



CIRAIG^{MC}

Centre international de référence sur le
cycle de vie des produits, procédés et services

CTE - 046M
C.P. – Cible de
réduction d'émissions
de gaz à effet de serre
du Québec pour 2030



MÉMOIRE DU CIRAIG SUR LE DOCUMENT DE CONSULTATION :

CIBLE DE RÉDUCTION D'ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU QUÉBEC POUR 2030

OCTOBRE 2015

Ce mémoire a été préparé par le Centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG).

Fondé en 2001, le CIRAIG a été mis sur pied afin d'offrir aux entreprises et aux gouvernements une expertise universitaire de pointe sur les outils du développement durable. Le CIRAIG est un des plus importants centres d'expertise en cycle de vie sur le plan international. Il collabore avec de nombreux centres de recherche à travers le monde et participe activement à l'Initiative sur le cycle de vie du Programme des Nations Unies sur l'Environnement (PNUE) et de la Société de Toxicologie et de Chimie de l'Environnement (SETAC).

Le CIRAIG a développé une expertise reconnue en matière d'outils du cycle de vie incluant l'analyse environnementale du cycle de vie (ACV) et l'analyse sociale du cycle de vie (ASCV). Complétant cette expertise, ses travaux de recherche portent également sur l'analyse des coûts du cycle de vie (ACCV) et d'autres outils incluant les empreintes carbone et eau. Ses activités comprennent des projets de recherche appliquée touchant plusieurs secteurs d'activités clés dont l'énergie, l'aéronautique, l'agroalimentaire, les matières résiduelles, les pâtes et papiers, les mines et métaux, les produits chimiques, les télécommunications, le secteur financier, la gestion des infrastructures urbaines, le transport ainsi que de la conception de produits « verts ».

AVERTISSEMENT

À l'exception des documents entièrement réalisés par le CIRAIG, comme le présent rapport, toute utilisation du nom du CIRAIG ou de Polytechnique Montréal lors de communication destinée à une divulgation publique associée à ce projet et à ses résultats doit faire l'objet d'un consentement préalable écrit d'un représentant dûment mandaté du CIRAIG ou de Polytechnique Montréal.

CIRAIG

Centre international de référence
sur le cycle de vie des produits, procédés et services
École Polytechnique de Montréal
Département de génie chimique
2900, Édouard-Montpetit
Montréal (Québec) Canada
C.P. 6079, Succ. Centre-ville
H3C 3A7

www.ciraig.org

Auteurs

Luce Beaulieu, analyste – volet social

Didier Beloin-Saint-Pierre, Ph.D., stagiaire postdoctoral

Cécile Bulle, professeur – UQÀM

Thomas Dandres, agent de recherche

Pascal Lesage, agent de recherche

Annie Levasseur, ing., Ph.D., chercheuse et coordonnatrice scientifique du CIRAIG

Manuele Margni, professeur – Polytechnique Montréal

Jean-François Ménard, analyste – volet environnemental

Réjean Samson, professeur – Polytechnique Montréal et directeur du CIRAIG

Pablo Tirado-Seco, analyste – volet environnemental

Charles Thibodeau, Ph.D., agent de recherche – Université de Montréal

Introduction

Afin d'atteindre la cible d'augmentation de la température globale de 2°C, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) recommande une réduction des émissions mondiales de GES de 41 à 72 % par rapport au niveau des émissions de 2010 à l'horizon de 2050.¹ Concrètement, cela se traduirait par des émissions annuelles entre 1,5 et 3,2 tonnes de GES par personne. Considérant que le Québec s'est engagé à réduire ses émissions à 2 tonnes de GES par habitant pour 2050, nous sommes d'avis que ces cibles de réduction correspondent bien aux recommandations du GIEC.

Bien que conformes aux objectifs du GIEC, cette cible de réduction des émissions de GES nous apparaît fort ambitieuse pour le Québec. En effet, comme les émissions annuelles en 2012 se situaient à 9,6 tonnes par personne, une réduction de 80 % serait nécessaire, et ce, malgré la croissance économique attendue. Ainsi, l'atteinte de cette cible nécessitera des solutions innovantes, en particulier parce que le Québec jouit déjà d'une électricité à très faible intensité carbone. En 2013, le Québec a mis en place un marché du carbone qui touche une grande partie de l'économie québécoise. L'économie québécoise disposera ainsi d'un outil favorisant l'identification, par des règles de marché, des projets ou des secteurs avec le plus grand potentiel de réduction des émissions GES au moindre coût. Pour ces raisons, nous ne recommandons actuellement pas que le Québec se dote d'objectifs spécifiques en complément d'une cible globale de réduction d'émissions de GES.

Les changements climatiques sont une problématique globale et l'effet d'une réduction d'émissions de GES ne dépend ni du lieu géographique ni du secteur économique où elle a lieu. Il est donc crucial d'aborder les solutions sous un angle holistique. La pensée cycle de vie permet notamment de faire de meilleurs choix de solutions en évitant ou en minimisant les effets potentiellement pervers de déplacement d'impact entre étapes du cycle de vie, entre régions, entre pays, entre problématiques environnementales et éventuellement entre les trois dimensions du développement durable. Dans ce mémoire, le CIRAI propose des recommandations multifactorielles visant à bonifier la prise de décision dans le cadre d'un plan efficace, équitable et soutenable de lutte contre les changements climatiques. À cette fin, nos recommandations sont ciblées sur les aspects suivants :

- L'approche du cycle de vie;
- L'affichage environnemental;
- Un système parallèle de comptabilité des émissions de GES basé sur la consommation du Québec
- La considération des impacts sociaux potentiels.

Analyse et recommandations

L'implantation d'une cible de réduction des émissions de GES de 37,5% pour 2030 nécessitera la mise en place d'un grand nombre de solutions techniques et économiques. Des exemples de mesures possibles sont d'ailleurs présentées à l'annexe I du document de consultation. Ces solutions sont susceptibles de créer des opportunités socio-économiques pour le Québec, mais elles restent incertaines et pourraient aussi causer des impacts sociaux et environnementaux indésirables si les conséquences de leur implantation ne sont pas analysées de manière appropriée avec une perspective holistique. C'est pour cette raison que nous soulignons l'existence de plusieurs méthodes et pistes de réflexion qui devraient aider les décideurs dans leurs choix.

L'approche cycle de vie

L'approche cycle de vie, mentionnée dans la loi sur le développement durable du Québec, vise la prise en compte des impacts environnementaux, sociaux et économiques propres à un produit ou à un projet tout au long de son cycle de vie, de l'extraction des matières premières à la production, l'utilisation, la distribution et la fin de vie². La méthodologie d'analyse environnementale du cycle de vie telle que normalisée par ISO³ est de plus en plus utilisée comme support à la conception, à la communication environnementale et à la prise de décision stratégique et politique.

Éviter les déplacements d'impact et les effets pervers

L'approche cycle de vie permet d'éviter les déplacements d'émissions vers une autre étape du cycle de vie qui n'est pas nécessairement couverte par l'évaluation standard du potentiel de réduction des émissions de GES. Par exemple, la mise en place d'une mesure d'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment peut entraîner une réduction des émissions liées à leurs utilisations, mais pourrait en même temps causer une augmentation des émissions de GES liées à la fabrication des composantes du bâtiment à installer pour atteindre cette nouvelle efficacité. Il s'agit alors de s'assurer que les réductions d'émissions de la phase d'utilisation sont supérieures aux augmentations engendrées à la phase de fabrication.

L'approche cycle de vie permet aussi de prendre en compte les possibles conséquences sur d'autres types de problématique environnementale. Par exemple, un projet visant à diminuer les émissions de GES pourrait entraîner une augmentation de la consommation de la ressource eau ou des impacts sur la biodiversité par l'occupation des terres nécessaires p.ex. à produire de la biomasse à des fins énergétiques. L'électrification des transports au Québec offre un fort potentiel de réduction de GES avec toutefois le risque de déplacer une partie des émissions en amont vers la production des batteries et de leurs composantes. D'autres défis peuvent surgir relativement à la criticité de l'accès aux ressources minérales comme le lithium et d'autres terres rares. L'approche cycle de vie permet donc de diagnostiquer d'éventuelles conséquences négatives et ainsi, d'orienter la mise en place de mesures d'atténuation ou de prévention appropriées.

Finalement, l'implantation à grande échelle de mesures de réduction d'émissions de GES peut entraîner des conséquences sur d'autres systèmes par des mécanismes économiques. Par exemple, une mesure visant à augmenter de façon importante l'utilisation d'une source

d'énergie renouvelable dans un secteur donné pourrait entraîner une diminution du prix de la source d'énergie non-renouvelable remplacée, ce qui pourrait entraîner une augmentation de la consommation de cette ressource dans un autre secteur, voir dans un autre état. La combinaison de modèles technico-économiques tels que TIMES-Canada⁴ et de l'analyse du cycle de vie permet d'analyser les conséquences des scénarios de réduction ou d'adaptation et identifier les leviers qui permettront d'anticiper et minimiser les effets indésirables.

Recommandation n°1

Évaluer le potentiel de réduction d'émissions de GES des projets en utilisant une approche cycle de vie afin d'éviter les déplacements d'émissions et d'identifier les conséquences potentielles sur d'autres types de problématique environnementale.

Utiliser une approche combinant l'analyse du cycle de vie et un modèle technico-économique tel que TIMES-Canada lors de l'évaluation du potentiel de réduction des émissions de GES des initiatives implantées à grande échelle.

Prioriser les actions et optimiser la conception

Afin de déterminer quelles seraient les initiatives par secteur avec le plus grand potentiel de réduction, des études telles que celle proposée par la firme de consultants McKinsey⁵, qui évalue et classe le potentiel de réduction d'émissions de GES de différents projets selon leur coût ou gain économique, peuvent être utiles. La priorisation des actions doit néanmoins être basée sur une approche cycle de vie qui tient compte des différentes étapes en amont (chaîne d'approvisionnement) et en aval (utilisateurs finaux et fin de vie) des projets.

De la même façon, d'autres mesures telles que celles présentées dans l'annexe I du document de consultation peuvent aussi profiter des outils de la pensée cycle de vie pour leur priorisation et pour améliorer d'avantage leur conception (p.ex. : aide à l'écoconception) par l'identification des plus grands potentiels de réduction.

Recommandation n°2

Promouvoir l'utilisation de l'analyse du cycle de vie lors de la conception des projets afin d'identifier les étapes les plus contributrices en termes d'émissions de gaz à effet de serre et ainsi, de diminuer dès la conception leur empreinte carbone.

Optimisation de la consommation par les technologies de l'information et de communication

Les technologies de l'information et de communication (TIC) connaissent un développement technologique très rapide et leur présence dans notre quotidien est en perpétuelle augmentation. Plusieurs études⁶⁻⁷ estiment que les TIC ont le potentiel de réduire de façon importante les émissions mondiales de GES (16.5% à l'horizon 2020⁶) en améliorant le fonctionnement de notre société. Cependant, il est important d'évaluer ces initiatives par une approche cycle de vie. En effet, si l'on peut s'attendre à des réductions de GES par endroit, il ne faut pas négliger les effets rebonds liés à l'utilisation des TIC (effet affectant le temps et l'argent des utilisateurs) ni les impacts liés à la production et la gestion de la fin de vie des équipements.

Les TIC apparaissent comme un bras de levier important pour réduire les émissions de GES du Québec tout en dynamisant son activité économique, mais leur développement devrait être encadré pour maximiser les retombées positives tout en minimisant leurs impacts indésirables. Cet encadrement pourrait prendre la forme de programmes incitatifs au déploiement des TIC dans les secteurs économiques les plus prometteurs en termes de réduction d'émissions de GES pour le Québec. Cet encadrement aurait deux prérequis:

1. Une évaluation du potentiel québécois d'émissions de GES pouvant être évitées par les TIC par secteur économique;
2. Une définition des bonnes pratiques de gestion du cycle de vie des TIC adaptée au contexte québécois pour maximiser les retombées positives des programmes tout en minimisant leurs effets indésirables.

Plusieurs applications des TIC à la société québécoise paraissent particulièrement pertinentes:

- Transports intelligents (*Smart-Transport*): amélioration des circuits de transport des marchandises et de la gestion des flottes de véhicules ; réduction des transports par le télétravail;
- Industries intelligentes (*Smart-Industry*): ajustement de la vitesse des moteurs industriels aux besoins réels en usine;
- Agriculture intelligente (*Smart-Agriculture*): réduction des doses de fertilisants et de pesticides par une meilleure évaluation des besoins;
- Bâtiments intelligents (*Smart-Building*): réduction de la consommation énergétique des bâtiments (particulièrement pertinent lorsque du gaz naturel ou du mazout est utilisé).

Bénéfices globaux liés à des augmentations d'émissions territoriales entraînant des réductions extraterritoriales des émissions de GES

Le Québec, comme plusieurs autres états, vise un développement économique durable. Pour y arriver, plusieurs solutions peuvent être envisagées, dont l'accroissement des capacités de production et des offres de services au Québec (p.ex. : les centres de données). Dans ce cas, ces nouvelles activités économiques augmenteront potentiellement les émissions de GES sur le territoire québécois. Ces scénarios de développement économiques seront alors en opposition avec la poursuite de la cible de réduction qui sera choisie.

Il est toutefois possible d'identifier des options qui évitent cette opposition en considérant une perspective du cycle de vie lors de l'analyse des activités économiques, qui nous rappelle l'aspect global de la lutte contre les changements climatiques. Il sera ainsi possible d'évaluer les réductions potentielles d'émissions de GES lorsque des activités énergivores se déplacent au Québec. Cette réduction s'explique surtout par la faible empreinte carbone du mix électrique québécois.

Les réductions potentielles des émissions de GES pour quelques exemples d'activités économiques relocalisées au Québec (voir encadré ci-dessous) ont déjà été calculées et seront publiées dans un avenir rapproché. Il reste cependant plusieurs options qui méritent encore d'être explorées comme la production de silicium purifié pour une utilisation en microélectronique, la production agroalimentaire et la production des pâtes et papiers.

Bénéfices globaux d'une augmentation de la production d'aluminium au Québec

La production d'aluminium primaire est liée à des émissions directes de GES (CO_2 , CF_4 et C_2F_6). Une augmentation de la production d'aluminium au Québec amènera donc une augmentation des niveaux d'émission de ces gaz au Québec. Il faut cependant noter qu'une proportion importante des émissions de GES liées à la production d'aluminium dans le monde est liée à la consommation électrique durant l'étape de production (électrolyse) qui est fréquemment liée à l'extérieur du Québec à des sources d'énergie fossile. Il est donc possible d'envisager que les émissions globales de GES diminueront de manière significative si ces capacités de production d'aluminium sont déplacées au Québec.

De telles explorations permettraient peut-être même de créer et valider un nouveau type de crédit compensatoire dans la bourse du carbone québécoise. Ces nouveaux crédits viendraient alors soulager les pressions liées à une croissance des capacités de production et des offres de service au Québec.

L'affichage environnemental

Sensibiliser la population

Tel que présenté dans le document de consultation, des « changements de comportements individuels et collectifs significatifs devront accompagner les améliorations technologiques pour qu'il soit possible d'induire le virage nécessaire vers une économie sobre en carbone ». Tout changement se butant à l'inertie du système en place, un obstacle important à la lutte efficace aux changements climatiques est ainsi la difficulté de maintenir l'effort pendant la période nécessaire à la mise en place des mesures qui assureront ce changement. D'autant plus que certaines de ces mesures ne montreront leurs effets que sur le moyen, voire le long terme, notamment celles qui visent les comportements individuels et collectifs. La sensibilisation de la population aux enjeux des changements climatiques est donc primordiale et plus particulièrement quant aux liens entre ses choix de consommation et leurs émissions de gaz à effet de serre (GES).

Un moyen de sensibilisation permettant au public de prendre conscience de l'impact de sa consommation sur les changements climatiques est l'affichage environnemental. En effet, la consommation privée est l'un des principaux moteurs de l'augmentation des émissions GES depuis les années 90.⁸ L'empreinte carbone des produits, intégrant les émissions produites sur tout leur cycle de vie¹, est un puissant outil de sensibilisation de la population quant aux impacts de ses choix de consommation et de son mode de vie. Le gouvernement du Québec a déjà montré une volonté de mettre en place un système d'affichage environnemental (projet pilote empreinte carbone des produits) et il est important de poursuivre dans cette direction malgré les défis qu'un tel système peut comporter dans sa mise en place.

Recommandation n°3

Poursuivre les efforts entrepris par le gouvernement pour le développement d'un système d'affichage de l'empreinte carbone des produits de consommation.

Un système parallèle de comptabilité des émissions de GES basé sur la consommation du Québec

Aujourd'hui la comptabilité des émissions de GES considère uniquement les émissions ayant lieu sur un territoire donné (comptabilité territoriale). Celles-ci peuvent, par exemple, être liées à l'utilisation ou au transport de produits importés et consommés localement ou à la fabrication de produits voués à l'exportation. La comptabilité basée sur la consommation ne considère quant à elle que les émissions de GES liées à l'ensemble du cycle de vie des biens et services consommés par la population habitant ce même territoire, sans égard au lieu d'émission. Les émissions liées à la fabrication des produits importés, bien qu'ayant lieu ailleurs, sont donc

¹ C'est-à-dire celles associées à l'extraction et la transformation des matières premières, aux activités manufacturières, à la distribution, l'utilisation et la fin de vie

intégrées au calcul, alors que les émissions ayant lieu sur le territoire, mais liées à la fabrication de produits exportés en sont exclues. Ce deuxième type de comptabilité donne une meilleure indication des émissions dont la population est responsable. Elle permet donc d'augmenter la conscience du public quant à l'impact de ses comportements, alors que la comptabilité territoriale pourrait lui laisser croire que l'empreinte carbone des Québécois est relativement faible, grâce à la forte présence d'énergies renouvelables.

La comptabilité basée sur la consommation n'est pas celle qui a été retenue dans le cadre des discussions internationales sur les cibles de réduction d'émissions de GES (par exemple Kyoto, Copenhague et probablement Paris en décembre prochain). Il y a par contre maintenant certaines entités, dont la ville de Vancouver et la Suède⁸ notamment, qui ont adopté une double comptabilité, soit la comptabilité territoriale envers laquelle ils se sont engagés à atteindre des cibles de réduction, et la comptabilité basée sur la consommation, envers laquelle ils se sont également fixé d'autres cibles de réduction. Les mécanismes par lesquels les réductions peuvent être obtenues diffèrent selon le type de comptabilité. Celle basée sur la consommation étant directement liée aux choix des consommateurs, la réduction des émissions associées à la production de biens importés aura lieu ailleurs et ne sera donc pas prise en compte par la comptabilité territoriale. Toutefois, en ayant une information sur les émissions associées aux biens consommés, il serait possible d'influencer les émetteurs extraterritoriaux et les encourager/amener à réduire leurs propres émissions autrement que par le biais de grands accords internationaux ardemment négociés. La comptabilité basée sur la consommation permettrait également de considérer les bénéfices associés à une augmentation de la demande domestique en biens fabriqués au Québec entraînant par le fait même des réductions extraterritoriales des émissions de GES.

Face à une cible globale d'émissions annuelles de GES de 2 tonnes par habitant à l'horizon 2050, une vision plus large sur les actions à poser sur le territoire québécois dans la cadre de la lutte contre les changements climatiques, englobant leur cycle de vie complet et donc les activités et conséquences, au Québec ou ailleurs, qui leur sont associées, permettra des changements qui ne sont pas rattachés à des déplacements d'impact, réduisant ainsi leur portée et leur efficacité globale.

Recommandation n°4

Instaurer un système de comptabilité des émissions de GES du Québec liées à la consommation et établir des cibles de réduction qui lui sont propres.

La considération des impacts sociaux potentiels

L'implantation d'une cible de réduction d'émissions de GES de 37,5% pour 2030 risque d'entraîner des pressions sur certaines habitudes de consommation des citoyens à court terme. Par exemple, il semble judicieux de diminuer notre dépendance au transport par véhicules solo. Par contre, une partie de la population québécoise pourrait mal accepter les chamboulements de leurs activités de la vie quotidienne qui en découleront. Si les comportements des Québécois face à l'automobile solo ainsi qu'au nombre de véhicules actifs sur le territoire ne fléchissent pas, un des mécanismes incitatifs pourrait être d'augmenter la taxe carbone sur l'essence et indirectement, sur les produits de consommation. Or, cette solution ne serait pas sans effets

socioéconomiques et sociétaux. Certains, comme l'atteinte des cibles de réduction des émissions de GES, serait évidemment bénéfiques à l'environnement. D'autres, tels que le basculement possible de certaines classes économiques vulnérables vers la précarité, sont à éviter. Or, à l'heure actuelle, ces effets (qu'ils soient positifs ou négatifs) ne sont pas ou peu appréhendés.

Recommandation n°5

Il est fortement recommandé que les effets socioéconomiques possibles, positifs et négatifs, soient modélisés et caractérisés sur tout le cycle de vie grâce à des outils comme l'ACV sociale et les études d'impacts sociaux. Cette modélisation doit être élaborée de façon holistique au moyen d'une mise en relation avec les deux autres dimensions du développement durable, c'est-à-dire l'environnement et l'économie. Cette modélisation permettrait, notamment, de cibler de façon efficace et équitable les populations qui sont :

- 1) en mesure d'absorber sans coûts sociétaux supplémentaires une hausse du prix de l'essence et des autres produits de consommation courante;
- 2) vulnérables et qui doivent être protégées des effets des hausses afin d'éviter un transfert d'impacts sur la société (notamment).

Ce genre de modèle socioéconomique servirait à établir des mécanismes législatifs et fiscaux efficaces afin de préserver l'équilibre social et ultimement, le modèle québécois dans une transition vers des modèles de production et consommation plus durables.

Exemple d'effets socioéconomiques potentiels

Les effets qu'auraient potentiellement une hausse importante du prix de l'essence sur les ménages québécois peuvent être analysés en observant la consommation actuelle de carburant et en posant des hypothèses éclairées sur les conséquences potentielles. En se basant sur une étude belge de 2007⁹, il est démontré que les ménages issus des classes socioéconomiques les plus élevées (classes moyennes et supérieures) sont ceux qui induisent le plus d'impacts environnementaux (toutes proportions gardées) liée à leur consommation d'essence.

Ces ménages possèdent généralement plus de véhicules, d'un calibre plus élevé et conduisent sur de plus longues distances que les ménages à plus faible revenu. D'une part, l'effet d'une hausse du prix du carburant sur ces ménages serait certes ressentie, mais pourrait être absorbée en sacrifiant des dépenses non-essentiels, en réduisant le parc automobile, en passant à des modèles de voitures moins énergivores (voire à la voiture électrique) ou encore en recourant davantage aux transports en commun. D'autre part, l'effet d'une hausse importante du prix de l'essence sur les ménages à faibles revenus serait beaucoup plus dramatique.

En effet, de nombreux ménages à plus faibles revenus font le choix de s'installer en banlieue afin de profiter du prix relativement plus bas des domiciles en banlieue. La mobilité que permet l'automobile est aujourd'hui vue par tous comme un droit inaliénable en contexte nord-américain et la banlieue oblige les ménages à de nombreux déplacements nécessaires à leur vie. Dans ces circonstances, les dépenses liées à l'essence sont inélastiques, ce qui dans un contexte de hausse du prix de l'essence peut avoir comme conséquence soit une réduction sur les autres postes de dépenses du panier de consommation, soit un endettement encore plus élevé.

Accorder moins de ressources financières à des postes budgétaires comme la nourriture ou les frais de santé combiné à d'autres choix possibles (par exemple prendre un second emploi afin de boucler le budget familial) peuvent avoir des conséquences désastreuses sur la santé physique et psychologique des individus. De même, le surendettement des ménages a des coûts sociaux importants documentés dans la littérature. Ces conséquences, en soi négatives, se déploieront assurément sur le système de santé et le filet social québécois. En bref, le risque possible serait que la hausse du prix de l'essence pourrait faire basculer certains ménages vulnérables dans la précarité et que ce basculement induirait des coûts à la société.

Il est donc permis d'avancer, avec beaucoup de précautions, que la hausse du prix de l'essence pourrait d'une part réduire les émissions de GES et contribuer à atteindre les cibles à l'horizon 2030, mais d'autre part, se traduire par un coût sociétal plus élevé et créer un écart socioéconomique encore plus grand entre les ménages à faibles revenus et les classes plus aisées. C'est un exemple possible d'effet pervers qu'il est important de bien comprendre afin de prévoir des mesures d'atténuation appropriées.

Références

- 1) IPCC. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Core Writing Team, Pachauri, R.K., and Meyer, L.A. (eds)]. IPCC, Geneva, 151 p.
- 2) CIRAIG. (2015). Approche cycle de vie. En ligne : <http://www.ciraig.org/fr/acv.php> [Page consultée le 21 octobre 2015].
- 3) ISO 14040. (2006). Management environnemental – Analyse du cycle de vie – Principes et cadre. Organisation internationale de normalisation, Lausanne, 23p.
- 4) Vaillancourt, K., Alcocer, Y., Bahn, O., Fertel, C., Frenette, E., Garboui, H., Kanudia, A., Labriet, M., Loulou, R., Marcy, M., Neji, Y., Waaub, J.-P. (2014). A Canadian 2050 energy outlook: Analysis with the multi-regional model TIMES-Canada. Applied Energy, 132, p.56-65.
- 5) Creyts, J., Derkach, A., Nyquist, S., Ostrowski, K., Stephenson, J. (2007). Reducing U.S. greenhouse gas emissions: How much at what cost? Executive Report, U.S. Greenhouse Gas Abatement Mapping Initiative, McKinsey & Company. En ligne : http://www.mckinsey.com/client_service/sustainability/latest_thinking/reducing_us_green_house_gas_emissions [Page consultée le 21 octobre 2015].
- 6) Global e-Sustainability Initiative. (2012). GeSI SMARTer 2020 : The role of ICT in driving a sustainable future. En ligne : <http://gesi.org/SMARTer2020> [Page consultée le 21 octobre 2015].
- 7) Malmodin, J., Bergmark, P. (2015). Exploring the effect of ICT solutions on GHG emissions in 2030. Advances in Computer Science Research. doi: 10.2991/ict4s-env-15.2015.5.
- 8) Stockholm Environment Institute. Evaluating Sweden's emissions: at home and abroad. En ligne: http://www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/Rethinking-development/Global_assessments/Evaluating-Swedens-emissions.pdf [Page consultée le 21 octobre 2015].
- 9) Wallenborn, G., Dozzi, J. (2007). Du point de vue environnemental, ne vaut-il pas mieux être pauvre et mal informé que riche et conscientisé ? Cornut, P., Bauler, T., Zaccà, E. (eds). Environnement et inégalités sociales. Université de Bruxelles, Bruxelles, p.47-59.