par exemple à l'efficacité énergétique ou au recyclage de dispositifs électroniques [51]. La Chine et le Japon utilisent des standards supérieurs qui sont souvent jumelés avec l'utilisation d'étiquetage environnemental pour identifier et différencier les produits performants [46].

L'étiquetage permet d'informer les consommateurs sur la base de critères donnés [14]. Dans d'autres cas, l'étiquetage sert d'outil de communication et de différenciation des produits, ou pour communiquer des caractéristiques d'un produit, conformément à certaines lois.

Afin d'encourager la réutilisation et la prolongation de la durée de vie des produits, le Japon et l'Europe ont adopté des **normes** sur les produits recyclés et vendus en ligne (nouveaux et usagés) respectivement. Le comité japonais des normes industrielles (« Japanese Industrial Standards Committee [JIS] ») a mis sur pied un programme de mesures afin de normaliser la réutilisation de produits recyclés, mais aussi d'en faciliter la diffusion et l'utilisation. [46], [62]. En Europe, le Plan d'Action de l'économie circulaire visant à protéger les consommateurs offre des garanties pour les biens de consommation vendus en ligne, et promeut la vente de produits durables et réparables jusqu'à 2 ans après la vente ou la livraison [51].

Politiques d'achat

Enfin, au chapitre de la règlementation, les gouvernements peuvent mettre en place des politiques d'achat exigeant des organismes du secteur public qu'ils choisissent des produits répondant à certains critères environnementaux. Compte tenu qu'en Europe, les achats gouvernementaux représentent 19,9 % du PIB [63], l'impact de telles politiques est majeur. Des politiques d'achat vert sont appliquées par les gouvernements japonais, taiwanais, sud-coréen, malaisien et étatsunien [49]. Aux États-Unis, la NASA et le Pentagone priorisent les offres de service à l'achat de biens matériels découlant d'une politique d'approvisionnement vert [22].

2.2.3 Fiscalité

En plus des politiques, les gouvernements peuvent recourir à certaines **mesures fiscales** qui imposeront un coût aux externalités associées à l'exploitation des ressources, afin d'inciter à des utilisations plus efficaces et efficientes de ces ressources, dans le but de réduire la pollution et les matières résiduelles.

Depuis l'adoption en 1992 de la loi sur les emballages en Allemagne, le concept de la responsabilité élargie des producteurs (REP) a été inscrit dans plusieurs politiques environnementales à travers le monde [55][34]. Fondé sur le principe du pollueur-payeur, ce concept attribue la responsabilité de l'impact environnemental de la fin de vie des produits aux producteurs ou vendeurs, et promeut parallèlement la réutilisation, le recyclage, la disposition et la réduction des matières résiduelles, c'est-à-dire la circularité des produits [14], [55], [64]. Le Japon et le Québec ont mis en place un système de collecte sélective pour les emballages et contenants recyclables, dont la fin de vie est financée par les entreprises pour compenser les frais de collecte par les municipalités ou organismes de collecte. Du côté des citoyens, un système de tarification incitative, similaire à la politique de REP, incite à la réduction des matières résiduelles et à l'augmentation des taux de recyclage [54]. Ce système de tarification en fonction du poids ou du volume des matières résiduelles recueillies au bord des rues responsabilise les consommateurs [55]. Un peu plus d'un quart des villes aux États-Unis avaient adopté ce système en 2010, qui est aussi en vigueur en Suisse, en Allemagne, en

Italie, au Danemark, aux Pays-Bas, en Espagne [65], et, au Québec, dans les municipalités de Canton de Potton et Beaconsfield [66].

Les divers marchés du carbone, dont chacun a ses particularités, permettent la négociation et l'échange de droits d'émission de GES, dans le but de réduire de l'impact environnemental des gros pollueurs [67]. Les participants se font attribuer des droits d'émission par l'État. Un plafond d'unités d'émission est établi en tonnes d'équivalent CO_2, auquel doivent se conformer les entreprises visées. Celles-ci doivent réduire leurs émissions, par exemple en modifiant leurs procédés grâce à des technologies vertes ou en réduisant leur consommation d'énergie. Si elles ne respectent pas le seuil auquel elles ont droit, elles devront se procurer des unités d'émission sur le marché du carbone. Depuis 2015, les droits d'émission des émetteurs diminuent de 1 % à 2 % par année, l'objectif étant de pousser les grands pollueurs à réduire leurs émissions de GES.

La **taxation** est un autre outil à la disposition des gouvernements. L'appel à une taxation des matières résiduelles destinées aux sites d'enfouissement est fréquemment perçu comme un incitatif au recyclage, à la réutilisation et à la revalorisation, ce qui doit favoriser ainsi le développement de nouveaux produits et services. Dans le cadre de son programme d'action en environnement, l'Union européenne a inscrit un objectif de zéro déchet dans sa politique, afin de resserrer les cibles de réduction des matières biodégradables des lieux d'élimination [14]. Pour certains auteurs, une révision du système actuel de taxation permettrait d'adapter le régime fiscal aux changements économiques que propose l'économie circulaire, et ils suggèrent l'imposition d'une taxe sur les ressources non renouvelables et fossiles, ainsi que l'ajustement de la taxe à la valeur ajoutée [21], [22], [25], [31], [45]. Walter R. Stahel [22] propose aussi un régime de taxation qui promouvrait une économie *en boucles*, ce qui mènerait à une hausse du nombre d'emplois et à la création de richesse tout en utilisant moins de ressources. La taxation des ressources non renouvelables pousserait à réduire l'utilisation d'énergie et des matériaux, incluant les terres rares, et la pollution découlant de l'extraction et de la production. De plus, dans le contexte d'une économie circulaire, l'abolition de la taxe à la valeur ajoutée (TVA) sur les produits réinsérés dans l'économie permettrait de corriger certaines imperfections du marché [31].

De toutes les mesures existantes, la responsabilité élargie des producteurs (REP) et la taxation des matières destinées aux lieux d'élimination sont les plus couramment utilisées à ce jour.

2.2.4 Soutien et financement

D'autres leviers gouvernementaux peuvent contribuer plus ou moins directement à la création de conditions favorables à la transition vers une économie circulaire. Cela passe notamment par la mise à disposition **d'information** sur l'ÉC destinée à des publics cibles. La Commission européenne adapte ses documents de référence aux meilleures pratiques techniques disponibles (« Best *Available Techniques References Document* » *[BREFs]*) propres à certains secteurs en y intégrant des éléments de l'économie circulaire. Le Japon a adopté une démarche semblable à l'intention des communautés et entreprises [46]. En Europe, les programmes utilisés comme outils jouent un rôle de sensibilisation, de partage d'information, de lieu collaboratif ou de ressource pour une transition vers une économie circulaire. L'Allemagne, pour sa part, a créé une plateforme d'information sur les technologies innovantes, qui comprend une utilisation efficace des ressources [24].

Certains leviers prennent la forme de **financement** ou d'aide à l'obtention de financement. L'appui des gouvernements à la transition se trouve au cœur de la réussite du processus, car il en réduit les risques et assure que les investissements concordent avec les objectifs de développement économique et environnemental [18]. En Europe, une plateforme regroupant la Commission européenne, la Banque européenne d'investissement, ainsi que les acteurs du marché financier et les entreprises, a été mise en place pour soutenir des efforts accrus de sensibilisation sur l'ÉC auprès des entreprises et attiser l'intérêt d'investisseurs pour les projets circulaires [29]. Toujours en Europe, le Programme en recherche et développement HORIZON 2020 appuie des initiatives circulaires et donne accès aux entreprises à des services technologiques ou à des installations de fabrication avancées les aider à avoir une production propre [51]. Considéré comme principal outil de développement d'une économie verte aux Pays-Bas, le programme *Green Deal* facilite la création de projets innovants dans la société, aide à la mise en œuvre de projets circulaires et élimine certains freins au déploiement d'une économie verte [46]. Le gouvernement a pour rôle, dans le cadre de ce programme, de lever les freins règlementaires et législatifs, ainsi que les normes, autorisations et permis qui ralentissent le déploiement d'une économie verte. Le programme « *Eco-Town* » mis en place au Japon facilite l'implantation de symbioses industrielles par le financement des collectivités locales et de prêts de la Banque de développement du Japon. Les bourses de déchets, dont le fonctionnement est semblable à un financement, sont particulièrement utiles et nécessaires à la création de symbioses industrielles. Le Japon crée des bourses de matières résiduelles comme incitatifs à la symbiose industrielle, une approche utilisée en Europe depuis les années 70, particulièrement aux Pays-Bas dans le cadre du *Green Deal* [46].

2.3 AUTRES FREINS ET LEVIERS

Divers freins et leviers de nature technologique, économique ou sociale [21], et indépendants des gouvernements, ont une incidence sur la transition vers une économie circulaire. Des tableaux récapitulatifs sont présentés à l'annexe 5.4.

2.3.1 Freins et leviers technologiques

La technologie peut constituer à la fois un levier et un frein. Ainsi, soutenues par des stratégies et objectifs de l'économie circulaire, différentes innovations ont déjà pris forme, notamment en ce qui a trait à des usages plus durables de produits, à leur réutilisation ou à la transformation des services liés aux produits. En fait, il faut repenser l'approche traditionnelle de la conception des produits et services, puisqu'il y a possibilité d'innovation à toutes les étapes de leur cycle de vie.

Les avancées technologiques apportent plusieurs avantages en ce qui touche au cycle de vie, et les exemples de ces avantages sont nombreux[5]. Ainsi, l'établissement de nouvelles normes de qualité et l'implantation de technologies plus sophistiquées peuvent rendre les matières recyclées plus attrayantes, ce qui leur permet de rivaliser avec les matières primaires [31]. Selon la nature du produit ou son utilité, la technologie peut servir à accélérer la transition vers une économie circulaire où le reconditionnement et la réutilisation permettent l'intégration de progrès marginaux agissant comme activité complémentaire au secteur manufacturier [69].

5 Amélioration de la productivité des ressources, réduction accrue des coûts, meilleure précision des opérations (réduction de l'utilisation de l'eau et des engrais en agriculture), amélioration de la performance environnementale (consommation de ressources et leurs impacts environnementaux) [22], [49], de l'efficacité des ressources (meilleure utilisation par la réutilisation) [21] [68], et amélioration du traitement des matières résiduelles [49].

L'économie de fonctionnalité pourrait donc répondre aux préoccupations liées à l'obsolescence programmée, consommatrice de ressources naturelles [5].

L'évolution technologique a cependant ses limites. Le recyclage complet n'est pas réalisable d'un point de vue physique, comme l'a souligné le mathématicien et économiste Georgescu-Rogean [40]. En effet, la thermodynamique implique qu'au-delà d'un certain niveau, le recyclage devient nettement trop énergivore, ce qui rend le processus inapproprié. Aussi, le recyclage sera toujours incomplet en raison des pertes d'énergie et de ressources. La dispersion géographique, les opérations nécessaires au recyclage, la perte de matériaux et l'usure sont d'autres exemples de limites. De plus, de nombreuses technologies ou dispositifs utilisés au quotidien sont composés de métaux rares; or, à l'heure actuelle, les technologies ne permettent pas toujours de recycler ces terres rares [69], [70].

Compte tenu que la planète constitue en elle-même un ensemble fermé, une autre limite existe de nature spatiale et temporelle. Les flux de matériaux et d'énergie circulant à travers les frontières géographiques sont susceptibles d'entraîner des problèmes de déplacement qui devront être minimisés [71]. Par exemple, la réduction des impacts environnementaux dans un système régional peut avoir des retombées négatives directes ou indirectes sur une autre partie du système (par la chaîne d'approvisionnement ou le cycle de vie du produit). Ainsi, les pays en développement sont fortement touchés par les impacts environnementaux et sociaux. Par ailleurs, il est difficile de cerner aujourd'hui les impacts environnementaux à long terme de certaines activités humaines [40].

2.3.2 Freins et leviers économiques

Certaines modifications et révisions des modèles d'affaires actuels des entreprises devront être réalisées pour intégrer les stratégies de l'ÉC, [69]. La firme Accenture a identifié certaines technologies favorisant les nouveaux modèles d'affaires. Ces technologies ont changé les pratiques d'affaires à tous les échelons de la chaîne de valeur, elles permettent la fusion des mondes physiques et numériques à grande échelle et sont favorables à l'économie circulaire [23]. Ainsi, la numérisation facilite l'échange d'information en temps réel entre les utilisateurs, les machines et les systèmes de gestion, elle offre la possibilité d'établir une relation au-delà du point de vente et facilite, par exemple, le transfert d'informations au client. Les technologies d'ingénierie, essentiellement de nature physique et technique, sont déployées par activité. Quant aux technologies hybrides, elles se situent à mi-chemin entre la numérisation et l'ingénierie, donnant accès à l'information sur les biens physiques ainsi que les flux de matières.

L'économie de fonctionnalité, qui permet de prolonger la durée de vie des produits, semble être une approche intéressante. Elle permet non seulement d'internaliser les coûts des matières résiduelles et des risques, mais aussi de sécuriser les ressources pour l'entreprise et l'économie nationale grâce à un meilleur contrôle de ces ressources [22]. L'approche remet toutefois en question le modèle d'affaires de nombreuses entreprises, qui doivent repenser des principes éprouvés qui ont fonctionné pendant des années. Il peut leur sembler difficile de modifier le *statu quo* et d'opter pour des fonctionnalités différentes, voire de réaliser que leur offre d'affaires ne sera pas viable à long terme [72] [56]. Pour les utilisateurs, et donc la clientèle, la cybersécurité demeure un élément préoccupant de l'économie de fonctionnalité et collaborative [73].

Parmi les autres obstacles économiques, la vision des actionnaires – souvent axée sur le court terme et la gouvernance d'entreprise – ne permet pas d'investir dans une transformation dont les résultats ne s'observeront qu'à moyen ou à long terme. Les directions d'entreprises peuvent également avoir des réserves à l'égard des nouvelles propositions d'affaires, notamment en ce qui touche à la confiance envers la fiabilité de ces nouveaux modèles et à la confidentialité des informations (IMSA, 2013 dans [45]).

La gestion de la transition soulève des défis pour les entreprises. Pensons à la crainte d'une cannibalisation (vente de biens substituée par la vente de valeur), à la redéfinition des rôles dans la chaîne de valeur et d'approvisionnement ainsi qu'aux modalités des relations, plus directes, avec les consommateurs. Aussi, l'entreprise désirant se transformer pourrait rencontrer de la résistance auprès de ses parties prenantes privilégiant le *statu quo* [45], ou ne comprenant pas les changements.

Au-delà des modèles d'affaires, le prix sur le marché de l'énergie non renouvelable et des matières premières vierges est parfois tout simplement moins élevé que celui des matières recyclées [31], notamment parce que les coûts environnementaux ne sont pas pris en compte lors de l'extraction [45]. Le recyclage comporte lui aussi un coût supplémentaire – traitement des matériaux pour obtenir une qualité comparable aux matières vierges, développement de l'infrastructure et du système de collecte –, qui peut s'avérer supérieur à la valeur du matériau à récupérer. L'appui des gouvernements, qu'il soit financier ou politique – par exemple avec la REP –, pourra contrer l'effet de tels freins au déploiement de l'économie circulaire [49].

Le changement peut être aussi contraint par l'effet de blocage (*lock-in*) et du sentier dépendant (*path dependency)* [40]. Ainsi, le marché ne retiendra-t-il pas nécessairement la meilleure solution. Au contraire, il risque de retenir celle qui est la plus connue, qui a attiré le plus d'attention, ou qui est la mieux adaptée aux infrastructures déjà existantes, et cela aura pour effet de freiner la pénétration de marché des innovations subséquentes. Par ailleurs, les investissements souvent élevés à réaliser au chapitre des infrastructures, des systèmes et des processus, ainsi que dans les réseaux qui les entourent, font en sorte qu'il peut être difficile, voire impossible, de mettre en œuvre les solutions proposées par l'ÉC.

Quelques études s'entendent sur la nécessité d'assurer une coordination du marché international, c'est-à-dire des états et des politiques nationales. De fait, les efforts que déploient les états à l'interne contribuent en partie à assurer la transition vers une économie circulaire, mais ils ne sont pas suffisants. Toutefois, les échanges de ressources et les chaînes d'approvisionnement traversent es frontières nationales [45], [48], [49]. Cette coordination pourrait passer par exemple par l'établissement de systèmes internationaux indépendants permettant l'organisation des flux, y compris la centralisation de l'information et son partage, l'étiquetage, l'analyse des impacts et la standardisation [45], [49]. En ce qui a trait aux politiques environnementales dans des secteurs clés et à la normalisation, la coordination internationale contribuerait à l'établissement de règles communes, garantes de la compétitivité des entreprises de tous les pays. Cette coordination faciliterait en outre les transactions sur les grands marchés et offrirait de nombreuses occasions d'investissement [49].

2.3.3 Freins et leviers sociaux

Un changement de mentalité est nécessaire dans toutes les sphères de la société, soit des politiciens aux entreprises, en passant par les consommateurs.

Les produits dérivés et les nouveaux produits provenant de ressources secondaires peuvent être difficiles à imposer sur le marché en raison de leur provenance, du manque d'information quant à leurs avantages, et de leur prix qui n'apparait pas toujours justifié [31]. Le partage d'information et la sensibilisation des consommateurs sont donc de toute évidence nécessaires. Heureusement, la réutilisation et les services prolongeant la durée de vie sont de plus en plus perçus comme une bonne gestion des ressources et une gestion intelligente au lieu d'être perçus comme étant de qualité inférieure [69].

L'étiquetage se présente comme une solution simple pour différencier les produits et services contribuant à l'ÉC. Ce système encourage l'adoption rapide de pratiques par les entreprises et peut récompenser les entreprises y participant [15][25]. L'Institut Montaigne [9] présente, parmi ses propositions pour faciliter la transition, la mise en œuvre d'un programme de sensibilisation auprès des citoyens-consommateurs et des consommateurs industriels, la promotion de l'achat public et l'adoption de mesures incitatives à l'échelle locale, surtout en matière de recyclage.

En tant qu'élément de sensibilisation, la formation joue aussi un rôle clé dans la préparation des futurs professionnels au concept de l'ÉC [18], [45], et des investissements seront nécessaires en ce sens (programmes d'information pour accroître l'efficacité) [21]. De plus, certaines études signalent le besoin de nouvelles compétences, et de programmes de formation distincts devront être mis sur pied selon les secteurs, les activités et les technologies [9], [38].

3 ÉCONOMIE CIRCULAIRE AU QUÉBEC

Le Québec a intégré des stratégies et outils de l'ÉC dans sa législation. De plus, certains secteurs économiques du Québec affichent un bon potentiel de circularisation; ils sont brièvement présentés à la fin de cette section. Enfin, des organisations poursuivent déjà les cinq stratégies mises de l'avant dans cette étude : économie de fonctionnalité, économie collaborative, recyclage, réusinage et reconditionnement, et symbiose industrielle.

3.1 POLITIQUES LIÉES À L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Le Québec a adopté une règlementation et des politiques visant à réduire l'impact environnemental de l'activité économique et humaine. Certaines politiques sont décrites dans cette section, qui n'est toutefois pas exhaustive. Pour représenter leur évolution au fil des années, certaines de ces politiques ont été situées sur une échelle temporelle disponible en annexe (5.3).

3.1.1 Règlementation

Le gouvernement du Québec s'est doté d'une stratégie qui oriente plusieurs règlements, mais qui dépasse la simple législation. Par exemple, la Stratégie gouvernementale de développement durable 2015-2020 exprime la vision et les engagements du gouvernement, elle guide l'administration publique vers une économie verte et identifie des objectifs de lutte contre les changements climatiques. La Stratégie souligne l'appui des ministères et des organismes gouvernementaux au développement de pratiques et de modèles d'affaires verts et responsables. L'objectif est que d'ici 2020, 30 % des entreprises québécoises aient amorcé une démarche de développement durable, entre autres par l'élaboration d'un système d'économie circulaire et d'écologie industrielle [74]. Parmi les activités du plan d'action de développement durable 2015-2020, mentionnons la gestion écoresponsable, qui déploie plusieurs actions touchant le transport, les bâtiments, les systèmes informatiques, l'élaboration de politiques d'achat et de spécifications d'appel d'offres écoresponsables [75]. Plusieurs règles de gestion des matières résiduelles, normes et outils fiscaux contribuent à soutenir les démarches du Québec dans la minimalisation de son impact environnemental.

Règlementation de fin de vie

- La Politique québécoise de gestion des matières résiduelles (PQGMR) découle de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE). Elle a pour objectif principal d'éliminer les résidus en s'appuyant sur les principes de hiérarchisation 3RV-E : 1) réduction à la source, 2) réemploi, 3) recyclage, 4) valorisation de matière et énergétique, 5) élimination. Les stratégies et mesures de mise en œuvre répondent à trois enjeux – mettre un terme au gaspillage des ressources, contribuer à l'atteinte des objectifs du Plan d'action sur les changements climatiques et ceux de l'ancienne stratégie énergétique du Québec, devenue la Politique énergétique 2030, et responsabiliser les acteurs concernés par la gestion des matières résiduelles [76]–[78].

- L'article 4 du Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles encadre les matières dont l'élimination est interdite. La Politique québécoise de gestion des matières résiduelles fixe certaines catégories de matières organiques bannies afin d'en réduire la quantité et d'en augmenter le taux de recyclage ou de valorisation [57], [79].

- Le Règlement sur la récupération et la valorisation des produits par les entreprises, en vigueur depuis 2011, et le Plan d'action 2011-2015, découlent tous deux de la Politique québécoise de gestion des matières résiduelles. Le Règlement attribue une responsabilité aux entreprises mettant en marché certains produits tels que les huiles, liquides de refroidissement, antigels ainsi que leurs filtres et contenants, produits électroniques, peintures et leurs contenants, lampes au mercure, piles et batteries. Les manufacturiers, producteurs, propriétaires ou utilisateurs de marques et les premiers fournisseurs sont tenus de mettre en place leur propre programme de récupération et de valorisation, ou d'adhérer aux programmes des organismes reconnus par RECYC-QUÉBEC pour leur gestion en fin de vie. Ce règlement repose sur le principe de la responsabilité élargie des producteurs (REP) [80], [81].

- Dans un même ordre d'idée, les entreprises mettant en marché contenants, emballages et imprimés, sont responsables de leur fin de vie et doivent contribuer au financement des services municipaux de collecte sélective [71]. Les organismes privés à but non lucratif Éco Entreprises Québec (ÉEQ) et RecycleMédias, agréés par RECYC-QUÉBEC, sont garants du régime de compensation pour la collecte sélective entre les entreprises ciblées par la loi, les municipalités et les centres de tri et autres acteurs [83].

- Le Plan d'action 2011-2015 de la Politique québécoise de gestion des matières résiduelles cible la gestion des résidus du secteur de la construction, de la rénovation et de la démolition (CRD), ainsi que le recyclage et la valorisation de certaines matières résiduelles [53], [77], [78].

Gestion environnementale

- La Politique énergétique 2030, dévoilée en 2016, vise la réduction des émissions de GES de 37,5 % par rapport à 1990 au moyen d'une utilisation moindre des produits pétroliers, de l'élimination du charbon thermique, d'une augmentation de 25 % de la production d'énergie de source renouvelable, de la hausse de 50 % de la bioénergie, et de l'amélioration de 15 % de l'efficacité énergétique [84].

Standards

- Le Règlement sur l'efficacité énergétique d'appareils fonctionnant à l'électricité et aux hydrocarbures est entré en vigueur en août 2017. Ce règlement exige des fabricants d'appareils, des distributeurs et grossistes d'appareils, ainsi que des vendeurs ou des loueurs d'appareils, de relever l'information portant sur le rendement énergétique conformément aux exigences règlementaires [85].

Fiscalité

- Depuis 2013, le Québec participe au marché du carbone de la « Western Climate Initiative (WCI) ». En 2014, la province a lié son système de plafonnement et d'échange de droits d'émission (SPEDE) à celui de la Californie, créant de la sorte le plus grand marché de carbone en Amérique du Nord. Le 1er janvier 2018, l'Ontario a adhéré au système d'échange, faisant de celui-ci le plus grand au monde après celui de l'Union européenne. Le SPEDE québécois cible les entreprises émettant[6] plus de 25 000 tonnes métriques d'équivalent CO_2 annuellement et regroupe les secteurs de l'industrie, de l'électricité, et des distributeurs de carburant et de combustibles fossiles[7]. Depuis la fin de l'année 2017, les entreprises du Québec qui émettent entre 10 000 et 24 999 tonnes de CO_2 par année, ont désormais la possibilité de s'inscrire et d'adhérer volontairement au SPEDE. Pour les émetteurs de moins de 10 000 tonnes d'équivalent CO_2, l'adhésion et la déclaration se font sur une base volontaire. Les sommes récoltées par la vente aux enchères des unités d'émission sont versées au Fonds vert du Québec et sont consacrées aux initiatives du Plan d'action sur les changements climatiques 2013-2020 [87].

- Le Règlement sur les redevances exigibles pour l'élimination de matières résiduelles, entré en vigueur en juin 2006, vise la réduction des quantités de matières résiduelles éliminées et l'augmentation de la durée de vie des sites d'élimination, et finance les plans de gestion de matières résiduelles. Les exploitants sont tenus de payer des redevances par tonne métrique reçue [82].

- Les fonds recueillis en vertu du Règlement sur les redevances exigibles pour l'élimination de matières résiduelles sont distribués conformément aux modalités du Programme sur la redistribution aux municipalités des redevances pour l'élimination de matières et aux ententes entre le MDDELCC et les organismes représentant les municipalités. Les redevances sont octroyées sous forme de subventions aux municipalités, établies en fonction de certains critères tels que la population et la performance territoriale. Elles servent également à financer les activités de gestion

6 Un émetteur est toute personne ou municipalité qui exploite une entreprise distribuant 200 litres ou plus de carburant et de combustible au sens du protocole QC.30 de l'annexe A.2 du Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère (Q-2, r.15) [86].

7 Pour plus d'information, se reporter à l'annexe A.2 du Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère (Q-2, r.15)

des matières résiduelles du Ministère et le programme de traitement des matières organiques par biométhanisation et compostage [88].

Soutien et financement

- Le Fonds vert est l'une des principales sources de financement en faveur du développement durable au Québec. Les sommes récoltées par les différents programmes servent à protéger l'environnement, à préserver la biodiversité et à contrer les changements climatiques. Le Fonds vert tire ses revenus de la vente aux enchères d'unités d'émission de GES dans le cadre du système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de GES (SPEDE), des redevances sur l'élimination des matières résiduelles, de la redevance exigible sur l'utilisation de l'eau et des transferts du gouvernement fédéral pour les barrages [89], [90]. D'autres éléments reliés à la protection de l'environnement contribuent également au Fonds vert – les droits annuels entourant les attestations pour assainissement en milieu industriel, les amandes et sanctions administratives pour manquement à la LQE, les tarifs des demandes d'autorisations environnementales [91].

- L'organisme RECYC-Québec offre plusieurs possibilités de financement par appels de propositions sur la réduction à la source, visant des débouchés pour les matières résiduelles (industries, commerces et institutions) et pour soutenir les initiatives de recyclage et de valorisation des résidus [92]. L'organisme met également en œuvre des programmes pour faciliter la transition des territoires vers l'économie circulaire.

- Le Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTEI) et l'organisme Synergie Québec accompagnent le développement de symbioses industrielles et offrent des outils pour faciliter leur déploiement sur le territoire québécois [93], [94].

3.2 IDENTIFICATION DES SECTEURS À FORT POTENTIEL

Plusieurs études appliquent des modèles théoriques et des mesures d'évaluation à l'estimation des retombées identifiées dans la littérature. Au niveau macro, une variété de méthodes d'évaluation existent, dont des approches basées sur l'analyse entrée-sortie qui sont utilisées pour créer des indicateurs de circularité. Ce type d'outil aurait atteint un niveau de maturité adéquat pour l'évaluation directe des flux de matières dans une économie au sens large. L'analyse entrée-sortie peut aussi s'appliquer à une échelle intermédiaire, par exemple pour évaluer les symbioses industrielles au sein d'industries, ainsi qu'aux évaluations supplémentaires d'efficience des symbioses (énergies, intensité en main d'œuvre). Au niveau micro, les indicateurs mis au point jusqu'à présent ne sont pas standardisés et bien établis. Linder et coll. [95] proposent un indicateur de circularité fondé sur des critères de qualité liés à la composition de matières réinsérées et vierges d'un produit, ainsi que sur les activités requises pour la réinsertion des matériaux. D'autres indicateurs existent, mais ils n'agrègent pas les résultats en un indicateur, les unités de mesure et l'ensemble des boucles circulaires considérées [95].

Une analyse visant à identifier, de façon préliminaire, les secteurs à fort potentiel au Québec, a été réalisée en combinant les résultats issus de la littérature et des Tableaux Ressources Emploi 2014 de Statistique Canada. La sélection des secteurs a été basée sur la recension des études sur les retombées de l'ÉC. Un total de 12 études ont été retenues, regroupant plusieurs secteurs économiques. Les secteurs avec le plus grand nombre de mentions ont été retenus. Les regroupements d'industries ou de ressources (produits et services) ont été évalués selon leur valeur en pourcentage du PIB, afin de mettre en évidence leur importance dans le contexte économique québécois. Leur regroupement et l'identification des types de consommation, qui incluent la consommation intermédiaire des industries ainsi que la demande finale des secteurs, sont basés sur les données dans la littérature. Les résultats sont présentés dans le Tableau 4.

Les secteurs de l'agroalimentaire (22,29 %), de l'énergie (16,63 %), de la construction (14,66 %) et des produits métallurgiques (12,48 %) occupent une place importante en termes de pourcentage du PIB. Ces quatre secteurs représentent, à priori, un potentiel intéressant de circularisation. Des gains majeurs au chapitre de l'environnement et de l'économie semblent possibles dans ces secteurs.

Les secteurs des matériaux recyclables (7,49 %), du textile (3,52 %), métaux, minéraux et produits chimiques (3.02%), de l'agriculture et de la foresterie (2,00 %) ont un poids relativement moindre au Québec, ce qui n'empêche pas que certains gains puissent y être faits, par exemple en matière d'économie d'eau et en optimisation de la ressource forestière.

L'entreprise **Cascades** fabrique, transforme et commercialise des produits d'emballage de papier. Elle est le premier récupérateur de papier recyclé au Canada. Mieux connue pour sa récupération des produits du papier, l'entreprise collecte aussi d'autres matériaux tels les plastiques et les métaux. Pour l'Amérique du Nord seulement, l'entreprise a valorisé plus de 440 000 tonnes métriques de matières en 2016.

Source cascades.metrio.net/indicators/matieres_residuelles/indicators/matieres_residuelles_brutes

Depuis 2007, le **Groupe Bellemare** exploite un centre de tri qui lui permet de récupérer et de valoriser des matériaux recyclables issus de projets de construction, de rénovation et de démolition. Les matériaux récupérés incluent le bois, le béton, le carton, le gypse, le verre, les bardeaux, les métaux et les plastiques. L'entreprise recycle ou revalorise annuellement 110 000 tonnes métriques de matériaux.

Source www.groupebellemare.com

Sanimax récupère et valorise des sous-produits issus du secteur agroalimentaire. Elle transforme les sous-produits de viande, les graisses, les huiles de cuissons usées et autres matières organiques en intrants de grande qualité pour une multitude d'autres secteurs industriels. Cette production permet à l'entreprise de détourner de l'enfouissement près de deux milliards de kilogrammes de sous-produits.

Source http://sanimax.ca

Cette évaluation a l'avantage de mettre en évidence les points de jonction entre les études internationales et les secteurs clés de l'économie québécoise. Une analyse plus approfondie serait requise pour identifier, au sein même de ces secteurs, ceux qui ont un potentiel de circularisation à court, à moyen et à long terme. Davantage de recherche serait aussi nécessaire afin de cerner quels sous-secteurs seraient à privilégier et de déterminer l'importance de l'impact de leur circularisation sur l'économie de la province.

TABLEAU 4 – Secteurs d'activité à fort potentiel au Québec

Secteurs	Nombre d'études traitant du sujet (sur 12 études[8])	Importance des produits dans la production et la consommation intermédiaire (% du PIB)
Agroalimentaire[9]	8	22,29 %
Énergie[10]	3	16,63 %
Construction[11]	8	14,66 %
Produits métallurgiques et électroniques[12]	5	12,48 %
Matériaux recyclables[13]	6	7,49 %
Textile[14]	3	3,52 %
Métaux, minéraux et produits chimiques[15]	6	3,02 %
Agriculture et foresterie[16]	7	2,00 %

Source Daméco et Statistique Canada

8 Ces 12 études sont : [31], [55], [57], [58], [60] à [66], [88]

9 Industries productrices : mouture de céréales et de graines oléagineuses, fabrication de sucre et de confiseries, mise en conserve de fruits et de légumes et fabrication de spécialités alimentaires, fabrication de produits laitiers et de viande; préparation et conditionnement de poissons et de fruits de mer, boulangerie et fabrication de tortillas, fabrication d'autres aliments, de boissons gazeuses et de glace; brasseries, vineries et distilleries et fabrication du tabac.

10 Toutes les industries productrices et consommations intermédiaires.

11 Industries productrices et consommation intermédiaire : construction résidentielle, construction de bâtiments non résidentiels, travaux d'ingénierie (liés aux transports, au pétrole et au gaz naturel, à l'énergie électrique, aux communications et autres); construction (réparation) et autres activités liées à la construction.

12 Industries productrices: fabrication de coutellerie, d'outils à main et d'autres produits métalliques, fabrication de produits d'architecture et d'éléments de charpentes métalliques, fabrication de chaudières, de réservoirs et de contenants d'expédition, fabrication d'articles de quincaillerie, fabrication de ressorts et de produits en fil métallique, ateliers d'usinage, fabrication de produits tournés, de vis, d'écrous et de boulons, revêtement, gravure, traitement thermique et activités analogues, fabrication de machines pour l'agriculture, la construction et l'extraction minière, fabrication de machines industrielles, fabrication de machines pour le commerce et les industries de services, fabrication d'appareils de ventilation, de chauffage, de climatisation et de réfrigération commerciale, fabrication de machines-outils pour le travail du métal, fabrication de moteurs, de turbines et de matériel de transmission de puissance, fabrication d'autres machines d'usage général.

13 Consommation intermédiaire : fabrication de produits en plastique, usines de pâte à papier, de papier et de carton, fabrication de produits en papier transformé, impression et activités connexes de soutien. Industries productrices : fabrication de produits en plastique.

14 Consommation intermédiaire : usines de textiles et de produits textiles, fabrication de vêtements, de produits en cuir et de produits analogues.

15 Industries productrices: extraction de minerais de fer, extraction de minerais d'or et d'argent, extraction de minerais de cuivre, de nickel, de plomb et de zinc, extraction d'autres minerais métalliques, extraction de pierre, extraction de sable, de gravier, d'argile, de céramique et de minerais réfractaires, fabrication de pesticides, d'engrais et d'autres produits chimiques agricoles.

16 Industries productrices : cultures agricoles, en serre et en pépinière et floriculture, aquaculture, foresterie et exploitation forestière, pêche, chasse et piégeage; activités de soutien aux cultures agricoles et à l'élevage, à la foresterie, foresterie et exploitation forestière.

L'entreprise **Granules LG** fabrique des granules de bois et des bûches écoénergétiques à partir de résidus industriels issus de la première et de la deuxième transformation du bois. Détenue à 100 % par des investisseurs autochtones et en activité depuis plus de 20 ans, cette entreprise se spécialise dans le chauffage à la biomasse, une ressource renouvelable, mais également dans la fabrication de litières.

Source https://granuleslg.com/fr

Enerkem transforme des matières résiduelles non recyclables en biocarburant, ce qui réduit la dépendance envers les énergies fossiles et les émissions des gaz à effet de serre. L'entreprise transforme également les matières résiduelles en produits chimiques renouvelables, qui sont par la suite utilisés dans des centaines d'applications commerciales et industrielles.

Source http://enerkem.com

Netlift est une entreprise québécoise qui s'inscrit dans l'économie de partage en offrant une plateforme de co-voiturage. Ce service permet de valoriser les places disponibles dans les voitures personnelles et ainsi, de bonifier l'offre de transport collectif par un service plus personnalisé, s'inscrivant dans une approche multimodale. Basée sur une plateforme numérique avancée, l'application Netlift est accessible sur téléphone intelligent.

Source https://www.netlift.me

3.3 ÉTUDES DE CAS D'ORGANISATIONS ACTIVES EN ÉCONOMIE CIRCULAIRE AU QUÉBEC

Plusieurs entreprises et organismes du Québec offrent des produits et services qui sont reliés à au moins une stratégie d'économie circulaire. Pour mettre en valeur cette expertise, quatre entreprises et un centre collégial de transfert technologique ont été rencontrés à l'automne 2017. Chaque entité offre des produits ou services distincts, tout en ayant un lien avec l'ÉC.

Un intervenant de chaque organisation a été rencontré pour une entrevue d'une heure, divisée en deux parties : la première se concentrait sur l'entité et la seconde sur l'économie circulaire. Ces rencontres ont mené à l'élaboration des cinq études de cas présentées ci-après. Les propos rapportés dans cette sous-section du rapport sont ceux des intervenants rencontrés.

3.3.1 RECYCLAGE : Soleno & Soleno

Soleno est une entreprise familiale québécoise, fondée en 1977, qui se spécialise dans la gestion des eaux pluviales, essentiellement à l'aide de tuyaux de polyéthylène haute densité (PEHD). Elle fabrique aussi des membranes géotextiles. L'entreprise compte environ 370 employés répartis dans quatre unités d'affaires : Soleno, Soleno Services, Soleno Textile et Soleno Recyclage. Ses usines sont situées au Québec et au Nouveau-Brunswick. Depuis sa fondation, l'entreprise se soucie de son impact social local, et a maintenu, au fil des années, une forte implication dans sa communauté.

La présente étude de cas se concentre davantage sur Soleno Recyclage, qui recycle et conditionne du PEHD issu d'usages domestiques et industriels. L'usine, située à Yamachiche, fonctionne grâce à un partenariat créé en 2014 avec le Groupe RCM, une entreprise d'économie sociale qui favorise l'emploi de personnes à limitation fonctionnelle. À ce jour, le partenariat emploie 65 personnes. En 2015, Soleno a reçu la certification Écoresponsable émise par le Conseil des industries responsables, et ce, pour l'ensemble de ses divisions.

Produits, services et marchés

Soleno Recyclage reçoit du PEHD en provenance de centres de tri et d'autres partenaires d'affaires, incluant les autres usines de l'entreprise. Le matériel est trié et lavé, pour ensuite être conditionné, extrudé et expédié sous forme de granules aux usines de Soleno pour la fabrication de nouveaux éléments de drainage de polyéthylène.

Dans son ensemble, Soleno couvre quatre grands secteurs d'activité : résidentiel, ressources naturelles, aménagement agricole, infrastructures commerciales et institutionnelles. Étant dans un marché de proximité, où les coûts et la rapidité de transport sont des éléments clés de compétitivité, la clientèle est principalement située dans l'est du Canada et le nord-est des États-Unis.

L'évolution de la recherche et l'évolution de certaines normes font en sorte que les marchés de Soleno sont en pleine croissance. À titre d'exemple, les chercheurs en agronomie ont démontré qu'un champ bien drainé aura une meilleure productivité, ce qui permet de rentabiliser rapidement l'investissement alloué à l'installation de drains. Une partie de la croissance que connaît l'entreprise s'appuie sur la sensibilisation, la communication et la recherche scientifique. Soleno contribue régulièrement à des projets de recherche.

La concurrence varie selon les secteurs d'activité, mais le principal concurrent pour les projets d'infrastructures est un produit de substitution : les tuyaux de béton. Ceux-ci sont privilégiés pour plusieurs applications, malgré la durée de vie plus longue que procurent les conduites en PEHD. Soleno doit aussi concurrencer d'autres fabricants canadiens ou étatsuniens dans ses principaux marchés.-

Stratégie d'économie circulaire

La stratégie d'économie circulaire qui domine chez Soleno Recyclage est le recyclage. Elle récupère des contenants de PEHD qui, une fois conditionnés, lui fournissent la matière première pour la fabrication des drains. Ce mode d'approvisionnement permet à Soleno d'accroître son autonomie d'accès à la matière première et constitue une réponse à la crise économique de 2008, où elle a vu plusieurs de ses fournisseurs faire faillite. L'usine a besoin annuellement d'environ 100 millions de contenants de plastique.

Soleno fait également de la symbiose industrielle. D'une part, à l'interne, où les rebus des usines d'extrusion sont envoyés à Soleno Recyclage. D'autre part, à l'externe avec plusieurs partenaires. L'entreprise a mis en place, sur chacun de ses sites, une collecte de matières recyclables, tels le carton et le métal, qui sont ensuite transférés à des entreprises qui les recyclent. À l'inverse, certaines entreprises envoient leurs résidus de PEHD à l'usine de recyclage de Soleno. Ces pratiques, en plus des ententes avec des centres de tri, assurent à Soleno Recyclage un approvisionnement continu en matière première.

Retombées économiques, environnementales et sociales

Le recyclage et la symbiose industrielle, ainsi que plusieurs autres pratiques, permettent à Soleno d'avoir un impact économique, environnemental et social marqué au Québec. L'entreprise affiche une volonté claire d'être un chef de file et de développer des solutions durables et locales.

Les retombées économiques sont multiples. L'achat local permet à Soleno de réduire ses frais de transport, ce qui réduit le prix d'acquisition de la matière première et lui procure un avantage concurrentiel. Cela accroît le contrôle sur les volumes et les prix de la matière première. Pour l'intervenant rencontré, d'un point de vue économique et social, il y a création locale d'emplois directs et indirects, ainsi que des revenus accrus pour les entreprises et les gouvernements. L'embauche de personnes à limitations fonctionnelles permet de valoriser une main-d'œuvre qui peine à trouver des emplois. Enfin, le recyclage local des matériaux réduit l'impact environnemental en minimisant les déchets, en évitant l'extraction de matières vierges et leur transformation.

Enjeux

Le principal enjeu auquel est confronté Soleno se rapporte aux normes de fabrication de ses produits. Elles sont très restrictives et exigent une qualité spécifique de polyéthylène, ce qui rend le recyclage plus complexe puisque la qualité du matériau reçu n'est pas toujours adéquate. Les normes actuelles empêchent également l'entreprise d'accéder à certains marchés où les tuyaux de béton sont privilégiés, une pratique difficilement justifiable.

Ce secteur industriel est difficile, situation mise en relief par la faillite des usines de recyclage qui ont précédé celle de Soleno. C'est d'ailleurs l'une des raisons pour lesquelles Soleno a créé sa propre usine de recyclage. Une autre difficulté est l'accès au matériel à recycler. Les besoins de l'entreprise sont comblés à environ 60 % au Québec, si bien qu'elle doit s'approvisionner

à l'extérieur du Québec pour les 40 % restants. Pourtant, si la population québécoise participait davantage au recyclage, l'entreprise serait en mesure de combler la totalité de son approvisionnement localement. Deux autres phénomènes réduisent également l'accès à la matière première : l'exportation des matières à recycler par des courtiers qui les achètent et les acheminent vers d'autres pays, ainsi que les contenants biodégradables qui ne sont pas recyclables.

Ces enjeux d'approvisionnement et d'exportation font constamment fluctuer les prix de la matière à recycler et font varier les coûts d'approvisionnement des autres usines de Soleno, la clientèle de base Soleno Recyclage.

3.3.2 RÉUSINAGE ET RECONDITIONNEMENT : Piscines et Spas Poséidon

L'entreprise Piscines et Spas Poséidon est en affaires depuis 15 ans. Sa principale offre de service est l'entretien, incluant l'ouverture et la fermeture, et la réparation de piscines et de spas. Depuis quelques années, l'entreprise fait également du réusinage et du reconditionnement de vieux spas. À ses débuts, cette entreprise de la Rive-Sud de Montréal comptait une dizaine de clients. Elle en compte maintenant plus de 2 000, desservis par une équipe de 15 à 45 employés selon les saisons. L'entreprise répond en moyenne à 8 000 appels de service chaque année, sur un territoire regroupant la Rive-Sud de Montréal, Montréal, Westmount et Mont-Royal.

Produits, services et marchés

Au fil des années, au service d'entretien de piscine, Poséidon a ajouté des services professionnels de réparation et rénovation de piscines, de réparation de spas, ainsi que la vente de spas spécialisés (plus performants, de qualité et écoénergétiques). Par la suite, l'entreprise a élargi son offre de services après-vente pour mieux accompagner les clients. Cette activité complémente l'expertise de vente et d'installation des grands détaillants. L'entreprise s'est aussi lancée dans la location de spas en s'inspirant de pratiques effectives sur le marché américain. Son chiffre d'affaires est réparti entre le marché résidentiel (80 %) et commercial (20 %).

Au Québec, contrairement au marché européen, le secteur des piscines et spas ne reconnaît pas officiellement le métier de piscinier. Pour former adéquatement sa main-d'œuvre, Poséidon a donc dû mettre sur pied ses propres programmes de formation technique à partir de recherches et de l'expérience acquises depuis sa fondation. C'est par souci de conserver une main-d'œuvre formée et qualifiée pendant la basse saison que l'entreprise s'est intéressée au marché du réusinage de spas, ce qui lui permettait de faire travailler ses employés en hiver.

Le marché des spas réusinés a connu une forte croissance suite à la popularisation des spas au milieu des années 2000. Depuis, de nombreux propriétaires cherchent à se départir de leurs spas. Ces produits usagés, en bon état et souvent haut de gamme, sont achetés par Poséidon qui a recours au réusinage pour en prolonger la durée de vie.

L'entreprise considère que le marché du réusinage des spas est encore jeune et qu'il va gagner en maturité au fil des années. Elle s'attend à une hausse des ventes, étant donné que le coût de ses spas réusinés ne représente que 50 % du prix d'un spa neuf. La hausse du dollar US pourrait contribuer à cette croissance, puisque la majorité des spas sont fabriqués

aux États-Unis, ce qui accroît d'autant plus leur prix de vente au Canada. Poséidon offre aussi une garantie de deux ans à l'achat d'un spa réusiné, ce qui permet de rassurer les acheteurs sur la qualité de ses produits. Il s'agit d'une valeur ajoutée par rapport à la concurrence constituée des différentes plateformes de petites annonces de produits d'occasion, comme Kijiji ou eBay.

Stratégie d'économie circulaire

La stratégie d'économie circulaire qui domine à Piscines et Spas Poséidon est le réusinage et le reconditionnement. L'entreprise récupère des spas usagés pour les remettre en bon état, selon des normes établies. Les spas sont donc remis à neuf – et parfois réusinés pour être améliorés par rapport au produit initial – par le remplacement de composantes (tuyauterie, système de filtration et autres pièces), l'ajout de nouvelles technologies et de nouveaux attributs, comme une meilleure efficacité énergétique. Enfin, la location de spas s'inscrit dans une économie de fonctionnalité et permet aux consommateurs de profiter d'un spa sans avoir à en faire l'achat.

Retombées économiques, environnementales et sociales

Le réusinage de spas permet à l'entreprise de conserver sa main-d'œuvre formée et qualifiée à l'année, dans un secteur économique qui est traditionnellement saisonnier. Elle réduit ainsi le taux de chômage de ses employés, qui en profitent pour perfectionner leurs techniques. Cette activité a pour autre avantage de générer une marge de profit supplémentaire et de contribuer à une meilleure efficacité matière, donc à une économie plus circulaire.

Les retombées environnementales sont potentiellement importantes lorsqu'une seconde vie est donnée à des produits durables et volumineux et qui terminent normalement leur cycle de vie dans un lieu d'enfouissement. Les spas sont composés de plusieurs matériaux, dont certains peuvent être nocifs pour l'environnement. Les spas récupérés et pouvant être réusinés voient leur durée de vie prolongée d'environ 10 à 15 ans, et favorisent une économie en énergie par l'ajout des technologies plus performantes. Il est à noter, par ailleurs, que le secteur des piscines et des spas a fait des progrès au chapitre de l'utilisation des produits chimiques et moins dommageables pour l'environnement.

Poséidon mène ses activités dans un rayon relativement restreint, ce qui lui permet de minimiser les temps de déplacement des techniciens lors des activités d'entretien. Les temps d'attentes et la consommation d'essence sont réduits, et l'entreprise peut répondre rapidement à davantage d'appels de services. Cette stratégie favorise la rentabilité de l'entreprise et contribue aux bonnes conditions de travail des employés.

Enjeux

Le principal enjeu pour l'entreprise est la main-d'œuvre qualifiée, c'est-à-dire formée adéquatement aux opérations d'entretien et de réusinage. Comme Piscines et Spas Poséidon a développé ses propres techniques pour assurer une grande qualité de service, la rétention des employés qu'elle a formés est primordiale pour la poursuite des activités.

Par ailleurs, l'entreprise est fréquemment contactée pour récupérer des spas, souvent gratuitement ou à faibles coûts. L'offre est abondante et elle peut choisir selon la qualité et le niveau de réparation requis. Toutefois, ces achats posent un problème d'entreposage, puisque le réusinage ne se fait qu'en hiver, puisque les techniciens sont occupés à temps plein par les services d'entretien durant la période estivale.

3.3.3 ÉCONOMIE DE FONCTIONNALITÉ : AutoPartage

L'entreprise AutoPartage[17] offre des véhicules en libre-service depuis quelques années dans six arrondissements de Montréal. Elle dispose d'une flotte de 450 voitures qui sont utilisées quotidiennement par plus de 50 000 membres. L'entreprise offre également ses services dans plusieurs villes en Amérique du Nord et en Europe.

Produits, services et marchés

AutoPartage offre des véhicules en autopartage, c'est-à-dire qu'à l'intérieur des zones d'opération de la ville, ils peuvent être empruntés à un endroit et laissés à destination. Chaque véhicule est doté d'une vignette de stationnement universelle, ce qui permet de le garer dans les arrondissements participants, dont Côte-des-Neiges, Hochelaga-Maisonneuve, Plateau-Mont-Royal et Rosemont.

Les membres prennent possession du véhicule au besoin et la facturation est faite en fonction du temps d'utilisation : à la minute, à l'heure, voire à la journée. L'emprunt se fait à l'aide d'une application conçue par AutoPartage pour les téléphones intelligents. En se connectant à son compte, un membre peut identifier un véhicule libre à proximité et en faire la réservation ou le déverrouiller. L'entretien, la maintenance, et le plein d'essence sont la responsabilité de l'entreprise.

La clientèle, locale et internationale, est avant tout urbaine, à l'aise avec la technologie et ayant fait le choix de ne pas posséder d'automobile, ou de ne pas en acheter une seconde. Les services d'AutoPartage s'inscrivent dans une tendance favorisant un style de vie de type multimodal, où les personnes combinent différents modes de transports. Ainsi, elles alternent entre transports en commun (train de banlieue et métro), vélo (Bixi ou personnel), marche et taxi. C'est la mobilité comme service (*mobility as a service*), qui implique une grande flexibilité pour les usagers, mais qui passe aussi par un changement de mentalité, dans un contexte où la possession d'une automobile est de moins en moins perçue comme un signe de réussite sociale.

AutoPartage s'inscrit dans cette tendance en offrant un service pratique et flexible, tout en étant complémentaire des autres moyens de transport pour des trajets courts, en milieu urbain, ou des trajets plus longs à l'extérieur de la ville. Dans un marché en pleine croissance dans les zones urbaines au Québec et à l'échelle internationale, l'entreprise se prépare à l'arrivée du véhicule autonome, qu'elle compte ajouter à son offre de service. La principale concurrence d'AutoPartage est le véhicule privé.

Stratégie d'économie circulaire

Le service offert par AutoPartage s'intègre dans l'économie circulaire puisque la stratégie dominante est celle de l'économie de fonctionnalité, où l'usage du produit, plutôt que sa possession, est favorisé, ce qui permet ici d'optimiser l'usage de l'automobile. Le client peut accéder à un véhicule qu'il ne possède pas et qui sera payé en fonction du temps d'utilisation. En échange, il a la garantie que le véhicule est bien entretenu et en état de rouler sur les routes, hiver comme été. En ce sens, la confiance constitue un élément clé de la réussite d'AutoPartage. Autres stratégies de l'économie circulaire : l'entretien et la réparation des véhicules sont la responsabilité d'AutoPartage.

17 Il s'agit d'un nom fictif, l'entreprise ayant demandé à rester anonyme.

Retombées économiques, environnementales et sociales

Plusieurs études universitaires se sont intéressées à l'autopartage, ce qui permet à AutoPartage de mieux identifier les retombées de son offre de service.

Selon les études citées lors de la rencontre, chaque automobile en libre-service retirerait entre 7 à 11 voitures de la route, ce qui représente une réduction de 10 à 14 tonnes métriques de gaz à effet de serre par année pour chaque véhicule en autopartage. Ceci contribue également à réduire la congestion routière. Par ailleurs, l'usage de chaque véhicule est optimisé, puisque, contrairement à l'automobile privée qui passe l'essentiel de son temps stationnée, la voiture d'AutoPartage se déplacera à plusieurs occasions en une même journée. AutoPartage s'attend à ce que cette optimisation soit accrue avec les voitures autonomes, notamment parce que les véhicules pourront se déplacer par eux-mêmes pour aller dans les zones où il y a une forte demande de véhicules.

Autre conséquence du recours à l'autopartage, les clients sont davantage conscients des frais liés à l'usage d'une automobile, puisqu'ils sont facturés à l'utilisation. Le lien entre l'usage et les coûts n'est pas aussi direct dans le cas des propriétaires d'automobiles, qui dépensent en moyenne 8 000 $ par année pour leur véhicule. Or, il faudrait utiliser l'autopartage à hauteur de 700 $ chaque mois pour en arriver à la même somme, une dépense qui ne représente pas l'utilisation réelle des membres d'AutoPartage. Ceux-ci vont plutôt privilégier la combinaison de différents modes de transport. Ainsi, ils vont retarder l'achat d'un véhicule ou éviter d'en acquérir un deuxième.

L'autopartage semble contribuer directement aux modes de transport plus actifs. Les études démontrent que les clients de ce type de service marchent nettement plus, notamment parce qu'ils n'ont pas le réflexe de prendre l'automobile pour de très petits déplacements.

Enjeux

La capacité d'AutoPartage à offrir des services de mobilité intéressants pour sa clientèle est directement tributaire de la densité de population, ce qui rend difficile son expansion en dehors des zones urbaines.

De plus, AutoPartage fait face à certains enjeux règlementaires qui relèvent essentiellement de la réglementation municipale. L'accès aux vignettes universelles, qui permet de stationner les véhicules dans divers arrondissements de Montréal, est limité. Cela explique, entre autres, pourquoi l'offre est actuellement limitée à certains arrondissements. Au chapitre de la règlementation provinciale et fédérale, AutoPartage s'attend à devoir sensibiliser les élus et la population à l'automobile autonome, qui devrait arriver à moyen terme sur les routes du Québec et du Canada.

Finalement, quoique cela soit de moins en moins le cas, AutoPartage doit encore se faire connaître auprès de la population. Le véhicule en libre-service demeure relativement nouveau et reste moins connu en dehors des quartiers centraux de Montréal.

3.3.4 SYMBIOSE INDUSTRIELLE : le CTTÉI

Le Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTÉI) est le centre collégial de transfert technologique (CCTT) du Cégep de Sorel-Tracy. Les CCTT sont regroupés sous le Réseau Trans-tech et font de la recherche appliquée. Au nombre de 49, ils ont pour mandat de soutenir l'innovation technologique et sociale dans les entreprises grâce à des activités de recherche, d'aide, d'information et de formation technique.

Le CTTÉI, qui compte une quinzaine d'employés, a pour mission d'accroître la performance des entreprises et des collectivités par la recherche et le développement d'approches et de technologies novatrices en écologie industrielle. Il aide à mettre en valeur les résidus industriels, à identifier et à améliorer les procédés propres et à créer des symbioses industrielles. Le cas présenté ici se concentre surtout sur ce dernier service.

Produits, services et marchés

Le CTTÉI soutient les symbioses industrielles depuis 2008, et fournit des conseils sur l'ensemble du territoire québécois. L'établissement d'une symbiose passe par la rencontre des entreprises, des visites industrielles, la collecte d'information et le développement de bases de données sur les intrants (matières recherchées) et les extrants (matières résiduelles). Cette cartographie sert à identifier les complémentarités possibles, à les prioriser et à les communiquer dans le cadre de séances d'information et d'ateliers de maillage. La création de symbioses est orchestrée par des animateurs locaux, aussi nommés facilitateurs, qui sont conseillés et accompagnés durant la démarche par le CTTÉI.

Le CTTÉI génère beaucoup de communications et d'information sur la symbiose industrielle. Il a notamment publié un guide et créé le site Internet Synergie Québec[18]. Ces symbioses locales ont été réunies en une communauté de pratiques, ce qui permet d'échanger sur les enjeux locaux et parfois de créer des synergies dépassant un territoire donné.

Le CTTÉI peut aussi être appelé à évaluer un processus de production, par exemple, en analysant ses matières résiduelles, en identifier des usages et débouchés potentiels, ou encore à développer un écoproduit. À titre d'exemple, le CTTÉI a été approché par une entreprise intéressée à accroître son contenu en matières recyclées afin de pouvoir respecter les normes LEED. Ces recherches permettent à des entreprises de développer de nouveaux marchés avec leurs matières résiduelles, ou encore à revoir leur dépendance aux matières premières vierges.

La clientèle du CTTÉI est assez variée, allant des entreprises aux municipalités, en passant par les parcs industriels. Le Centre travaille beaucoup auprès des petites et moyennes entreprises, mais il a aussi été sollicité par de grands émetteurs de gaz à effet de serre touchés par le marché du carbone.

La demande de symbioses industrielles est croissante. Les récents *Plans de gestion de matières résiduelles* tiennent maintenant compte des matières résiduelles industrielles, et la symbiose devient un outil pour en réduire le volume. Aussi, le CTTÉI a comme projet d'utiliser les outils liés aux données massives et à l'intelligence artificielle pour faciliter les maillages entre intrants et extrants industriels, ce qui permettra d'accroître les symbioses. De plus, bien que les coûts d'enfouissement demeurent peu élevés, ils ne cessent néanmoins d'augmenter, ce qui incite les entreprises à se tourner vers d'autres options. Finalement, l'intérêt des symbioses industrielles est stimulé par les entreprises davantage soucieuses de réduire leur impact environnemental.

18 https://www.synergiequebec.ca/

Stratégie d'économie circulaire

Le CTTÉI s'inscrit surtout dans la stratégie d'économie circulaire de la symbiose industrielle, dont il est l'un des catalyseurs au Québec. Certaines symbioses contribuent aussi au réemploi : à titre d'exemple, les boîtes de carton et barils qui ne peuvent plus être utilisés en aérospatiale, où les normes sont très strictes, peuvent être transférés à des fermes agricoles. Aussi, le CTTÉI constate que des entreprises où les symbioses sont plus matures ont également commencé à faire du réusinage et du reconditionnement.

Retombées économiques, environnementales et sociales

Pour l'intervenant rencontré, lorsqu'une matière n'est pas enfouie dans le cadre d'une symbiose et qu'elle est réutilisée avec un transport minimal, cela se traduit directement par une réduction de l'impact environnemental des entreprises, qui peut s'accompagner d'un gain économique et social. Ainsi, la symbiose contribue à préserver la valeur à une matière qui a déjà été extraite et transformée. L'implantation de nouveaux procédés pour traiter cette matière crée de la valeur, de l'activité économique, et de l'emploi, avec un impact réduit sur l'environnement.

Le CTTÉI travaille au développement d'outils qui pourront chiffrer les retombées économiques, environnementales et sociales de la symbiose industrielle. Ils permettront de démontrer les différents avantages économiques, sociaux et environnementaux à mettre de l'avant pour motiver l'adhésion d'un plus grand nombre d'entreprises.

Enjeux

Les symbioses font face à des enjeux humains, règlementaires, technologiques et financiers. Pour le CTTÉI, le contact humain est essentiel à la réussite d'une symbiose : les gestionnaires d'entreprises doivent se connaître et développer un niveau minimal de confiance pour accepter d'échanger certaines informations qui peuvent être très confidentielles. En effet, le transfert de matières résiduelles peut soulever certaines craintes, surtout en ce qui concerne la confidentialité et le secret industriel face à la concurrence; les entrepreneurs craignent que si leurs concurrents connaissent le volume de leurs matières résiduelles, ils pourront savoir quels procédés sont utilisés dans l'usine. Aussi, l'implantation et la durabilité d'une symbiose dépendent des contacts locaux et de la mobilisation des acteurs de la collectivité.

La règlementation varie selon la matière et la technologie. Puisque c'est la matière qui prime, plutôt que le secteur industriel, les entreprises ne sont pas soumises aux mêmes normes, et ce qui sera considéré comme un contaminant dans un domaine ne sera pas perçu comme tel dans un autre secteur. Il s'agit là d'un enjeu marqué pour l'intégration de matières résiduelles dans la fabrication. De plus, les technologies et les procédés connus à l'heure actuelle ne permettent pas encore d'exploiter certaines matières résiduelles, ce qui limite les possibilités d'échanges entre entreprises. Ces contraintes accroissent la complexité de mise en œuvre des symbioses.

L'implantation de symbioses fait également face à plusieurs enjeux financiers, dont le manque d'incitatifs financiers, des coûts d'enfouissement encore faibles et un financement qui demeure précaire sur le long terme. Le financement est particulièrement délicat en début de symbiose, lorsque les entreprises sont souvent réticentes à contribuer en l'absence rendement à court terme de leur investissement. Or, plusieurs dépenses doivent être engagées (montage de bases de données, ateliers, visites, etc.) avant que la symbiose ne se concrétise. Il y a aussi quelques blocages de marché en ce qui a trait au volume d'une matière résiduelle générée spécifique, où un trop petit volume trouvera difficilement preneur.

3.3.5 ÉCONOMIE COLLABORATIVE : La Remise

La Remise, une coopérative de solidarité à but non lucratif, a été la première bibliothèque d'outils à ouvrir ses portes au Québec. Elle a pris forme en juin 2015 dans l'arrondissement de Villeray, à Montréal, à l'initiative du groupe de Villeray en Transition, qui se mobilise au sein du quartier sur des sujets environnementaux. La coopérative est menée à part entière par des bénévoles, qui sont des membres et qui assurent le bon déroulement des opérations et activités pour les 2 000 membres.

Produits, services et marchés

La Remise offre trois types de services. Le premier, sa mission première à sa fondation, est l'accès à une bibliothèque variée d'outils que les membres peuvent emprunter pour une durée maximale de sept jours. Cela inclut des outils de menuiserie, de construction, de mécanique pour le vélo et la voiture, de cuisine, de jardinage et autres usages. Le prêt est le service le plus populaire de la coop, et il représente 50 % des activités. Le second service est l'accès à des ateliers de travail, qui sont disponibles pour les projets personnels (menuiserie et ébénisterie). Des spécialistes sont présents sur place pour conseiller et accompagner les membres dans leurs projets et lors de l'utilisation des outils spécialisés. Enfin, le troisième service est l'offre de formations techniques par des spécialistes membres de la coopérative (mécanique du vélo, travail du bois, couture et réparation électronique) à l'intention des membres.

Pour bénéficier des services de la Remise, il faut en devenir membre moyennant des frais d'inscription de 10 $. Ensuite, deux types d'abonnements sont offerts, le premier est l'abonnement annuel, qui donne un accès illimité à la bibliothèque d'outils avec une limite d'emprunt annuel. Le deuxième est l'abonnement à la carte, pour des emprunteurs occasionnels, qui fonctionne selon un système de points, où à chaque outil est attribuée une valeur de pointage. Une fois les points de la carte dépensés, le membre de la coopérative en achète une nouvelle afin de pouvoir continuer à emprunter. Enfin, le coût d'accès aux ateliers varie en fonction du temps d'utilisation et le prix des formations diffère selon le sujet, mais certains sont offerts gratuitement.

La Remise a connu une croissance rapide grâce au bouche-à-oreille au sein d'une communauté soucieuse des impacts économiques et environnementaux, mais également intéressée à l'accès à des espaces de création, grâce également à des services qui s'inscrivent dans l'ère du « *DIY (Do It Yourself)* » et dans le mouvement de réduction des déchets (zéro déchets). À cela s'ajoute le fait que l'espace restreint des appartements permet difficilement d'entreposer des outils qui sont peu utilisés (scies ou perceuses). La clientèle est principalement composée de jeunes adultes habitant les quartiers avoisinants : Villeray, Ahuntsic et Rosemont-La-Petite-Patrie.

Le concept a créé un engouement dans d'autres villes québécoises et même en Europe. La Remise fournit des conseils afin d'aider d'autres personnes intéressées à développer une offre de services similaire. La Remise échange ses services de prêt d'outils pour divers projets locaux et s'investit dans l'échange d'expertise avec d'autres bibliothèques d'outils. Elle désire éventuellement développer des partenariats avec des fournisseurs de quincailleries locales et les écoles de métiers de Montréal.

Stratégie d'économie circulaire

Les services offerts par la Remise s'inscrivent dans l'économie circulaire principalement dans le cadre de la stratégie d'économie collaborative. Les biens communs de la bibliothèque et des ateliers sont mis à la disposition des membres à faibles coûts et les savoir-faire communs sont valorisés entre les membres. Dans cette approche de partage, les stratégies de prolongation de la durée de vie, d'entretien, de réparation et de remplacement de composantes désuètes servent à préserver les biens (outils et autres) en état fonctionnel le plus longtemps possible. Les outils proviennent majoritairement de dons d'individus.

Grâce à la Remise, les activités et projets personnels entrepris par les membres peuvent s'inscrire à leur tour dans des stratégies d'économie circulaire. Par exemple, la coopérative a constaté qu'environ la moitié du bois utilisé dans l'atelier a été récupéré et réutilisé. Aussi, certains projets des membres incluent parfois des opérations de réusinage ou du reconditionnement, par exemple lorsqu'ils utilisent de vieux meubles pour les réparer ou les remettre à neuf.

Retombées économiques, environnementales et sociales

La coopérative se définit comme une forme d'économie intelligente et responsable, où l'approche de l'emprunt se substitue à l'achat. Son modèle d'affaires a été pensé afin de fonctionner de manière autonome sur le plan financier, afin que la coopérative ne dépende pas des subventions ou autres formes d'aide financière. De plus, pour la Remise, les apprentissages permettent aux membres de devenir autonomes et résilients, à une petite échelle, ce qui peut être un moteur économique en soi. Cet aspect social de partage de connaissances, dans un lieu de rencontre, permet non seulement d'autonomiser la communauté, mais il valorise l'accomplissement de soi dans des activités manuelles, et ce, auprès d'une clientèle diversifiée (femmes et personnes à faible revenu).

Les activités de la Remise permettent de réduire la consommation de biens par une utilisation partagée, optimisant ainsi l'efficience des ressources et réduisant l'empreinte environnementale dans une perspective de cycle de vie. De plus, les services offerts limitent l'obsolescence programmée par la réparation des produits et l'accès à des produits durables.

Enjeux

Malgré les avantages offerts aux bénévoles, certains postes administratifs connaissent un taux élevé de roulement entre les membres. Ces postes dépendent de la disponibilité de la main-d'œuvre bénévole. L'organisme s'est penché sur la question afin d'y apporter une solution à long terme.

Il serait sans doute plus difficile de développer un tel système en dehors des milieux plus densément peuplés, où la distance à parcourir pour obtenir les outils pourrait inciter les personnes à acheter leurs propres matériaux et outils. La Remise profite ainsi du fait que la taille des logements limite la possibilité d'entreposer les outils personnels.

3.3.6 Quelques constats tirés des études de cas

Les cinq cas présentés ci-haut mettent en évidence que l'économie québécoise possède déjà des organisations actives qui contribuent de manière dynamique à une économie circulaire.

À l'exception du CTTÉI qui œuvre dans le milieu de la recherche, le terme « économie circulaire » reste toutefois méconnu des intervenants rencontrés. Certains y voient une idée de création de richesse à l'aide d'un résidu ou en redonnant une autre vie à un produit usagé. La réduction de l'utilisation de matières vierges a aussi été soulevée, que ce soit par le recyclage ou les changements des habitudes de consommation, par exemple, avec le partage d'automobile ou d'outils. Une fois informés de la définition de l'économie circulaire, tous les intervenants considèrent qu'il y a un bon potentiel économique pour le Québec. Ils estiment que, pour s'assurer que les efforts du Québec tendent dans la même direction, il serait pertinent d'élaborer une définition unique de l'économie circulaire, ainsi qu'un vocabulaire commun.

Selon les intervenants, les mentalités évoluent et les consommateurs sont de plus en plus soucieux de leur impact environnemental. En ce sens, la croissance de l'économie de fonctionnalité et collaborative, tout comme le réusinage et le reconditionnement, s'ancrent dans cette tendance et poussent les entreprises à repenser leur modèle d'affaires. Le recyclage, bien qu'il soit plus connu, pourrait être davantage optimisé et exploité au Québec. La transition vers une économie circulaire s'accompagne également de la volonté des consommateurs de mieux connaître la composition et la provenance des produits. Tout le mouvement vers l'achat local, qui permet notamment de réduire l'empreinte carbone, a le potentiel de créer un cercle vertueux d'un point de vue économique. En effet, l'achat local soutient les marchés et les emplois locaux, et ce, qu'ils soient directs ou indirects (services tertiaires, revenus tirés des impôts et taxes, etc.). En somme, pour les intervenants, ces tendances créent des marchés potentiels pour les entreprises québécoises, pourvu que l'offre soit attrayante en matière de prix et d'accessibilité.

Les intervenants ont identifié plusieurs freins, qui étaient soit propres à leur industrie, soit liés de façon plus générale au Québec :

- Alors que le concept même d'économie circulaire est méconnu, il reste encore à encourager le public et les entreprises à adopter des pratiques de recyclage au bureau, par exemple, même si ces habitudes sont bien ancrées à la maison;
- Les coûts encore faibles de l'enfouissement et de certaines matières vierges ne poussent pas à adopter l'ensemble des stratégies de l'ÉC, que ce soit, par exemple, le recyclage, le réusinage ou la symbiose industrielle;
- Le Québec manque de mesures incitatives favorisant l'achat de produits à contenu recyclé. Il pourrait offrir, par exemple, des compensations à l'achat pour développer ce marché puisque produire avec des matières recyclées est parfois plus coûteux qu'avec les matières vierges, ce qui est principalement dû au fait que les externalités ne sont pas prises en compte dans le coût de ces matières primaires. Par ailleurs, il y a encore une méconnaissance sur les contenants et emballages adéquats à mettre dans le bac à recyclage, ce qui entraîne une augmentation des frais liés à la collecte, au tri et au conditionnement. Dans tous les cas, les investissements de départ pour implanter le recyclage sont élevés;

- Les retombées économiques, sociales et environnementales des produits et services respectueux de l'environnement sont encore méconnues. Davantage d'études sont nécessaires pour arriver à convaincre les entrepreneurs de la rentabilité de tels produits et services;
- Un appui financier du gouvernement, sous forme d'une subvention ou d'un crédit d'impôt, que ce soit pour développer une infrastructure de recyclage ou une symbiose industrielle, par exemple, pourrait accélérer le développement d'une économie circulaire;
- Certaines politiques municipales, provinciales et fédérales ne sont pas cohérentes entre elles, ou évoluent trop lentement pour faciliter l'implantation de nouveaux produits et services liés à l'EC. De la sorte, il y a des freins législatifs qui affectent certaines des entreprises étudiées et qui les empêchent notamment d'offrir leurs produits et services dans d'autres secteurs, régions ou auprès des institutions publiques;
- Le manque de confiance entre les intervenants, par exemple, en symbiose industrielle, peut freiner le développement de l'ÉC;
- Dans plusieurs cas, une densité élevée de population est nécessaire au développement de certains nouveaux modèles d'affaires liés à l'EC. Les régions, moins densément peuplées, devront se montrer plus innovantes pour en tirer profit.

Malgré ces freins, les intervenants considèrent que de nombreuses occasions d'affaires se présentent aux entrepreneurs souhaitant intégrer des principes de circularité. Ces occasions peuvent s'articuler autour de l'exploitation des matières qui sont dirigées actuellement vers les sites d'enfouissement, mais également autour du développement de nouveaux procédés de fabrication, de la création de nouveaux types de produits et services.

4 CONCLUSION

De plus en plus de pays se tournent vers l'économie circulaire afin d'atténuer l'impact de l'activité humaine sur l'environnement. À cet effet, les différentes instances gouvernementales disposent de divers outils législatifs et fiscaux pour inciter et faciliter la transition vers une économie circulaire. Quelques-uns d'entre eux ont été mis en évidence dans ce rapport.

La transition vers l'économie circulaire n'est pas synonyme de recul de l'activité économique. Au contraire, les études recensées démontrent qu'en plus de réduire l'impact environnemental, l'économe circulaire a le potentiel d'accroître le nombre d'emplois, de pousser à la hausse le PIB et de favoriser le développement de nouveaux marchés. Toutefois, les entreprises sont appelées à repenser leur modèle d'affaires et leur mode de production. C'est ce qu'ont fait par exemple Xerox et Michelin en ajoutant la vente de services d'accès à leurs produits à la vente des produits eux-mêmes. En fait, dans le cadre de cette transformation, de nombreuses occasions d'affaires s'offrent aux entreprises.

L'ensemble du travail effectué dans le cadre du présent rapport conduit aux recommandations ci-dessous, articulées autour de deux volets : l'approfondissement des connaissances d'une part, l'accompagnement des entreprises, d'autre part.

L'approfondissement des connaissances :

1. L'économie circulaire étant une approche naissante, il reste encore beaucoup de recherche fondamentale et appliquée à y consacrer pour s'assurer qu'une transition puisse se faire tout en générant les bénéfices qui en sont attendus. À titre d'exemple, l'Union européenne entend consacrer un milliard d'euros en recherche et innovation en économie circulaire sur l'horizon 2018-2020 [97].

2. Les secteurs à fort potentiel de circularisation identifiés dans le cadre de cette étude l'ont été essentiellement sur la base d'une revue de la littérature internationale. Cette analyse mériterait d'être approfondie en appliquant les méthodologies avancées décrites dans ce rapport. Une meilleure compréhension des caractéristiques propres au Québec facilitera le choix des stratégies et des secteurs à privilégier.

3. Les retombées économiques potentielles d'une transition vers une économie circulaire décrites dans le présent rapport sont également le fruit d'une revue de la littérature internationale. Une modélisation pour le Québec, à partir de données spécifiques, serait essentielle afin de mieux prédire les retombées nationales en matière, par exemple, de croissance du PIB, de création d'emplois et de réduction des gaz à effet de serre.

L'accompagnement du marché et des entreprises :

4. L'économie circulaire étant encore peu connue des acteurs du marché (entreprises, donneurs d'ouvrage, législateurs, etc.) et de la société en général au Québec, une vaste campagne de sensibilisation et des programmes de formation ciblés seraient nécessaires pour assurer la participation de ces mêmes acteurs à une transition vers une économie circulaire.

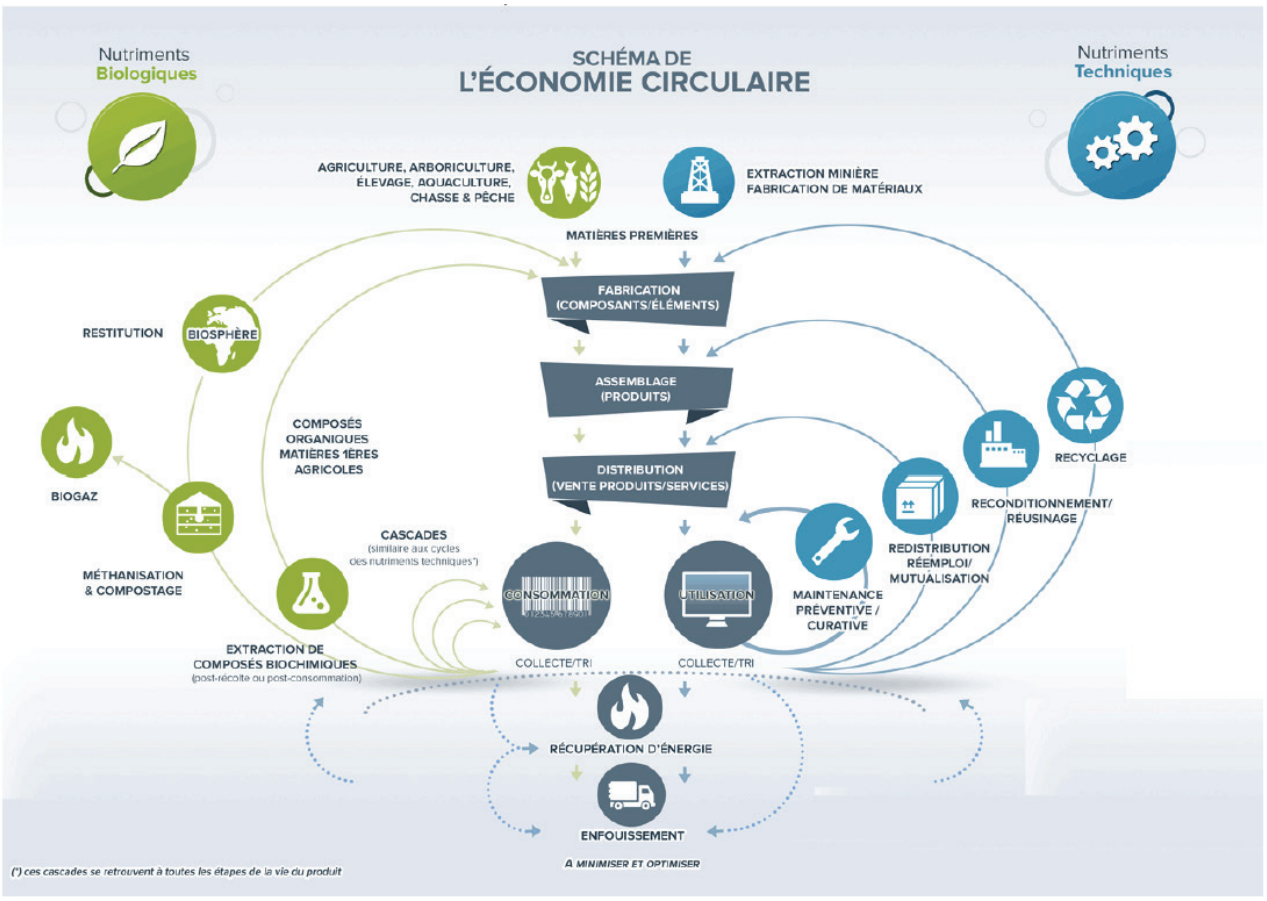
5. La transition vers une économie circulaire devrait être accompagnée de programmes d'aide, d'incitatifs, d'une fiscalité appropriée et d'une législation favorable pour qu'elle puisse s'effectuer pleinement et parvenir à stimuler davantage d'investissements publics et privés. Plusieurs initiatives européennes et asiatiques pourraient servir d'inspiration à de futures initiatives québécoises en ce sens.

6. L'économie circulaire dispose d'un fort potentiel entrepreneurial, autant qu'elle peut concourir à des gains de productivité, d'efficacité et de rentabilité, en plus de stimuler la recherche d'innovation. Le recours à l'économie circulaire dans les modèles d'affaires et les procédés, pour s'amplifier, devrait donc pouvoir compter sur le développement de stratégies, d'outils d'analyse et de solutions financières et réglementaires permettant d'identifier les flux de matières à potentiel, ainsi que de leur trouver de nouvelles utilisations et débouchées commerciales.

5 ANNEXES

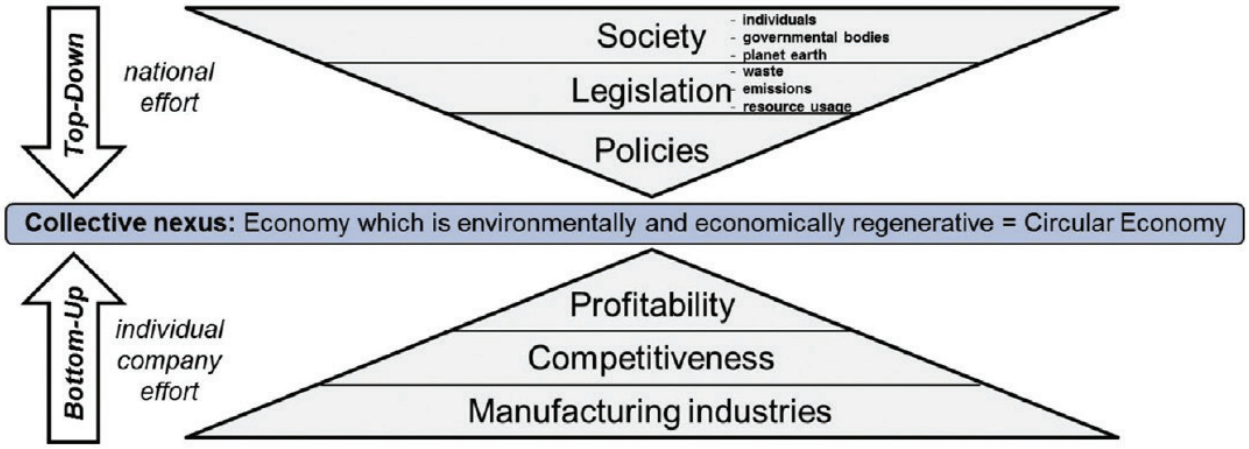
5.1 SCHÉMA D'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

FIGURE 2 – Schéma de l'économie circulaire selon la Fondation Ellen MacArthur [96]

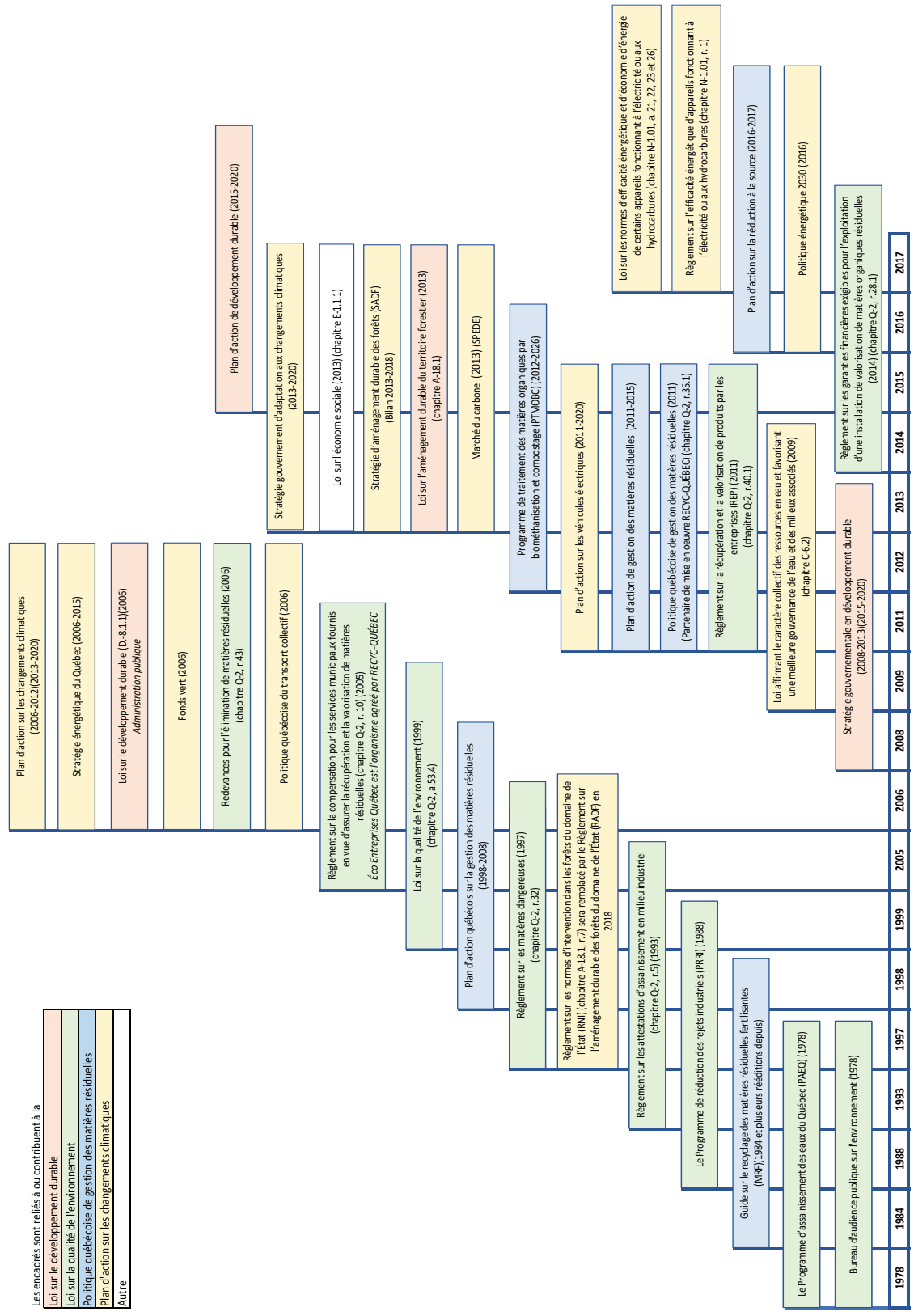


5.2 PROPOSITION D'IMPLANTATION D'ÉC

FIGURE 3 – Proposition d'implantation d'économie circulaire par une approche descendante et ascendante [5]



5.3 RECENSEMENT DES POLITIQUES QUÉBÉCOISE



Recensement non exhaustif

5.4 FREINS ET LEVIERS (AUTRES QUE POLITIQUES PUBLIQUES)

Les tableaux recensent l'ensemble de ces freins et leviers à l'aide d'une légende.

LÉGENDE	
	Levier
	Frein
	Hybride

5.4.1 Freins et leviers technologiques

Innovation	**Progrès technologique**
	Amélioration de la productivité des ressources, réduction des coûts, amélioration de la performance environnementale, précision des opérations [8]–[10]
	Amélioration de l'efficacité [11]
	Amélioration du traitement des matières résiduelles [9]
	Amélioration de la qualité des matières recyclées [5]
	Accélération des améliorations technologiques marginales par la réutilisation et le reconditionnement [1]
	Économie collaborative et adaptation aux changements [12]
	Technologies numériques et d'ingénierie appuyant les modèles d'affaires [13]
	Utilisation des terres rares dans les technologies [1]
	Propriété intellectuelle [14], [15]
	Innovation par biomimétisme [5], [6]
	Conception de produits [45]
	Compromis pour favoriser la conception innovante (avec politiques) [31]
Physiques	**Limites thermodynamiques**
	Impossibilité de recycler à 100 % [5], [26]
	Stratégie prolongeant la durée de vie d'un produit; ne garantit pas un impact environnemental moindre [16]
	Échelle physique de l'économie; devrait être limitée dans un contexte de croissance économique [16], [22]
	Limites spatiales et temporelles [16], [23]
	Dispersion géographique des chaînes d'approvisionnement [45]
	Dispersion géographique des produits pour une économie de fonctionnalité par les manufacturiers[14]
	Complexité des matériaux à recycler [45]

5.4.2 Freins et leviers économiques

ÉCONOMIQUE	**Verrouillage technologique (*Lock-in*) et sentier dépendant (*dependency path*)** [9], [16]
	Prix de marché [3], [5]
	Options coûteuses [3], [9], [16]
	Investissement initial important [3]
	Économie d'échelle pour des traitements efficaces et de technologies de pointe rentables [16]
	Coûts plus élevés pour la planification et la gestion [3]
	Financement et outils de gestion des risques pour appuyer les investissements et la R&D [2]
	Coordination sur le marché international [3], [9], [17]
	Compétition internationale et géopolitique [5], [18], [19]
	Nouveaux modèles d'affaires
	Basés sur la rétention des produits physiques et l'utilisation durable des produits par l'efficience des ressources [69]
	Application dans un contexte où une concentration de population est présente (économie de fonctionnalité et collaborative) [18]
	L'échange de matériaux est limité par la capacité de la logistique inverse [45]
	Besoin d'une vision long terme auprès des entreprises (limite au développement des nouveaux modèles d'affaires circulaires) [45]
	Économie de fonctionnalité
	Crainte de cannibalisation (croissance de valeur ajoutée, la « valeur servicielle ») [72]
	Changement dans les relations du réseau [72]
	Compétences complémentaires nécessaires [72]
	Modalités des relations changées [72]

5.4.3 Freins et leviers sociaux

Éducation	**Sensibilisation** (consommateurs et entreprises)
	Certains produits dérivés ou nouveaux provenant de ressources secondaires peuvent ne pas percer sur le marché en raison de leur provenance [5]
	Manque de sensibilisation et du sentiment d'urgence dans les entreprises [3]
	Formation
	Intégrer le concept d'ÉC dans les programmes de formation et d'éducation (leadership, en entreprise, MBA, économie, ingénierie, conception et sciences politiques) [3]
	Meilleure considération de la main d'œuvre, une ressource créative et compétente à la résolution de problèmes [1]
	Préparer les futurs professionnels au concept de l'EC, ses pratiques et assurer sa compréhension [2]
	Investissement dans l'éducation et services à l'emploi pour préparer le marché à la prochaine économie [20]
	Investissement dans des programmes d'information pour accroître les améliorations d'efficacité énergétique [20]
Politique	Incitatifs gouvernementaux appuyant l'économie linéaire, la circularité n'est pas intégrée de manière efficace dans les politiques d'innovation, la règlementation sur la concurrence freine la collaboration entre les entreprises, les politiques de recyclage sont inefficaces pour obtenir un recyclage de grande qualité [3]
	Retirer les barrières législatives et donner accès au financement pour encourager l'expérimentation, l'innovation et la reconception [3]
	Favoriser le développement de nouvelles technologies avec le soutien des pouvoirs publics [18]
	Prendre en compte les différences entre les secteurs et favoriser la coopération public-privé pour mieux contrer et retirer les barrières politiques [18]
	Mesurer les progrès à l'aide d'indicateurs fiables touchant les importations ainsi que la production locale tout en prenant en compte le cycle de vie des produits [18]
Comportement des consommateurs et des producteurs	**Changement de mentalité** [21], [49], [69]
	Comportements de consommation
	Vente en ligne [64]
	Changement de comportement des consommateurs dans leur choix [9], [25], [64], [69]
	Statu quo organisationnel [72]
	Freins culturels à l'adoption d'une économie de fonctionnalité [72]
	Problèmes de gouvernance concernant la responsabilité et la propriété [45]
	Manque de système d'échange d'information, mais les craintes de confiance et de confidentialité limitent l'échange
	La préoccupation des actionnaires est souvent à court terme et domine la gouvernance d'entreprise [45]
	Résistance auprès de parties prenantes importantes ayant un intérêt au statu quo [45]
	L'utilisation d'indicateurs de performance circulaire par les gouvernements, les investisseurs ou les entreprises peut encourager leur chaîne de valeur pour une meilleure circularité [45]
	Stratégies de gestion inter-organisationnelle et intra-organisationnelle

5.5 RECENSEMENT D'ÉTUDES SUR LES RETOMBÉES DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

TABLEAU 5 - Recensement d'études sur les retombées de l'économie circulaire

Étude	Portée de l'étude	Méthodologie	Impacts potentiels	Référence
Wijkman & Skånberg (2015) [25]	Évaluation des bénéfices environnementaux et économiques des énergies renouvelables et d›une amélioration de l›efficacité des ressources. **Où :** cinq pays européens; Finlande, Suède, Pays-Bas, Espagne et France **Secteurs :** -Énergies fossiles (réduction) -Énergies renouvelables (potentiel noté de la biomasse) -Recyclage et efficacité des matériaux. -40 secteurs répartis en 3 catégories selon le modèle (primaire, secondaire et tertiaire)	L'étude se base sur un modèle de flux de matières de 40 secteurs; intrants/extrants. Trois stratégies (voies de découplage) sont considérées pour une projection en 2030 (année de base 2010) : 1) amélioration de l'efficacité énergétique de 25 %, 2) augmentation de la part d'énergie renouvelable à 50 % dans le mix énergétique, 3) amélioration de l'efficacité des matériaux de 25 % et remplacement de 50 % des matériaux vierges par des matériaux recyclés et en doublant la durée de vie des produits.	**Économique :** chaque stratégie crée des emplois et a des répercussions positives sur le PIB, par contre, la combinaison des trois offre un potentiel plus élevé de création d'emplois pour chaque pays et un investissement approximatif de 3 % du PIB jusqu'en 2030; 75 000 emplois en Finlande, 100 000 emplois en Suède, 200 000 emplois aux Pays-Bas, 400 000 emplois en Espagne et 500 000 emplois en France. **Environnement :** la combinaison des 3 stratégies pourrait réduire les émissions de GES d'environ 66 % pour les pays; 66 % en Suède et en France, 68 % en Finlande, 67 % aux Pays-Bas et 69 % en Espagne.	[5]
Ellen MacArthur Foundation & McKinsey Center for Business and Environment (2015) [26]	**Secteurs :** transport, systèmes alimentaires et bâtiment. **Où** : Europe	Modélisation économique et informations issues de 150 entretiens. Prise en compte de plusieurs aspects tels que la réutilisation des matériaux, l'énergie renouvelable, les flux d'éléments nutritifs, la gestion des matériaux d'origine biologique et des matériaux techniques et l'optimisation de la performance et de l'efficacité des produits.	**Économique :** croissance de la productivité des ressources de 3 % d'ici 2030, ce qui se traduit par des bénéfices annuels totaux de 1,8 milliard d'euros et une augmentation du PIB de 7 %. **Environnement :** diminution des émissions de GES jusqu'à 48 % d'ici 2030 et jusqu'à 83 % d'ici 2050. Dans plusieurs secteurs, la consommation de matières premières vierges pourrait diminuer jusqu'à 32 % d'ici 2030 et 53 % d'ici 2050.	[5]

EEB (2014) [27]	Impacts de l'amélioration de l'efficacité des ressources sur la réduction des émissions de GES, de l'utilisation de l'eau, des engrais et de l'utilisation des terres. **Secteurs :** alimentation, textile et mobilier (meubles). **Où :** Europe	L'analyse de 3 scénarios (modeste, moyen et ambitieux) autour d'objectifs potentiels de l'UE quant aux émissions de GES (CO_2), utilisation de l'eau, des engrais et pesticides et utilisation de l'eau. Les calculs des impacts économiques reposent sur des hypothèses sur le nombre d'emplois créés par millier de tonnes de textiles et de meubles réutilisés. Les économies d'eau calculées sont basées sur des hypothèses sur les réductions d'utilisation de l'eau entraînant la réutilisation des textiles. Les estimations sur l'utilisation des terres non-utiliéses en l'agriculture reposent sur l'hypothèse d'un lien direct entre la réduction du gaspillage alimentaire et la réduction de la production alimentaire primaire (estimations provenant de parties de l'industrie et d'ONG).	**Économique :** selon le niveau d'ambition des cibles, environ 635 000 à 750 000 emplois supplémentaires pourraient être créés jusqu'en 2025 de 710 000 à 870 000 jusqu'en 2030. **Environnement :** de 56,5 à 96,5 millions de tonnes de GES pourraient être évités jusqu'en 2025 et de 74,6 à -115,0 millions de tonnes jusqu'en 2030. Le potentiel d'économie de l'eau est de 26,1 à 52,2 millions de litres en 2025 et de 34,8 à 60,9 millions de litres en 2030. Utilisation d'engrais et de pesticides évités de 0,44 à 0,88 million de tonnes d'ici 2025 et de 0,58 à 1,02 million de tonnes d'ici 2030. L'utilisation des terres à des fins agricoles serait de 28 350 à 47 520 km^2 d'ici 2025 et de 38 070 à 56 970 km^2 d'ici 2030.	[5]
European Commission (2015) (Étude complétée par le groupe Eunomia Research & Consulting en 2014) [28]	Retombées sur les émissions de GES et l'emploi suite à l'implantation de la proposition de l'Union européenne sur la règlementation des matières résiduelles. **Où** : Europe	Modélise les effets de la mise en œuvre de différents objectifs municipaux de recyclage des matières résiduelles solides et considère les objectifs en matière de résidus d'emballage et de détournement des lieux d'élimination.	**Économique :** selon le scénario, la mise en œuvre complète de la législation de l'UE sur les matières résiduelles proposée pourrait créer entre 136 000 et 178 000 emplois à temps plein d'ici 2025. **Environnement :** réduction de 424 à 617 millions de tonnes d'équivalent CO_2 sur la période 2015-2035.	[5]
Lawton et coll. (2013) [30]	Avantages environnementaux de l'efficacité des matériaux (ressources). **Secteurs** : nourriture et boissons (manufacturier), fabrication de produits à partir de métaux, hôtellerie et restauration **Où** : Europe	Les résultats sont basés sur des études de cas d'entreprises individuelles et peuvent donc ne pas être représentatifs d'une entreprise moyenne.	**Environnement :** potentiel de réduction des émissions annuelles de GES de 2 à 4 %.	[5]

Technopolis Group et coll. (2016) [31]	Analyse des barrières législatives et de la règlementation limitant le potentiel de circularité de certains secteurs de l'économie. **Secteurs** : emballages, nourriture, équipements électroniques et électriques, transport, mobilier, bâtiment et construction. **Où** : Europe	Évaluation des barrières législatives et règlementaires à partir d'études de cas se trouvant parmi les chaînes de valeur à potentiel circulaire et les secteurs prioritaires (basé sur la littérature et 1500 contributions, et le tri à l'aide de critères).	**Opportunités derrière les barrières législatives et règlementaires** : Recyclage de palladium : économie de 15 % du prix de la matière primaire. L'équivalent à 115 millions d'euros de métaux précieux dans les convertisseurs catalytiques est exporté de l'Europe par année. **Redistribution de nourriture :** les matières résiduelles alimentaires du secteur hospitalier sont estimées à plus de 4 milliards d'euros par an. **Valorisation des nutriments du fumier :** 1,14 milliard d'euros en coût de renonciation annuel (20 % du fumier est traité comme déchet). **Recyclage de plastique :** 700 millions d'euros pour les emballages plastiques. **Reconditionnement d'équipement médical :** réduction de prix de 20 % représentant 100-500 millions d'euros d'économies par an. Près de 30 % de revenus sont coupés. **Recyclage de batteries :** de 50 à 100 millions d'euros. **Réutilisation d'équipements électroniques :** une croissance de 2 % des produits usagés pourrait engendrer des économies de coûts jusqu'à 3 milliards d'euros.	[31]
Oakdene Hollins (2011) [32]	Évaluation de la performance de l'efficacité des ressources et de la réduction des matières résiduelles, ainsi que les opportunités d'économies. **Secteurs** : Énergie : transport (fret), services, industriel **Matières résiduelles et ressources :** chimique/ minéraux non métalliques, métaux industriels, électricité et services publics, construction **Eau :** services publics et autres offres **Où** : Royaume-Uni	Cette étude s'appuie sur les études précédentes (quantification des opportunités d'économies sans coût ou à faible coût associé à l'utilisation efficace des ressources, et conversion des économies financières en économies d'émissions) en évaluant la performance du Royaume-Uni depuis l'année 2006 en réalisant ces économies et en étudiant l'efficacité des ressources. L'étude couvre un contexte plus large afin d'identifier les opportunités d'économies (mesures/interventions) qui ne sont pas limitées à un an (facilité d'implantation). Des données statistiques sont aussi utilisées dans l'évaluation des objectifs de l'étude (audit et études de cas).	Les valeurs des opportunités d'économies d'efficacité des ressources sans coût ou à faible coût pour 2009 sont évaluées à une réduction estimée à 29 millions de tonnes de CO_2 et représentent des économies 23 milliards de livres sterling (18 milliards pour les matières résiduelles et 4 milliards pour l'efficacité énergétique). Des opportunités d'économies supplémentaires supérieures à un remboursement (coûts) supérieur à 1 an sont estimées à 33 milliards de livres sterling.	[5]

Ellen MacArthur Foundation (2015) [33]	Avantages économiques et environnementaux d'une économie circulaire. **Secteurs** : nourriture et boissons, construction et immobilier. **Où** : Danemark	Combinaison de données de l'Autorité nationale de la statistique avec l'avis d'experts et le jugement pour évaluer les impacts de manière quantitative ou semi-quantitative. Estimation de l'empreinte carbone réalisée en évaluant la variation des émissions de carbone divisée par les émissions issues du modèle du statu quo	**Économique :** croissance du PIB de 0,8 à 1,4 %, création de 7 000 à 13 000 emplois supplémentaires, augmentation des exportations nettes de 3 à 6 %. **Environnement :** potentiel de réduction de 3 à 7 % de l'empreinte carbone du Danemark. Potentiel de réduction de la consommation de ressources vierges de 5 à 50 % d'ici 2035.	[5]
Bastein et coll.. (2013)	Avantages économiques d'une économie circulaire ainsi que les politiques nécessaires pour une transition. **Secteurs** : métaux et électricité (17 catégories de produits), flux de matières résiduelles (34 ciblées), technologies et activités de bioraffinage, extraction de biogaz et matières résiduelles domestiques. **Où** Pays-Bas	Évaluation des impacts de l'amélioration de la circularité dans les secteurs de la métallurgie et de l'électricité et l'utilisation des flux de matières résiduelles de la biomasse. Les résultats sont ensuite échelonnés à l'ensemble de l'économie néerlandaise pour en estimer les impacts économiques.	**Économique :** le rapport estime à 7,3 milliards d'euros l'impact annuel global de l'économie circulaire aux Pays-Bas, créant 54 000 emplois. La valeur actuelle de l'économie circulaire pour 17 catégories de produits dans les secteurs de la métallurgie et de l'électricité est de 3,3 milliards d'euros et les Pays-Bas pourraient atteindre une valeur de marché annuel supplémentaire de 573 millions d'euros. L'utilisation des 34 flux de matières résiduelles les plus importants représente déjà une valeur de 3,5 milliards d'euros. Un investissement estimé de 4 à 8 milliards d'euros dans les nouvelles technologies pourrait créer une valeur ajoutée de 1 milliard d'euros par an pour l'économie circulaire dans le bioraffinage, l'extraction de biogaz et le tri des matières résiduelles des ménages.	[5], [26]
Ökopol (2008)	Retombées des activités de recyclage sur les émissions de GES. **Où** : Europe	**Utilise différents scénarios :** i) Modeste : taux de recyclage actuel (à partir de 2005) en supposant une croissance constante de 1,1 % par an; ii) Moyenne : suppose un taux de recyclage de 65 % d'ici 2020; iii) Le scénario ambitieux repose sur la production de matières résiduelles par habitant et par kg et sur le maintien de niveaux de recyclage similaires dans le scénario moyen.	**Environnement :** réductions de 247 à 330 millions de tonnes d'équivalente CO_2.	[5]

Cambridge Econometrics & BIO Intelligence Service (2014) [34]	Retombées potentielles de différentes cibles de productivité des ressources (PIB par unité de consommation de matières premières vierges) **Secteurs :** les principales catégories de matériaux analysés par défaut (comptes de flux de matières d'Eurostats) sont la biomasse, les métaux, minéraux, et les énergies fossiles; **Matériaux :** -Métaux ferreux et non ferreux -Minéraux de la construction et industriels -Foresterie -Nourriture -Alimentation animale -Minéraux de la construction et industriels -Biomasse -Énergies fossiles **Où :** Europe	Analyse quantitative des retombées économiques et environnementales, de l'amélioration de la productivité des ressources primaires (RP), à l'aide d'un modèle macroéconomique (modèle E3ME). Le modèle est utilisé pour analyser les liens détaillés entre les économies, les matériaux, l'environnement et l'énergie de 33 pays (28 faisant partie de l'UE et 5 autres). La productivité des ressources dans cette étude est définie comme le PIB par unité de consommation de matières premières vierges (RMC). Les scénarios de ce rapport sont basés sur différents objectifs de productivité des ressources pour 33 pays, allant d'une amélioration modeste de la RP (1 % par an) à des améliorations ambitieuses (3 % par an). Dans la période de 2014 à 2030 cela se traduit par une amélioration de RP d'environ 15 % pour le scénario modeste, et 50 % pour le scénario ambitieux. L'étude suppose que les politiques améliorant la RP se répartissent en trois catégories : les instruments basés sur le marché comme la fiscalité, des mesures financées par des fonds privés, telles que le recyclage et les investissements publics pour améliorer l'efficacité. Les recettes provenant des instruments basés sur le marché sont censées être utilisées pour financer l'investissement, le reste servant à réduire les impôts sur le travail.	**Économique :** amélioration de la productivité des ressources évaluée entre 1 % et 3 % par année. Les résultats indiquent qu'une croissance de la productivité annuelle de 2 % pourrait créer 2 millions d'emplois additionnels et avoir un impact positif sur le PIB jusqu'en 2030. Une amélioration de 2 % à 2,5 % aurait aussi un impact positif sur le PIB. **Environnement :** une augmentation de la productivité des ressources de 3 % risque d'entraîner une plus grande réduction des émissions de GES jusqu'en 2030, à un coût plus important, entraînant un impact négatif sur le PIB.	[5], [26]
SITRA (2016) [35]	Retombées de l'économie circulaire en Finlande. **Secteurs** : machinerie et équipements, industrie forestière, gaspillage de nourriture, immobilier, consommation privée et marché de biens secondaires ainsi que le recyclage des nutriments. **Où** : Finlande	L'étude utilise les estimations de Sitra & McKinsey (2015) sur les flux de ressources et la création de valeur, combinées aux estimations de la Fondation Ellen MacArthur (2013a). Parmi les sources utilisées par Sitra & McKinsey (2015) figurent les données d'Eurostat et de l'Autorité statistique nationale.	**Économique :** le potentiel de valeur de l'économie circulaire pourrait s'élever à 2-3 milliards d'euros d'ici 2030.	[5]

Pratt & Lenaghan (2015) [36]	Évaluation de la consommation de matériaux sur les émissions de carbone considérant les frontières territoriales et de consommation du pays. **Matériaux :** -Matériaux chimiques et industriels -Matériaux de construction -Métaux ferreux et non ferreux -Nourriture et plantes -Verre -Équipements médicaux -Biens domestiques -Machinerie -Minéraux -Métaux mélangés -Papiers -Plastiques -Caoutchouc -Textiles -Véhicules -Bois **Où :** Écosse	Les résultats se basent sur un modèle de flux de matières incluant le nombre de tonnes de matériaux consommés, des données sur la gestion des matières résiduelles et des facteurs d'émissions basés sur les frontières de consommation (exclusion des exportations) et de territoire (exclusion des importations). L'étude élabore 4 scénarios de circularité comparés à l'année de base de 2012; statu quo, efficacité des ressources, croissance économique lente, économie circulaire. Le modèle exclut le commerce inter pays du Royaume-Uni par simplification et pourrait avoir une influence sur les résultats.	**Environnement :** le scénario d'économie circulaire a un potentiel de réduction de 50 % des matières consommées et de 11 millions de tonnes de CO_2 pour l'année 2050 (année de base 2012). **Économique :** le scénario d'économie circulaire permettrait une croissance économique de 2,2 % du PIB par année. Le scénario de croissance économique lente offre une plus grande réduction de CO_2, mais une croissance économique faible de 0,2 % du PIB par an.	[36]
Friends of the Earth (2010)	Retombées des activités de recyclage sur l'emploi. **Où** : Europe	Applique des coefficients de conversion pour des emplois par 1000 tonnes de matériaux recyclés dans les données de recyclage du Royaume-Uni vers l'UE afin de calculer le potentiel.	**Économie :** l'objectif de recyclage de l'UE de 70 % pourrait créer 563000 nouveaux emplois nets. Ce chiffre inclut les nouveaux emplois « directs », mais aussi les emplois « indirects » et « induits ».	[5]
European Commission SWD (2015)	Analyse des retombées de la directive sur les matières résiduelles (règlementation). **Où** : Europe.		62 millions de tonnes d'équivalent CO_2.	[102]
Morgan & Mitchell (2015) [38]	Le potentiel de création d'emplois dans un Royaume-Uni efficace en utilisation des ressources; dans les activités de réutilisation, de recyclage en boucle fermée et boucle ouverte, de bioraffinage, de réparation et de reconditionnement ainsi que les services. **Secteurs :** -Activités de réutilisation : détail (magasin) de biens usagés -Recyclage en boucle fermée et boucle ouverte : recyclage et matières résiduelles, grossiste de matières résiduelles et ferraille -Bioraffinage marché britannique général -Réparation et de reconditionnement ainsi que les services : location **Où :** Royaume-Uni	Développement de 3 scénarios en 2030; aucune initiative, taux de développement actuel et économie transformée (économie circulaire). L'étude opte pour une analyse quantitative et qualitative de la main-d'œuvre britannique. Les démarches sont les suivantes : — Analyse du marché de l'emploi britannique dans son ensemble — Analyse des requis des activités de l'économie circulaire en Grande-Bretagne basée sur des données (*proxies*) provenant de statistiques, d'études et la consultation d'experts — Évaluation des développements de l'économie circulaire — Création de 3 scénarios représentant différentes trajectoires du développement de l'économie circulaire (les activités découlant et leurs conséquences sur le marché du travail) — Résultats.	**Économique :** le scénario d'économie circulaire (ambitieux) a le potentiel de créer entre 200 et 520 nouveaux emplois bruts, de réduire le chômage de 50 000 à 100 000 personnes. **Social :** le scénario circulaire compense les pertes d'emplois dans les postes de travail qualifiés d'intermédiaires; la demande serait élevée pour les emplois qualifiés de niveau intermédiaire grâce à l'économie circulaire. Le potentiel de réduction du chômage régional dans les zones affichant les taux de chômage les plus élevés et une contribution à la réduction des disparités régionales grâce aux activités de l'économie circulaire.	[5], [26]

Ellen MacArthur Foundation & SYSTEMIQ (2017)	**Secteurs** : transport, alimentation et bâtiment **Où** : Europe	Les opportunités d'investissement sont quantifiées sur la base de mesures d'investissement identifiées grâce à une combinaison de recherches documentaires et d'entretiens avec des experts.	Économique : opportunité d'investissement de 320 milliards d'euros d'ici 2025.	[5]
Ellen MacArthur Foundation (2015)	**Secteurs** : véhicules électriques, partagés et autonomes, réduction du gaspillage de nourriture, de la nourriture et sa chaîne de valeur, maisons passives, planification urbaine et les énergies renouvelables. **Où** : monde.		17 000 millions de tonnes d'équivalent CO_2 en 2030	[102]
Circle Economy, Ecofys (2016)	**Secteurs** : activités de récupération et de réutilisation, de prolongation de la durée de vie, modèles de partage et de services, conception circulaire et plateformes numériques. **Où** : monde.		7 500 millions de tonnes d'équivalent CO_2 en 2030	[102]
BIO for European Commission (2011)	**Secteur :** activités de recyclage **Où** : Europe.		176 millions de tonnes d'équivalent CO_2 (cibles règlementaires) 278 millions de tonnes d'équivalent CO_2. (potentiel technique)	[102]
CDC Climat for Eco-Emballages (2015)	**Secteur** : recyclage d'emballages. **Où** : France.		2,1 millions de tonnes d'équivalent CO_2 en 2013	[102]

6 BIBLIOGRAPHIE

[1] EDDEC, « Économie circulaire », *Institut EDDEC*. [En ligne]. Disponible à: http://instituteddec.org/themes/economie-circulaire/. [Consulté le: 08-sept-2017].

[2] M. de Wit, J. Hoogzaad, S. Ramkumar, H. Friedl, et A. Douma, « The circularity gap report », janv. 2018.

[3] S. Sauvé, D. Normandin, et M. McDonald, *L'économie circulaire. Une transition incontournable*. Les Presses de l'Université de Montréal, 2016.

[4] ADEME, « Économie circulaire : notions ». oct-2014.

[5] V. R. Vasileios Rizos, K. T. Katja Tuokko, et A. B. Arno Behrens, « The Circular Economy: A review of definitions, processes and impacts », Centre for European Policy Studies, Policy Paper No 2017/8, avr. 2017.

[6] M. Lieder et A. Rashid, « Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry », *J. Clean. Prod.*, vol. 115, p. 36-51, mars 2016.

[7] H. Parkinson et G. Thompson, « Analysis and taxonomy of remanufacturing industry practice », *ResearchGate*, vol. 217, nº 3, p. 243-256, août 2003.

[8] S. Erkwan, *Vers une écologie industrielle*, 2e éd. Paris, France: Charles Léopold Mayer, 2004.

[9] Institut Montaigne, « Economie circulaire : réconcilier croissance et environnement », Institut Montaigne, France, ISSN 1771-6756, nov. 2016.

[10] Gouvernement du Québec, « Fiche du terme : Matière résiduelle - Thésaurus de l'activité gouvernementale », *Portail Québec*, 2018. [En ligne]. Disponible à: http://www.thesaurus.gouv.qc.ca/tag/terme.do?id=7823. [Consulté le: 24-janv-2018].

[11] EASAC, « Indicators for a circular economy », European Academies' Science Advisory Council, ISBN 978-3-8047-3680-1, 2016.

[12] UNEP, « Guidance on O-LCA launched – Life Cycle Initiative », United Nations Environment Programme, Paris, France, ISBN 978-92-807-3453-9, mai 2015.

[13] CIRAIG, « Analyse du cycle de vie comparative des impacts environnementaux potentiels du véhicule électrique et du véhicule conventionnel dans un contexte d'utilisation québécois. », Montréal, Québec, Rapport technique, avr. 2016.

[14] P. Ghisellini, C. Cialani, et S. Ulgiati, « A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems », *114*, p. 11-32, 2016.

[15] M. C. den Hollander, C. A. Bakker, et E. J. Hultink, « Product Design in a Circular Economy: Development of a Typology of Key Concepts and Terms », *J. Ind. Ecol.*, vol. 21, nº 3, p. 517-525, juin 2017.

[16] N. Haneb, P. Lanoie, S. Plouffe, et M.-F. Vernier, « La profitabilité de l'écoconception: une analyse économique », Institut de développement de produits et le Pôle Éco-conception et Management du Cycle de Vie, ISNB 978-2-923754-07-9, janv. 2014.

[17] S. Lambert, D. Riopel, et W. Abdul-Kader, « A reverse logistics decisions conceptual framework », *Comput. Ind. Eng.*, vol. 61, nº 3, p. 561-581, oct. 2011.

[18] Ellen MacArthur Foundation, « Circular Economy Report - The Circular Economy - Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition ». Ellen MacArthur Foundation, 2015.

[19] S. Sauvé, S. Bernard, et P. Sloan, « Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research », *Environ. Dev.*, vol. 17, nº Supplement C, p. 48-56, janv. 2016.

[20] UNEP *et al.*, « Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth, A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel », United Nations Environment Programme, ISBN 978-92-807-3167-5, 2011.

[21] A. Wijkman et K. Skånberg, « A new Club of Rome study on the Circular Economy and Benefits for Society », Club of Rome, interim report, 2015.

[22] W. R. Stahel, « Policy for material efficiency—sustainable taxation as a departure from the throwaway society », *Phil Trans R Soc A*, vol. 371, nº 1986, p. 20110567, mars 2013.

[23] Accenture, « Circular Advantage: Business Models and Technologies », Accenture, 2014.

[24] Ellen MacArthur Foundation, « Towards the Circular Economy Vol. 3: Accelerating the scale-up across global supply chains », Ellen MacArthur Foundation, janv. 2014.

[25] A. Wijkman et K. Skånberg, « The Circular Economy and Benefits for Society. Jobs and Climate Clear Winners in an Economy Based on Renewable Energy and Resource Efficiency », Club of Rome, 2015.

[26] Ellen MacArthur Foundation, McKinsey, et Stiftungsfonds für Umweltökonomie und Nachhaltigkeit (SUN), « Circular Economy Report - Growth Within », Ellen MacArthur Foundation, juin 2015.

[27] European Environmental Bureau, « Advancing resource efficiency in Europe. Indicators and waste policy scenarios to deliver a resource efficient and sustainable Europe. », Brussels, Belgium, mars 2014.

[28] European Commission, « Commission Staff working document. Additonal analysis to complement the impact assessment SWD (2014) 208 supporting the review of EU waste management targets. », European Commission, Brussels, Working document SWD(2015) 259 final, févr. 2015.

[29] D. Dr. Hogg *et al.*, « Impact Assessment of Options Reviewing target in the Waste Framework Directive, Landfill Directive and Packaging Waste Directive », Eunomia, United Kingdom, Final report, févr. 2014.

[30] K. Lawton *et al.*, « Opportunities to business of improving resource efficiency », Bio Intelligence Service & Amec, United Kingdom, Final report, févr. 2013.

[31] Technopolis Group, Fraunhofer ISI, thinkstep, et Wuppertal Institute, « Regulatory barriers for the Circular Economy: Lessons from ten case studies », Technopolis Group, juill. 2016.

[32] H. Oakdene, « The Further Benefits of Business Resource Efficiency », Final report SPMT09-070 (ev0441), mars 2011.

[33] Ellen MacArthur Foundation, « Potential for Denmark as circular economy. A case study from: delivering the circular economy - A toolkit for policy makers », Ellen MacArthur Foundation, nov. 2015.

[34] Cambridge econometrics et Bio Intelligence Services, « Study on modelling of the economic and environmental impacts of raw material consumption : final report. », Luxembourg, Technical report 2014-2478, avr. 2014.

[35] SITRA et McKinsey, « The opportunities of a circular economy for Finland », Sitra, Helsinki, Finland, ISBN 978-951-563-938-7, févr. 2015.

[36] K. Pratt et M. Lenaghan, « The carbon impacts of the circular economy », Technical report, juin 2015.

[37] A.-L. Rebaud, « Vers une économie circulaire », European think do tank- Pour la solidarité, 2017/

Numéro37, 2017.

[38] J. Morgan et P. Mitchell, « Green Alliance Employment and the circular economy », Summary ISBN 978-1-909980-35-8, janv. 2015.

[39] T. Zink et R. Geyer, « Circular Economy Rebound », Social Science Research Network, Rochester, NY, SSRN Scholarly Paper ID 2985185, juin 2017.

[40] J. Korhonen, A. Honkasalo, et J. Seppälä, « Circular Economy: The Concept and its Limitations », *Ecol. Econ.*, vol. 143, p. 37-46, juin 2017.

[41] V. M. Thomas, « Demand and Dematerialization Impacts of Second-Hand Markets », *J. Ind. Ecol.*, vol. 7, nº 2, p. 65-78, avr. 2003.

[42] T. Zink, F. Maker, R. Geyer, R. Amirtharajah, et V. Akella, « Comparative life cycle assessment of smartphone reuse: repurposing vs. refurbishment », *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 19, nº 5, p. 1099-1109, mai 2014.

[43] T. Zink, R. Geyer, et R. Startz, « A Market-Based Framework for Quantifying Displaced Production from Recycling or Reuse », *J. Ind. Ecol.*, vol. 20, nº 4, p. 719-729, août 2016.

[44] W. R. Stahel, *The performance Economy*, Second. Palgrave MacMillan, 2010.

[45] CIRAIG, « Circular Economy: A Critical Literature Review of Concepts », CIRAIG, ISBN 978-2-9815420-0-7, 2015.

[46] Commissariat Général au Développement durable (CGDD), « Comparaison internationale des politiques publiques en matière d'économie circulaire », janv. 2014.

[47] R. Becque, N. Roy, et D. Hamza-Goodacre, « The Political Economy of the Circular Economy », Climate Works Foundation, oct. 2016.

[48] W. McDowall *et al.*, « Circular Economy Policies in China and Europe », *J. Ind. Ecol.*, vol. 21, nº 3, p. 651-661, juin 2017.

[49] F. Preston, « A Global Redesign?: Shaping the Circular Economy ». Chatham House, 2012.

[50] Commission européenne, « Une introduction à la politique de cohésion de l'UE ». Commission européenne, juin-2014.

[51] EC, « Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - on the implementation of the Circular Economy Action Plan », European Commission, Brussels, COM(2017) 33 final, janv. 2017.

[52] European Parliament, « Circular economy package. Four legislative proposals on waste ». European Parliament, févr-2017.

[53] MDDELCC, « Gestion des résidus du secteur de la construction, de la rénovation et de la démolition (CRD). » août-2014.

[54] J. Morlok, H. Schoenberger, D. Styles, J. L. Galvez-Martos, et B. Zeschmar-Lahl, « The Impact of Pay-As-You-Throw Schemes on Municipal Solid Waste Management: The Exemplar Case of the County of Aschaffenburg, Germany. Resources », *Resources*, vol. 6, nº 1, p. 16, févr. 2017.

[55] M. Walls, « Extended Producer Responsibility and Product Design: Economic Theory and Selected Case Studies », Social Science Research Network, Rochester, NY, SSRN Scholarly Paper ID 901661, mars 2006.

[56] N. Bechtel, R. Bojko, et R. Völkel, « Be in the Loop : Circular Economy & Strategic Sustainable Development », School of Engineering Blekinge Institute of Technology, Karlskrona, Suède, 2013.

[57] MDDEP, « Bannissement des matières organiques de l'élimination au Québec : état des lieux et prospectives », MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, ISBN 978-2-550-64215-2, 2012.

[58] CIRS, « Introduction to REACH Regulation | CIRS », *Chemical Inspection & Regulation Service*, n/d. [En ligne]. Disponible à: http://www.cirs-reach.com/REACH/index.html. [Consulté le: 23-sept-2017].

[59] EU, « Commission Staff Working Document Impact Assessment. Accompanying the document Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2011/65/EU on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment », European Union, Publication SWD/2017/023 final-2017/013 (COD), janv. 2017.

[60] World Future Council, « Feed-In Tariffs – A guide to one of the world's best environmental policies. Boosting Energy for our Future », World Future Council, Hamburg, Germany, ISBN 978-1-84407-466-2, juin 2017.

[61] EU, « Directive 2009/125/EC of the European Parliament and the Council of 21 October 2009 establishling a framework for the setting of ecodesign requirements for enery related products », *Off. J. Eur. Union*, vol. 52, p. 26, oct. 2009.

[62] M. Kojima et V. Atienza, *Industrial Standard for Recycled Goods in Japan and South East Asian Countries*, Kojima, M. (ed.)., vol. 3R Policies for Southeast and East Asia (ERIA Research Project Report 2009-10). Jakarta: ERIA, 2010.

[63] A. Renda *et al.*, « The uptake of green Public Procurement in the EU-27 », College of Europe and the Centre for European Policy Studies, Brussels, FCWB4/ENTR/08/006, févr. 2012.

[64] European Environment Agency, « Well-being and the environment. Building a resource-efficient and circular economy in Europe », European Environment Agency, Publication ISBN 978-92-9213-431-0, 2014.

[65] ENT Environment and Management and Agència de Residus de Catalunya, « Guide for the Implementation of Pay-As-You-Throw Systems for Municipal Waste. PAYT », Agència de Residus de Catalunya (ARC), Espagne, nov. 2010.

[66] P.-A. Normandin, « Payer pour jeter: forte baisse des déchets à Beaconsfield », *La Presse*, février-2016.

[67] Connaissance des énergies, « Marchés du carbone », *Connaissance des Énergies*, 14-sept-2011. [En ligne]. Disponible à: https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/marches-du-carbone. [Consulté le: 27-nov-2017].

[68] McKinsey & Company, « The circular economy: Moving from theory to practice », McKinsey & Company, Special edition, oct. 2016.

[69] W. R. Stahel, « The virtuous circle? Sustainable economics and taxation in a time of austerity », *Chart. Insur. Inst.*, vol. 63, 2011.

[70] L. Veyret et M. Salaberry, « Le recyclage des terres rares : vers une plus grande autonomie des Etats-Unis - Mission pour la Science et la Technologie de l'Ambassade de France aux Etats-Unis », juill-2015. [En ligne]. Disponible à: https://www.france-science.org/Le-recyclage-des-terres-rares-vers.html. [Consulté le: 07-oct-2017].

[71] J. Korhonen, « Industrial ecology in the strategic sustainable development model: strategic applications of industrial ecology », *J. Clean. Prod.*, vol. 12, nº 8, p. 809-823, oct. 2004.

[72] ADEME, ATEMIS, P. Vuidel, et B. Pasquelin, « Vers une économie de la fonctionnalité à haute valeur environnementale et sociale en 2050 », Publication, 2017.

[73] K. Frenken, « Political economies and environmental futures for the sharing economy », *Philos. Transact. A Math. Phys. Eng. Sci.*, vol. 375, nº 2095, juin 2017.

[74] MDDELCC, « Stratégie gouvernementale de développement durable 2015-2020 », Gouvernement du Québec, Québec, ISBN 978-2-550-74247-0, 2015.

[75] MDDELCC, « Plan d'action de développement durable 2015-2020 », Ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques, Québec, Plan d'action ISBN 978-2-550-75448-0, 2017.

[76] MDDELCC, « Politique québécoise de gestion des matières résiduelles », n/d. [En ligne]. Disponible à: http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/matieres/pgmr/. [Consulté le: 26-nov-2017].

[77] MDDELCC, « Plan daction 2011-2015 Politique québécoise de gestion des matières résiduelles », Gouvernement du Québec, 978-2-550-61105-9, 2011.

[78] RECYC-QUÉBEC, « Plan d'action 2015-2016 Comité mixte sur la Réduction à la source », RECYC-QUÉBEC, Québec, févr. 2016.

[79] *Loi sur la qualité de l'environnement*. 2017.

[80] MDDELCC, « Liste des produits prioritaires à désigner sous la responsabilité élargie des producteurs - rapport synthèse », Synthèse ISBN 978-2-550-73039-2, 2015.

[81] RECYC-QUÉBEC, « Comprendre la responsabilité élargie des producteurs », *RECYC-QUÉBEC*, 22-sept-2015. [En ligne]. Disponible à: https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/entreprises-organismes/mieux-gerer/responsabilite-elargie-producteurs. [Consulté le: 27-nov-2017].

[82] Éco Entreprises Québec, « Rapport annuel 2016 », Éco Entreprises Québec, Rapport annuel, avr. 2017.

[83] RECYC-QUÉBEC, « Régime de compensation pour la collecte sélective des matières recyclables », *RECYC-QUÉBEC*, 16-sept-2015. [En ligne]. Disponible à: https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/municipalites/collecte-selective-municipale/regime-de-compensation. [Consulté le: 11-sept-2017].

[84] Ministre de l'énergie et Ressources naturelles (MERN), « Politique énergétique 2030 », Ministre de l'énergie et Ressources naturelles, Politique, avr. 2016.

[85] Transition énergétique Québec, « Rendement énergétique des appareils », *Transition énergétique Québec*, n/d. [En ligne]. Disponible à: http://www.transitionenergetique.gouv.qc.ca/clientele-affaires/rendement-energetique-des-appareils/. [Consulté le: 27-nov-2017].

[86] MDDELCC, « Types de participants au système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre (SPEDE) », 2018. [En ligne]. Disponible à: http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changements/carbone/Types-participants-SPEDE.htm. [Consulté le: 26-janv-2018].

[87] MDDELCC, « Le système québécois de plafonnement et d'échange de droits d'émission. En bref. » MDDELCC, n/d.

[88] MDDELCC, « Redevances à l'élimination de matières résiduelles ». [En ligne]. Disponible à: http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/matieres/redevances/index.htm. [Consulté le: 27-nov-2017].

[89] MDDELCC, « Fonds vert ». [En ligne]. Disponible à: http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/ministere/fonds-vert/. [Consulté le: 27-nov-2017].

[90] MDDELCC, « Programme de traitement des matières organiques par biométhanisation et compostage ». [En ligne]. Disponible à: http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/programmes/biomethanisation/index.htm. [Consulté le: 27-nov-2017].

[91] MDDELCC, « Comptes du Fonds vert 2016-2017 », Gouvernement du Québec, ISBN 978-2-550-79609-1, 2017.

[92] RECYC-QUÉBEC, « Mieux gérer les matières résiduelles de votre entreprise ou organisme », *RECYC-QUÉBEC*, 07-janv-2016. [En ligne]. Disponible à: https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/entreprises-organismes/mieux-gerer. [Consulté le: 27-nov-2017].

[93] CTTÉI, « Création d'une symbiose industrielle ». Centre de transfert technologique en écologie industrielle, 2013.

[94] « CTTÉI », *CTTÉI*, 2017. [En ligne]. Disponible à: http://www.cttei.com/. [Consulté le: 20-sept-2017].

[95] M. Linder, S. Sarasini, et P. van Loon, « A Metric for Quantifying Product-Level Circularity », *J. Ind. Ecol.*, vol. 21, nº 3, p. 545-558, juin 2017.

[96] A. Wijkman et K. Skånberg, « L'Économie Circulaire et ses Bénéfices Sociétaux. Des Avancées Réelles pour l'Emploi et le Climat dans une Économie basée sur les Énergies Renouvelables et l'Efficacité des Ressources. », Club de Rome, 2015.

[97] C. Rob, « EU commits €1bn of Horizon 2020 funding to circular economy until 2020 », *Resource Magazine*, 30-oct-2017.

[98] K. Wiens, « Intellectual property is putting circular economy in jeopardy », *The Guardian*, 04-juin-2014.

[99] M. Krystofik, J. Wagner, et G. Gaustad, « Leveraging intellectual property rights to encourage green

product design and remanufacturing for sustainable waste management », *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 97, nº Supplement C, p. 44-54, avr. 2015.

[100] C. Arnsperger et D. Bourg, « Vers une économie authentiquement circulaire », *Rev. OFCE*, nº 145, p. 91-125, mars 2016.

[101] E. Iacovidou *et al.*, « Metrics for optimising the multi-dimensional value of resources recovered from waste in a circular economy: A critical review », *J. Clean. Prod.*, vol. 166, nº Supplement C, p. 910-938, nov. 2017.

[102] Deloitte Sustainability, « Circular economy potential for climate change mitigation », Deloitte Sustainability, nov. 2016

Conseil du patronat du Québec
1010, rue Sherbrooke Ouest, bureau 510
Montréal (Québec) H3A 2R7

Téléphone : 514.288.5161
(Sans frais au Québec) : 1.877.288.5161
Télécopieur : 514.288.5165

www.cpq.qc.ca

CPQ
S'ALLIER POUR LA **PROSPÉRITÉ**