



COMMISSION DE L'ÉCOFISCALITÉ DU CANADA
Une fiscalité responsable pour une prospérité durable

CORRIGER LE TIR

L'heure est venue de repenser les politiques
canadiennes sur les biocarburants

Octobre 2016





COMMISSION DE L'ÉCOFISCALITÉ DU CANADA

LA COMMISSION

Un groupe d'économistes canadiens indépendants et chevronnés en matière de politiques publiques qui travaillent ensemble pour rallier les aspirations économiques et environnementales du Canada. Nous croyons que ceci est à la fois possible et essentiel pour assurer la prospérité soutenue de notre pays. Notre comité consultatif se compose de leaders canadiens de premier plan issus du monde des affaires, du milieu de l'environnement et de tous les horizons politiques.

Nous représentons les différentes régions du pays ainsi que divers points de vue et philosophies. Nous nous entendons cependant sur un point : les politiques écofiscales sont indispensables à l'avenir du Canada.

NOTRE VISION

Promouvoir une économie florissante qui repose sur la qualité de l'air, des sols et de l'eau, au bénéfice présent et futur de tous les Canadiens.

NOTRE MISSION

Proposer et promouvoir des solutions fiscales concrètes pour le Canada pour stimuler l'innovation nécessaire à une plus grande prospérité économique et environnementale.

Les lecteurs trouveront plus d'information sur la Commission au ecofiscal.ca/fr

UN RAPPORT DE LA COMMISSION DE L'ÉCOFISCALITÉ DU CANADA

Chris Ragan, président
Université McGill

Elizabeth Beale
Économiste

Paul Boothe
Institute for Competitiveness
and Prosperity

Mel Cappe
Université de Toronto

Bev Dahlby
Université de Calgary

Don Drummond
Université Queen's

Stewart Elgie
Université d'Ottawa

Glen Hodgson
Le Conference Board du Canada

Paul Lanoie
HEC Montréal

Richard Lipsey
Université Simon Fraser

Nancy Olewiler
Université Simon Fraser

France St-Hilaire
Institut de recherche
en politiques publiques

Ce rapport est un document consensuel qui présente le point de vue des membres de la Commission. Les positions présentées ici ne représentent pas nécessairement le point de vue des entités auxquelles ces personnes sont affiliées.

REMERCIEMENTS

La Commission de l'écofiscalité du Canada remercie de leurs avis et conseils les membres de son comité consultatif.

Elyse Allan

Jim Dinning

Janice MacKinnon

Peter Robinson

Sheila Watt-Cloutier

Dominic Barton

Peter Gilgan

Preston Manning

Bob Rae

Steve Williams

Jean Charest

Michael Harcourt

Paul Martin

Lorne Trottier

Karen Clarke-Whistler

Bruce Lourie

Jack Mintz

Annette Verschuren

Nous aimerions également souligner la contribution du personnel de la Commission à la préparation de ce rapport, à savoir Jonathan Arnold, Antonietta Ballerini, Dale Beugin, Jason Dion, Annette Dubreuil et Alexandra Gair. Pour leurs précieux commentaires sur la version préliminaire du rapport, nous remercions aussi le professeur Ross McKittrick (Université de Guelph) et Jeremy Moorhouse (Clean Energy Canada). Sans compter les nombreux intervenants qui ont participé à nos ateliers et enrichi notre réflexion. Toute notre reconnaissance va enfin à l'Université McGill et à l'Université d'Ottawa pour leur appui soutenu aux travaux de la Commission.

La Commission de l'écofiscalité du Canada remercie de leur générosité les entreprises et organismes qui la soutiennent financièrement :



IVEY foundation



Max Bell Foundation

THE J.W. McCONNELL
FAMILY FOUNDATION

LA FONDATION DE LA
FAMILLE J.W. McCONNELL

METCALF
FOUNDATION

NORTH GROWTH
FOUNDATION





SOMMAIRE

La politique climatique du Canada est en pleine réorientation. Plusieurs gouvernements du pays prennent en effet de nouvelles mesures pour atteindre leurs cibles de réduction d'émissions de gaz à effet de serre (GES). Dès 2017, environ 60 % des émissions canadiennes seront ainsi couvertes par de nouvelles politiques provinciales de tarification du carbone. Des politiques qui offrent une excellente occasion de réexaminer les mesures actuelles et de rajuster le tir en conséquence.

Ce rapport traite d'une série de politiques bien précises : celles qui favorisent l'utilisation des *biocarburants* dans le secteur des transports. Les biocarburants, comme l'éthanol et le biodiesel, sont un substitut renouvelable des combustibles fossiles qui alimentent les véhicules. Jusqu'à quel point nos politiques sur les biocarburants ont-elles rempli leurs objectifs, notamment en matière de réduction d'émissions ? Combien ont coûté ces réductions ? Quelles mesures complémentaires soutiendraient le plus efficacement la tarification du carbone en favorisant l'abandon des combustibles fossiles dans notre système de transport ?

Trois questions épineuses auxquelles nous tentons de répondre en examinant les aspects économiques et environnementaux des mandats pour biocarburants et des subventions à la production au Canada.

Les politiques canadiennes sur les biocarburants : un coût élevé, une efficacité limitée

Au départ, nos politiques sur les biocarburants se voulaient un moyen concret de réaliser plusieurs objectifs : réduire les émissions de GES, offrir de nouveaux débouchés aux collectivités rurales, améliorer la qualité de l'air et accélérer le développement des biocarburants de prochaine génération. Dans quelle mesure ont-elles rempli ces objectifs ?

D'après nos estimations, on peut effectivement parler de réductions d'émissions, qui se chiffrent en moyenne à 3 Mt par année de 2010 à 2015. Pour mettre les choses en perspective, nos politiques sur les biocarburants ont permis de réduire environ 5,1 % des émissions d'origine agricole, 1,5 % des émissions du secteur des transports, ou 0,4 % des émissions totales du pays.

Mais c'est à prix fort qu'on a obtenu ce résultat. Selon nos estimations des coûts budgétaires et des coûts aux consommateurs, les réductions attribuables aux politiques sur l'éthanol et le biodiesel ont respectivement coûté de 180 à 185 \$ et de 128 à 165 \$ la tonne. Et l'on parle ici de limite inférieure : selon des estimations moins optimistes des émissions du cycle de vie des biocarburants, il faut plutôt compter de 238 à 284 \$ la tonne pour les politiques sur l'éthanol et de 189 à 596 \$ pour les politiques sur le biodiesel.

Par rapport au coût social du carbone, estimé à 41 \$ la tonne, c'est donc à coût très élevé que ces politiques génèrent des réductions. Elles sont aussi très coûteuses par rapport aux réductions attendues de la tarification du carbone, tant aux faibles prix carbone actuels qu'aux prix supérieurs à venir. Pour ce qui est de l'ensemble de l'économie, les réductions générées par nos politiques sur les biocarburants coûtent au moins cinq fois plus cher que les réductions attribuables à la taxe carbone de la Colombie-Britannique.

Quant à leurs autres avantages potentiels, ils semblent insuffisants pour justifier des coûts d'une telle ampleur. Car si elles peuvent profiter à certains agriculteurs et producteurs de biocarburants, leur incidence nuisible sur d'autres agriculteurs et secteurs en neutralise les avantages. Selon la propre analyse de rentabilité du gouvernement fédéral, les coûts économiques des mandats pour carburants renouvelables sont ainsi supérieurs à leurs avantages.

Nous observons aussi que l'usage accru d'éthanol et de biodiesel a eu une incidence négligeable sur la réduction de la pollution atmosphérique. Ce qui s'explique notamment par les faibles niveaux de mélange des biocarburants, mais aussi par la propension de certains biocarburants à faire augmenter les émissions de certains polluants.

Enfin, nos politiques ont eu peu d'incidence sur le développement et la valorisation des biocarburants de prochaine génération. Aujourd'hui encore, l'éthanol et le biodiesel de première génération comptent pour la quasi-totalité des biocarburants produits au Canada. Or, selon les prévisions de l'Agence internationale de l'énergie (2016) et du Département américain de l'Agriculture (2015), la production et la consommation canadiennes de biocarburants continueront de stagner à court et moyen terme en l'absence de nouvelles politiques efficaces.

L'heure est venue de repenser nos politiques sur les biocarburants

Les politiques canadiennes sur les biocarburants datent d'une époque où nos décideurs pouvaient envisager qu'elles rempliraient leurs différents objectifs. Mais l'évolution des connaissances et du contexte national, qui montre bien la nécessité de les repenser, nous offre l'occasion de corriger le tir. Voyons pourquoi, en quatre points.

Premièrement, nous avons aujourd'hui une idée beaucoup plus claire des modestes avantages qu'elles produisent par rapport à l'importance de leurs coûts. C'est ce que nous démontrons dans ces pages, et c'est pourquoi nous jugeons qu'elles ont très faiblement rempli leurs objectifs. Toute nouvelle politique devra donc tenir compte de ce bilan.

Deuxièmement, plusieurs subventions à la production de biocarburants, tant fédérales que provinciales, prendront fin en 2017-2018, ce qui crée l'occasion de réexaminer nos politiques.

Troisièmement, la tarification du carbone est en vigueur ou en voie d'application dans plusieurs provinces. Et le cadre d'action qui s'en dégage permet d'envisager l'adoption d'un prix carbone pancanadien, ce qui modifierait le contexte national de façon décisive, surtout en ce qui a trait aux mesures complémentaires les plus efficaces en matière de réduction d'émissions.

Quatrièmement, il existe maintenant de nouvelles mesures de soutien aux biocarburants, plus flexibles et moins coûteuses. C'est le cas de la norme de carburants à faible teneur en carbone de la Colombie-Britannique et de la norme zéro émission pour les véhicules de la Californie, deux mesures plus souples et plus efficaces qui misent sur les mécanismes du marché. En ciblant expressément l'intensité carbone des véhicules et des carburants, elles créent une incitation en faveur des technologies propres tout en freinant l'utilisation des technologies à forte teneur en carbone.

Les gouvernements du pays peuvent ensemble tracer une nouvelle voie

Nous formulons dans ce rapport quatre recommandations à l'intention d'Ottawa et des provinces. Toutes visent l'adoption de politiques climatiques qui génèrent des réductions d'émissions au moindre coût pour les consommateurs, l'industrie et les gouvernements. Leur mise en œuvre viendrait modifier les incitations et les effets du marché de manière à réduire l'ensemble des coûts de ces politiques. Mais les ajustements proposés pourraient aussi accroître les coûts de certains secteurs et entreprises. C'est pourquoi nous insistons chaque fois sur la nécessité de prendre en compte ces impacts distributifs pour faciliter la transition vers de nouvelles approches.

RECOMMANDATION N° 1 :

Il faut retirer comme prévu les subventions fédérales et provinciales à la production de biocarburants.

Les politiques canadiennes sur les biocarburants visaient essentiellement à renforcer les capacités nationales nécessaires à l'exécution des mandats fédéraux et provinciaux en matière de carburants, mais elles constituent un moyen coûteux de réduire les émissions de GES. Par rapport à d'autres politiques, notamment la tarification du carbone, cette approche axée sur les biocarburants est nettement moins efficace en termes de réduction d'émissions.

Au-delà du coût relativement élevé des subventions à la production, les principes d'attribution des subventions indiquent qu'elles doivent offrir un soutien transitoire, ce soutien devant cibler les technologies émergentes afin d'en accroître la compétitivité sans créer le besoin d'un financement public de longue durée. Or, la production de biocarburants de première génération bénéficie depuis plus de vingt ans d'une aide gouvernementale substantielle, et elle n'a toujours pas fait la preuve de sa rentabilité. Ce qui indique clairement qu'on ferait un mauvais usage des fonds publics en continuant de lui venir en aide.

La transition qui suivra le retrait des subventions sera facilitée du fait que les entreprises concernées savaient dès le départ que cette aide prendrait fin en 2017-2018, ce qui leur permettait de planifier leurs activités en conséquence. D'ailleurs, la plupart des entreprises bénéficiaires du programme fédéral de subventions à la production ont reçu leurs derniers paiements en 2015 et ont déjà amorcé cette transition.

Mais à l'approche de cette échéance, les gouvernements pourraient être pressés de renouveler leurs subventions pour assurer l'exécution des mandats à l'aide de biocarburants produits au pays plutôt qu'importés. Nous croyons qu'ils doivent résister à ces pressions étant donné le coût élevé des subventions et les avantages financiers potentiels de la production de biocarburants à l'étranger. Pour stimuler le développement économique des régions rurales, ils pourraient étudier d'autres mesures qui amoindrissent les distorsions néfastes au sein des marchés agricoles.

RECOMMANDATION N° 2 : Ottawa et les provinces devraient retirer graduellement les mandats pour carburants renouvelables.

Après le retrait en 2017-2018 des subventions à la production, les mandats pour carburants renouvelables seront la principale forme de soutien public aux politiques sur les biocarburants. Des politiques qui ont coûté cher aux consommateurs, tenus d'en payer le prix chaque fois qu'ils font le plein d'essence.

Ces mandats ont aussi entravé le développement de technologies sobres en carbone, ce qui ne peut manquer de nuire à l'efficacité des réductions d'émissions. La décarbonisation du secteur des transports nécessitera un éventail de technologies à la fois diverses et concurrentes, dont les plus efficaces et les plus rentables finiront par rafler la mise. Seule cette confrontation d'idées fera surgir les technologies les plus efficaces.

Mais au lieu de créer des incitations applicables à toutes les technologies émergentes, les mandats actuels profitent uniquement au secteur des biocarburants, c'est-à-dire à un sous-ensemble de technologies existantes et potentielles. De surcroît, la plupart des mandats canadiens ne créent aucune incitation fondée sur le contenu carbone. Et comme les biocarburants à forte intensité carbone (ceux de première génération) sont souvent moins coûteux

et plus accessibles, ils n'incitent que faiblement à la production des biocarburants de prochaine génération, et aucunement au développement d'autres technologies automobiles et de carburant.

Enfin, aucun soutien à l'industrie ne devrait se prolonger éternellement, tout comme on ne saurait reconduire à l'infini les subventions à la production. Néanmoins, les mandats pour carburants renouvelables ont été mis en œuvre sans qu'on définisse leur échéance, ce qui contrevient aux principes de base d'une aide publique raisonnable.

Pour autant, mieux vaut planifier une transition harmonieuse. Car les mandats ont assuré une demande stable au secteur des biocarburants, à un groupe restreint de producteurs et aux agriculteurs. On peut aussi penser que des entreprises de biocarburants ont été créées en misant sur leur permanence. Il faudrait donc retirer les mandats et subventions sur une période de plusieurs années afin de laisser à l'industrie le temps de s'adapter. Surtout, comme le préconisent nos deux dernières recommandations, il faut maintenir de solides incitations en faveur des technologies de transport à faible teneur en carbone, y compris les biocarburants.

RECOMMANDATION N° 3 : Ottawa et les provinces doivent poursuivre leur collaboration en vue d'établir puis de relever un prix carbone pancanadien.

L'expansion de la tarification du carbone au Canada est en voie de transformer la politique climatique du pays. Ottawa et les provinces poursuivent leurs efforts en vue d'établir un prix carbone pancanadien, ce qui serait à nos yeux le moyen le plus rentable et le plus efficace d'atteindre nos cibles de réduction. L'application généralisée d'un prix carbone renforcerait les incitations au développement et à l'adoption de technologies propres. Elle accroîtrait notamment la valeur des technologies qui favorisent la réduction à moindre coût de plus grandes quantités d'émissions, y compris certains biocarburants. La Commission de l'écofiscalité renouvelle donc son appui aux gouvernements du pays qui voient dans la tarification du carbone la meilleure politique globale pour atteindre nos objectifs climatiques.

RECOMMANDATION N° 4 :

Pendant la transition vers la fin des subventions, les gouvernements devraient adopter des normes de rendement flexibles et accroître le financement de la recherche-développement en complément de la tarification du carbone.

À lui seul, un prix carbone pancanadien ne permettra sans doute pas au Canada d'atteindre ses cibles de réduction, en raison notamment des déficiences du marché qui entravent le développement des technologies propres. Ces déficiences risquent de freiner la décarbonisation du secteur des transports, où les substituts aux combustibles fossiles sont rares et les infrastructures peu propices au déploiement de nouvelles technologies.

Des mesures complémentaires pourraient donc se révéler nécessaires à court terme. Ottawa et les provinces devraient ainsi remplacer les mandats pour carburants renouvelables par des normes de rendement flexibles. Les normes de carburant à faible teneur en carbone, par exemple, pourraient constituer une approche efficace de transition vers de nouvelles technologies, puisqu'elles étendraient les incitations applicables aux biocarburants à d'autres carburants écologiques. D'autres normes flexibles, comme celles des véhicules zéro émission, pourraient aussi jouer un rôle complémentaire intéressant.

Au fur et à mesure de la généralisation et de l'augmentation des prix carbone, il faudra graduellement supprimer les normes de rendement flexible. Car la nécessité de ces mesures complémentaires s'affaiblira lorsque les prix carbone seront suffisamment élevés pour générer d'importantes réductions. En

Californie et en Colombie-Britannique, les normes de carburant à faible teneur en carbone ont été mises en œuvre sur une période de plus de dix ans, un délai qui semble convenir à une adaptation satisfaisante à la hausse des prix carbone.

Enfin, les gouvernements doivent bien comprendre les interactions potentielles d'un prix carbone avec les normes de rendement flexibles. Dans les provinces qui appliquent une taxe carbone, les répercussions sont claires : ces normes produiront de plus amples réductions. Ce qui ne sera pas nécessairement le cas des provinces qui ont un marché du carbone. Aussi complexes qu'elles puissent être, ces interactions sont d'une grande importance en matière d'élaboration et d'application des normes de rendement.

En complément des normes de rendement flexibles et d'un prix carbone pancanadien, Ottawa et les provinces doivent continuer de financer la recherche-développement (R-D) sur les technologies de transport sobres en carbone en vue de combler les écarts entre la découverte, la mise à l'essai et la valorisation de nouvelles technologies encore trop coûteuses pour être développées ou déployées par le secteur privé.

Étant donné la moindre empreinte écologique des biocarburants de prochaine génération et leur potentiel accru en termes de réduction d'émissions, la R-D dans ce domaine pourrait faire l'objet d'un soutien continu. Mais comme la transition vers des transports plus écologiques fera sûrement appel à un éventail de technologies émergentes, tout soutien public à la R-D devra englober l'ensemble des nouvelles technologies de transport au lieu de se limiter aux biocarburants de prochaine génération.



TABLE DES MATIÈRES

Sommaire	iii
1 Introduction	1
2 Biocarburants et politiques publiques	3
2.1 Dimensions économiques des biocarburants	4
2.2 Les politiques canadiennes sur les biocarburants.....	8
3 Évaluation des politiques sur les biocarburants en tant que politique climatique	13
3.1 Approche analytique.....	14
3.2 Réductions d'émissions attribuables aux politiques canadiennes sur les biocarburants	15
3.3 Efficacité des politiques canadiennes sur les biocarburants.....	20
3.4 Efficacité des mandats pour carburants renouvelables en cas de retrait des subventions à la production	26
3.5 Analyse de sensibilité.....	28
3.6 Résumé	29
4 Évaluation des autres objectifs des politiques sur les biocarburants	30
4.1 Améliorer les possibilités économiques des régions rurales.....	30
4.2 Réduire la pollution atmosphérique.....	32
4.3 Accélérer le développement des nouvelles technologies en matière de biocarburants.....	33



5	Les biocarburants à l'heure d'un nouveau contexte national	36
5.1	La tarification du carbone au Canada	36
5.2	Le rôle des mesures complémentaires	37
5.3	Les normes de rendement flexibles : une mesure complémentaire prometteuse.....	38
5.4	Effets de l'interaction des politiques	40
6	Sommaire et recommandations	41
6.1	Sommaire.....	41
6.2	Recommandations.....	42
7	Prochaines étapes	45
	Références	46
	Annexe A : Réductions d'émissions attribuables aux biocarburants par rapport aux combustibles fossiles	55
	Annexe B : Organisations ayant participé à notre séance de discussion.....	57
	Annexe C : Méthodologie d'estimation des émissions de GES.....	58
	Annexe D : Calcul du coût économique des réductions d'émissions attribuables aux politiques sur les biocarburants et aux taxes carbone	62



1 INTRODUCTION

Plusieurs gouvernements du pays ont mis en œuvre une série de politiques en appui à la production et à la consommation de biocarburants, notamment les subventions à la production et les mandats pour carburants renouvelables. Ces politiques avaient pour but de réduire les émissions de GES, d'accroître les possibilités économiques en région rurale, d'améliorer la qualité de l'air et d'accélérer le développement des biocarburants de prochaine génération (Environnement Canada, 2010; Gouvernement de l'Ontario, 2006; RNCan, 2014). Ce rapport vise à déterminer dans quelle mesure elles ont rempli ces objectifs ambitieux, et à quel coût. Nous examinons à cet effet leurs aspects économiques et environnementaux, tout en étudiant la possibilité d'adopter de nouvelles mesures, mieux adaptées au contexte actuel.

Les biocarburants servent depuis plus d'un siècle à l'alimentation des voitures et des camions. Mais c'est seulement depuis quelques décennies qu'ils sont vus comme une source d'avantages économiques et environnementaux. C'est le cas de l'éthanol et du biodiesel, produits à partir de biomasse renouvelable, qu'on peut utiliser dans la plupart des moteurs à combustion interne en les mélangeant à des carburants à base de pétrole.

Pour stimuler la production et la consommation de biocarburants, plusieurs gouvernements du pays ont adopté depuis 2005 un éventail de programmes et de mesures : subventions à la production, crédits d'impôt, exemptions fiscales, prêts à faible taux d'intérêt et mandats pour carburants renouvelables. Certaines de ces politiques ont expiré ou arrivent bientôt à échéance, mais quelques-unes des plus importantes restent en vigueur.

Toutes ont été conçues en appui aux deux versants du marché : les subventions à la production soutenaient l'offre, tandis que les mandats pour carburants renouvelables assuraient une demande minimale des consommateurs. Globalement, ces

politiques contribuaient à la plupart des étapes de la chaîne d'approvisionnement en biocarburants — de la recherche en laboratoire à la pompe à essence — et visaient des objectifs variés mais parfois incompatibles.

Entre bilan et perspectives, nous tentons d'établir dans quelle mesure nos politiques sur les biocarburants ont permis de remplir ces objectifs et ont été rentables, puis nous examinons si les nouvelles politiques de tarification du carbone réduiront leur nécessité. D'où cette question : si le Canada ne peut atteindre ses cibles de réduction en misant uniquement sur la tarification du carbone, la combinaison des politiques actuelles forme-t-elle vraiment l'approche la plus efficace et la plus rentable pour aller de l'avant ?

Quatre grandes conclusions se dégagent de notre analyse.

Premièrement, les politiques sur les biocarburants ont effectivement généré des réductions d'émissions, mais à un coût très élevé par rapport à d'autres mesures comme la tarification du carbone. Même les réductions beaucoup plus importantes qu'il nous reste à effectuer pourraient l'être à moindre coût qu'en misant

sur les biocarburants. Et selon notre évaluation, qui est sensible aux estimations des émissions du cycle de vie des biocarburants, les scénarios plus pessimistes indiquent qu'elles généreraient moins de réductions à des coûts moyens encore plus élevés.

Deuxièmement, les politiques sur les biocarburants ont faiblement rempli leurs autres objectifs. Il serait donc plus judicieux de miser sur des politiques différentes qui ciblent un objectif à la fois.

Troisièmement, les multiples objectifs qu'elles poursuivent sont parfois incompatibles. Par exemple, les biocarburants de prochaine génération issus de matières premières non alimentaires généreraient sans doute de plus amples réductions, mais les avantages qu'en tireraient les agriculteurs et les régions rurales sont très limités. Or, les politiques actuelles pourraient fort bien pénaliser ces nouvelles technologies au profit des biocarburants traditionnels issus de matières premières alimentaires. Le commerce international est aussi source d'incompatibilité : l'importation de biocarburants peut ainsi générer à moindre coût de plus amples réductions, mais elle amoindrit les gains économiques des producteurs canadiens de biocarburants.

Quatrièmement, le Canada a désormais la possibilité de corriger le tir en adoptant des approches plus efficaces. Nos décideurs disposent en effet de nouvelles données sur les coûts et l'efficacité des politiques sur les biocarburants, fondées sur de nombreuses années de résultats et d'expériences menées au pays comme à l'étranger. Ils peuvent donc en tirer les leçons pour élaborer de nouvelles approches en fonction du contexte actuel et concevoir des politiques qui soutiennent expressément le modèle émergent d'un prix carbone pancanadien.

À la lumière de ces conclusions, nous exhortons Ottawa et les provinces à saisir cette occasion de réorienter leurs politiques sur les

biocarburants. Nous leur suggérons ainsi d'abolir comme prévu les subventions à la production et de retirer graduellement les mandats pour carburants renouvelables. Pendant cette période transitoire, nous leur recommandons d'intensifier leurs efforts en vue d'établir un prix carbone pancanadien, qui augmenterait progressivement et s'accompagnerait pendant plusieurs années de normes de rendement flexibles dans le secteur des transports.

La mise en œuvre de ces changements inciterait plus fortement à réduire les émissions, et à moindre coût qu'en vertu des politiques actuelles. Dans ce nouveau contexte, l'ampleur de la production et de l'utilisation des biocarburants dépendrait du total des émissions de leur cycle de vie par rapport à celui des carburants à base de pétrole, tout autant que de leurs coûts comparés à ceux des nouvelles technologies automobiles et de carburant à faible teneur en carbone.

Le reste de ce rapport est structuré comme suit : la Section 2, qui fait le point sur les biocarburants et les politiques canadiennes en la matière, décrit le contexte dans lequel ces politiques ont été adoptées et retrace son évolution. La Section 3, qui évalue l'efficacité de nos politiques en termes de quantité et de coût des réductions, montre qu'elles constituent une approche coûteuse par rapport à d'autres options. La Section 4, qui examine dans quelle mesure nos politiques ont permis d'atteindre d'autres objectifs clés (développement économique, amélioration de la qualité de l'air et mise au point des biocarburants de prochaine génération), conclut à l'insuffisance de données probantes confirmant leur efficacité à ce chapitre. La Section 5 porte sur le nouveau contexte national et les mesures que nous pourrions adopter en complément de la tarification provinciale du carbone. Enfin, nous formulons nos recommandations en Section 6.



2 BIOCARBURANTS ET POLITIQUES PUBLIQUES

Cette section donne une vue d'ensemble des biocarburants et des politiques canadiennes en la matière. Elle jette les bases de notre évaluation des politiques actuelles et des options à envisager pour aller de l'avant. Nous y traitons surtout des dimensions économiques et politiques des biocarburants. Sans détailler les aspects scientifiques et techniques de leur production, nous en résumons toutefois les principaux éléments dans l'Encadré 1.

Encadré 1 : Introduction aux biocarburants

Si le terme *biocarburant liquide* peut désigner tout carburant liquide produit à partir de biomasse renouvelable, l'éthanol et le biodiesel restent au Canada les principaux biocarburants utilisés dans les transports, l'éthanol étant mélangé à l'essence et le biodiesel au diesel.

Éthanol

- Presque tout l'éthanol produit au Canada est de *première génération*, c.-à-d. qu'il est issu de matières premières agricoles (USDA, 2015). Au Québec et en Ontario, la principale matière de base est le maïs, alors que c'est le blé dans l'Ouest canadien.
- On peut produire l'éthanol de *prochaine génération* à partir de plusieurs matières premières non alimentaires comme les résidus de bois, les graminées vivaces, les algues et même les déchets solides. Mais ce type de production est nettement plus complexe et plus coûteux que pour l'éthanol de première génération (Hughes *et al.*, 2010).
- La valeur énergétique de l'éthanol, de première ou de prochaine génération, correspond environ aux deux tiers de celle de l'essence. Son rendement au kilomètre est donc inférieur pour l'ensemble du parc actuel de véhicules (Knoll *et al.*, 2009; Larsen *et al.*, 2009; RNCan, 2013).
- La plupart des véhicules peuvent uniquement utiliser de l'essence mêlée à 10 à 15 % d'éthanol, de plus fortes concentrations risquant de causer des ennuis mécaniques, surtout chez les vieux modèles. Seuls les « véhicules polycarburants » sont spécialement conçus pour utiliser de l'essence à plus forte concentration d'éthanol, comme le carburant E85 (Larsen *et al.*, 2009).

Encadré 1 : suite

Biodiesel

- Le biodiesel de *première génération* est produit à partir de matières premières comme l'huile végétale (soja, canola, etc.) et les graisses recyclées ou animales. Au Canada, environ 55 % de ces matières proviennent de cultures de canola, les 45 % restants provenant du suif (graisses animales) et de graisses recyclées (USDA, 2015).
- Bien établie, la technologie de production du biodiesel de première génération (appelée « transestérification ») permet de mélanger sans risque 5 à 20 % de carburant diesel à l'essence. Ce biodiesel peut alimenter la plupart des véhicules sans nécessité de les modifier (EIA, 2016a), même si son application est limitée dans les climats froids en raison de la gélification.
- Le biodiesel de *prochaine génération* peut être produit à l'aide de plusieurs matières premières et procédés technologiques, même si le « diesel renouvelable » en est le type le plus courant. Il est issu des mêmes matières premières que le biodiesel de première génération, mais un procédé de raffinage différent (l'« hydrosolubilisation ») lui confère une composition moléculaire semblable à celle du pétrodiesel. Le diesel renouvelable peut alimenter des moteurs diesel standard à des taux de mélange pouvant atteindre 100 % (EIA, 2016b). Le Canada ne produit aucun diesel renouvelable mais en importe de l'étranger.

2.1 DIMENSIONS ÉCONOMIQUES DES BIOCARBURANTS

Où en est la production de biocarburants au pays, et quels en sont les coûts d'ensemble ? Cette section fait le point sur l'état actuel des marchés et, surtout, de l'industrie canadienne des biocarburants.

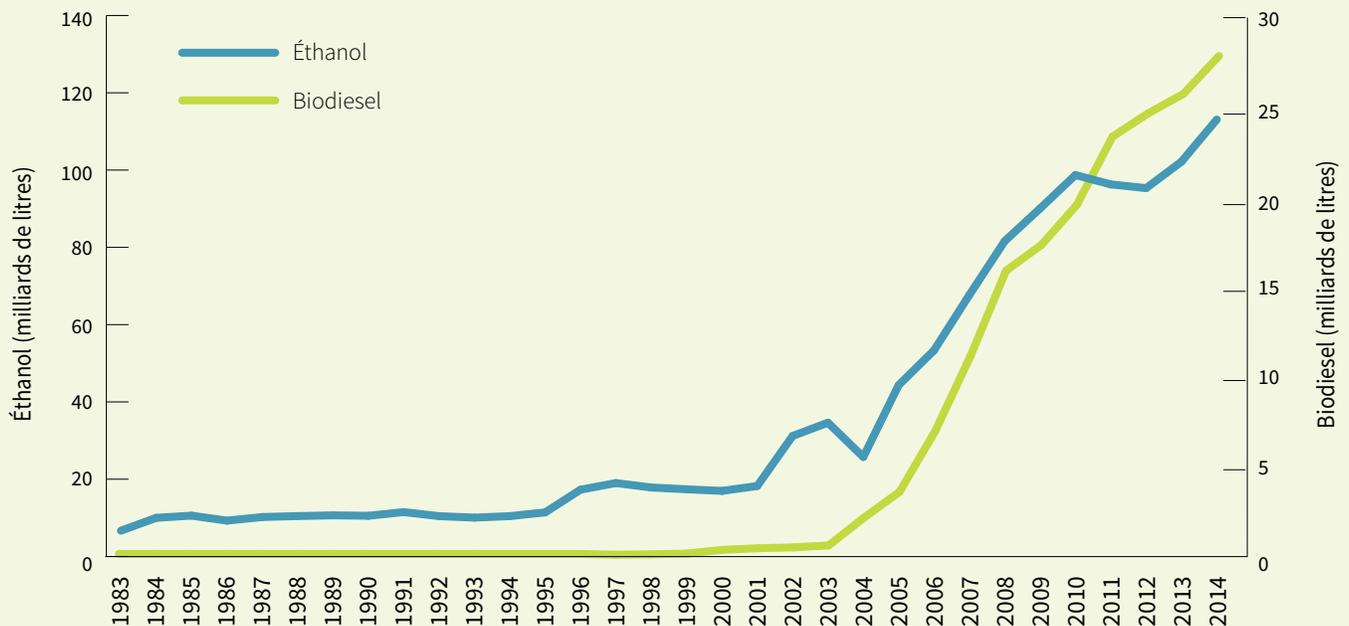
La production mondiale des biocarburants a rapidement progressé mais compte toujours pour une faible part des carburants de transport

Le choc pétrolier des années 1970 a provoqué une course à la recherche de substituts au pétrole plus abordables et de production nationale. Ce qui a donné naissance à une industrie des biocarburants en Amérique du Nord et du Sud, en Europe, et dans certaines régions d'Asie. Bénéficiant souvent d'un soutien public,

la recherche-développement (R-D) est demeurée relativement modeste dans les années 1980 et 1990, si bien que la production mondiale l'a été tout autant : de 1983 à 2000, la production de biodiesel a été à peu près nulle, bien que celle de l'éthanol soit passée de 10 à 20 milliards de litres (voir la Figure 1).

Le début des années 2000 a toutefois marqué un tournant, caractérisé par une forte hausse de la production et de l'utilisation des biocarburants. Plusieurs pays dont les États-Unis, le Brésil, la France et l'Allemagne ont adopté de vigoureuses politiques intégrant un éventail de mesures de soutien comme les subventions à la production et les mandats pour carburants renouvelables. Et comme l'indique la Figure 1, cette intervention accrue des États a rapidement suscité une hausse considérable de la production mondiale.

Figure 1 : Production mondiale de biocarburants, 1983-2014



La production mondiale d'éthanol et de biodiesel a sensiblement augmenté par suite de l'adoption de politiques publiques au début des années 2000. Si la production d'éthanol est de quatre à cinq fois supérieure à celle du biodiesel, c'est parce que les mandats de mélanges d'éthanol sont souvent plus importants, mais aussi que les coûts de production du biodiesel sont relativement élevés.

Source : OCDE-FAO, 2016.

Mais en dépit de cette rapide progression depuis 2000, les biocarburants n'en comptent pas moins pour une très faible part de tous les carburants de transport, soit environ 2 % en 2012 (AIE, 2014)¹. Les carburants à base de pétrole comptent pour environ 93 %, ce taux étant relativement constant depuis plusieurs décennies (AIE, 2014), l'électricité et le gaz naturel comptant pour les 5 % restants. Les États-Unis, le Brésil, l'Union européenne et l'Indonésie sont les principaux producteurs mondiaux de biocarburants.

Le Canada joue un rôle mineur sur le marché mondial des biocarburants

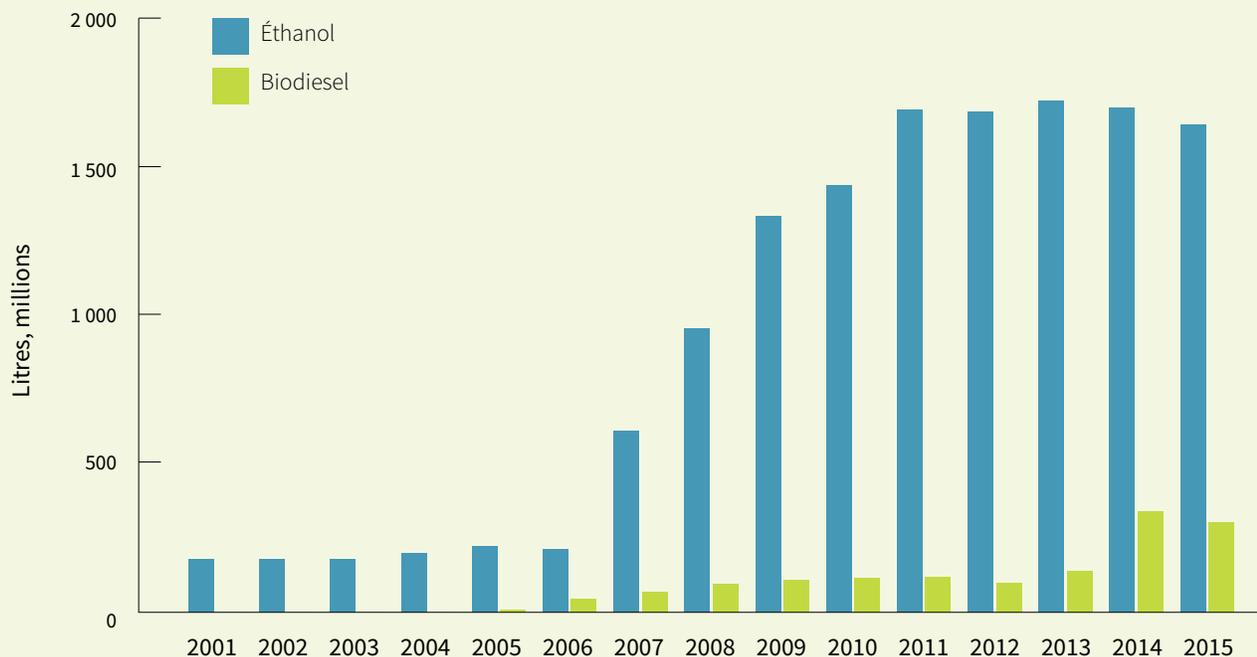
Sur le marché mondial des biocarburants, le Canada est un producteur de faible importance et un importateur net. Il a produit

en 2014 quelque 1,7 milliard de litres d'éthanol et 0,3 milliard de biodiesel, soit en tout 2 % de la production du globe (REN21, 2015).

Comme l'indique la Figure 2, notre production de biocarburants, surtout d'éthanol, a bondi entre 2006 et 2011, ce qui coïncide avec l'adoption d'importantes mesures de soutien par Ottawa et les provinces. Plusieurs mesures ciblant l'éthanol ont été adoptées en premier, ce qui explique en partie la hausse tardive de la production de biodiesel. Mais la production d'éthanol s'est stabilisée depuis 2011 alors que celle du biodiesel a presque doublé en 2013-2014 en raison de la mise sur pied en Alberta d'une installation de production de biodiesel à base de canola, d'une capacité annuelle de 265 millions de litres (Pratt, 2014).

¹ Exprimé en unités d'énergie équivalente. La valeur énergétique par litre des biocarburants étant inférieure à celle des combustibles fossiles, il en faut davantage pour produire la même quantité d'énergie.

Figure 2 : Production canadienne d'éthanol et de biodiesel, 2001-2015



La production d'éthanol a rapidement augmenté de 2006 à 2011, celle du biodiesel ayant augmenté plus tardivement. La production d'éthanol est nettement plus importante pour les raisons suivantes : (1) la consommation de diesel correspond aux deux tiers environ de celle de l'essence, ce qui crée un marché plus vaste pour les mélanges d'éthanol; (2) la proportion des mandats pour carburants renouvelables applicables à l'éthanol (5 % à 8,5 %) est plus élevée que pour le biodiesel (2 % à 4 %); et (3) la production de biodiesel est plus coûteuse que celle de l'éthanol et des carburants à base de pétrole. Signalons que l'une des seules sources de données accessibles sur les biocarburants canadiens provient du gouvernement américain.

Sources : USDA (2006, 2015); USEIA (2016c).

Malgré la récente hausse de la production de biodiesel, on prévoit à court et moyen terme une certaine stabilisation de la production globale des biocarburants, surtout en raison du retrait des principales mesures de soutien public ou de leur arrivée à échéance en 2017-2018 (AIE, 2016; USDA, 2015). Nous revenons à la Section 5 sur les perspectives de l'industrie.

Par rapport à d'autres pays producteurs, les coûts de production de l'éthanol et du biodiesel sont relativement élevés au Canada (AAC, 2011). Nos cultures fournissent moins de matières premières d'alimentation que celles de pays tropicaux comme le Brésil, l'Indonésie et la Malaisie, où les récoltes sont plus abondantes, notamment celles de la canne à sucre et de l'huile de palme

(Worldwatch Institute, 2007; AIE-PASTE et IRENA, 2013). Au Canada, la quasi-totalité des matières premières servant à la production d'éthanol est constituée de cultures amyliées (riches en amidon), dont le traitement nécessite plus d'énergie que l'éthanol tiré de la canne à sucre.

La structure du marché est en outre relativement disparate, comptant de nombreux petits producteurs locaux dont les biocarburants sont l'unique activité (Laan *et al.*, 2011). Mis à part certaines entreprises qui pourraient profiter de leur situation de producteur exclusif dans une région géographique donnée, il semble exister un marché nord-américain concurrentiel dont témoigne l'ampleur des échanges canado-américains et le faible écart de prix

Encadré 2 : Aperçu de l'industrie canadienne des biocarburants

Éthanol

- Quinze producteurs dont la production annuelle totalise quelque 1 800 millions de litres et la plupart des installations fonctionnent à pleine capacité ou presque (USDA, 2015).
- Environ 60 % de la production est concentrée en Ontario.
- Les cinq premiers producteurs par capacité de production sont Greenfield (27 %), Suncor (24 %), Husky (16 %), IGPC Ethanol (10%) et Terra Grain Fuels (9 %).
- On assiste depuis une décennie à la consolidation de l'industrie et à une certaine intégration des secteurs de l'éthanol et du pétrole.

Biodiesel

- Quatorze producteurs dont la production annuelle totalise quelque 740 millions de litres.
- De 2007 à 2015, leurs installations ont fonctionné en moyenne à 61 % de leur capacité (USDA, 2015).
- Plus de 80 % de la production est concentrée en Ontario et en Alberta.
- En 2015, les cinq premiers producteurs par capacité de production étaient Archer Daniels Midland (33 %), Atlantic Biodiesel (21 %), Biox Canada (8 %), Methes Energies Canada (7 %) et Rothsay Biodiesel (6 %).
- La croissance de l'industrie pourrait être compromise par la rareté et le coût élevé des matières premières (USDA 2015).

entre les deux pays². Notre industrie des biocarburants est moins concentrée et verticalement intégrée que celle des combustibles fossiles, et elle compte sur les producteurs de pétrole pour l'achat et le mélange des biocarburants aux stations-service. L'Encadré 2 offre un aperçu de l'industrie canadienne des biocarburants.

Les coûts de production des biocarburants sont généralement supérieurs à ceux des carburants à base de pétrole

Le coût de production des biocarburants dépend fortement du type de matières premières, des méthodes de traitement, du rendement des cultures, de la main-d'œuvre et de la région (De Gorter *et al.*, 2014; Worldwatch Institute, 2007). Mais en tenant compte de tous les

coûts (sans soutien public), il revient généralement plus cher de produire un litre d'éthanol ou de biodiesel qu'un litre de carburant à base de pétrole. À la seule exception de l'éthanol tiré de la canne à sucre (surtout produit au Brésil), dont le coût inférieur s'explique par le rendement supérieur des cultures et de moindres coûts de traitement (AIE, 2013).

Le Tableau 1 illustre la grande diversité des coûts de production des carburants une fois tous les facteurs de production pris en compte, et montre comment ils réagissent à la fluctuation des prix du pétrole brut. Ces coûts englobent ceux des matières premières, de l'énergie et autres intrants, des capitaux, du stockage et du rechargement du carburant, de l'exploitation, de la maintenance et du transport (AIE, 2013), mais non les taxes ou les subventions.

² Cette observation repose sur la comparaison des prix (de gros) canadiens et de ceux de plusieurs États américains producteurs de biocarburants. En général, ces prix sont légèrement supérieurs au Canada, sans doute en raison de coûts de transport plus élevés.

Tableau 1 : Coûts de production des carburants par 100 km parcourus, selon différents prix du pétrole brut

Carburant	Coûts de production (pour parcourir 100 km, en \$ US)		Hausse des coûts causée par un prix plus élevé du pétrole
	60 \$/baril	150 \$/baril	
Essence	6,05 \$	15,13 \$	150 %
Éthanol de maïs	9,78 \$	17,75 \$	81 %
Éthanol de canne à sucre	6,91 \$	14,01 \$	103 %
Éthanol lignocellulosique	11,82 \$	29,43 \$	149 %
Diesel	5,63 \$	14,06 \$	150 %
Biodiesel de canola	10,40 \$	21,49 \$	107 %

Ce tableau indique ce qu'il en coûte de produire le carburant nécessaire pour parcourir 100 kilomètres (cette distance normalisée permet de comparer essence et diesel). Selon le scénario technologique de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), la production des biocarburants coûte généralement plus cher que celle de l'essence et du diesel, à l'exception de l'éthanol de canne à sucre (surtout produit au Brésil). Comme la production de biocarburants nécessite des quantités variables de combustibles fossiles pour cultiver et traiter les matières premières, les coûts de production augmentent au gré de la hausse des prix du pétrole, mais dans une moindre mesure que pour l'essence et le diesel.

Source : Adaptation de l'AIE (2013).

Étant donné l'importance de ces coûts, il est de plus en plus fréquent de combiner la production de biocarburants et d'autres produits à valeur ajoutée. On fabrique ainsi des coproduits dans des « bioraffineries », notamment des drêches sèches de distillerie (dans les usines d'éthanol) et de la glycérine (dans les usines de biodiesel). La production et la vente de ces coproduits peuvent favoriser la diversification des sources de revenu et amoindrir la vulnérabilité de l'industrie face aux fluctuations des prix du pétrole (Association canadienne des carburants renouvelables, 2015). Les estimations du Tableau 1 tiennent compte de ces revenus de vente.

2.2 LES POLITIQUES CANADIENNES SUR LES BIOCARRBURANTS

Selon la définition que nous en donnons, les *politiques sur les biocarburants* sont des mesures gouvernementales de soutien économique ou financier à la production et à la consommation de biocarburants. Elles englobent les mandats pour carburants renouvelables (qui prévoient de mélanger aux carburants à base de pétrole des quantités minimales de biocarburants), les subventions à la production, les prêts sans intérêt et les subventions de recherche. À l'exemple de la définition de l'OCDE, nous y incluons toutes les politiques qui (1) maintiennent les prix à la consommation

au-dessous des niveaux du marché, qui (2) maintiennent les prix des producteurs au-dessus des niveaux du marché ou qui (3) réduisent les coûts des producteurs et des consommateurs grâce à un soutien direct ou indirect (OCDE, 2006).

Les gouvernements du pays visaient plusieurs objectifs en adoptant ces politiques (Environnement Canada, 2010; Gouvernement de l'Ontario, 2006; RNCAN, 2014). Ils souhaitaient en effet que la production et la consommation accrues de biocarburants créent des avantages économiques et sociaux en réduisant les émissions, en offrant des débouchés aux régions rurales, en réduisant la pollution atmosphérique et en favorisant le développement d'une industrie nationale de biocarburants. Nous verrons dans les Sections 3 et 4 dans quelle mesure ces objectifs ont été réalisés.

Nos politiques sur les biocarburants ont ciblé à la fois l'offre et la demande

Le soutien public à l'industrie des biocarburants remonte aux années 1980. Depuis, Ottawa et certaines provinces ont adopté différentes politiques qui (1) favorisent la production nationale et (2) renforcent la demande du marché et des consommateurs (Campbell *et al.*, 2016). Le Tableau 2 illustre les diverses formes de ce soutien.

La plupart des politiques axées sur l'offre ont pris fin ou arrivent à échéance

Les subventions à la production — l'un des principaux mécanismes de soutien public — prendront fin en 2017-2018 aux deux niveaux fédéral et provincial. Adoptées au milieu des années 2000 par Ottawa et cinq provinces, ces subventions ont remplacé l'exonération de la taxe sur les carburants applicable aux

biocarburants. Elles visaient à soutenir directement la production nationale de biocarburants, à la différence des exonérations qui profitaient aussi aux importateurs. Il s'agissait donc de produire ici même suffisamment de biocarburants pour répondre à une demande stimulée par les mandats pour carburants renouvelables (Campbell *et al.*, 2016).

	Cible	Mécanisme	Exemples
Mesures axées sur l'offre	Recherche-développement (R-D) Soutenir le développement de nouvelles technologies de biocarburants	Prêts à faible taux d'intérêt, subventions de recherche, partenariats de recherche	<p>Ottawa – Le fonds Technologies du développement durable du Canada (TDDC) est l'une des premières sources de soutien à la R-D sur les biocarburants. Il y a consacré 915 millions \$ (de 2001 à 2021), mais pas seulement pour les biocarburants.</p> <p>Provinces – Le Alberta Biorefining Commercialization and Market Development Program a financé des projets en démarrage, accordant de 2007 à 2009 plus de 16 millions \$ à des projets d'éthanol et de biodiesel.</p>
	Démonstration et commercialisation Soutenir la commercialisation des technologies de biocarburants	Prêts à faible taux d'intérêt, subventions d'investissement et de recherche	<p>Ottawa – Le Fonds de biocarburants ProGen soutient les entreprises qui entrent en phase de démonstration et de commercialisation. Une contribution fédérale de 500 million \$ a été approuvée pour la période 2007-2027.</p> <p>Provinces – Le BC Bioenergy Network soutient financièrement la R-D, la démonstration et le déploiement de nouvelles technologies qui pourraient s'appliquer à la Colombie-Britannique. La province lui a versé une contribution unique de 25 millions \$.</p>
	Production Stimuler la production nationale de biocarburants	Dérogations de taxe d'accise, tarifs douaniers sur les importations, exemptions fiscales, subventions à la production, subventions aux matières premières, soutien des prix du marché	<p>Ottawa – Le Programme écoÉnergie verse aux producteurs des subventions fondées sur la production. Doté d'un budget de 1,5 milliard \$ pour la période 2008-2017, ses paiements initiaux de 10 ¢ le litre d'éthanol et de 26 ¢ le litre de biodiesel diminuaient au fil des années.</p> <p>Provinces – Cinq provinces versent des subventions à la production de biocarburants. En vigueur de 2005 à 2016, le Fonds ontarien de développement de la production d'éthanol est le plus important de ces programmes, versant aux producteurs jusqu'à 11 ¢ le litre d'éthanol.</p>
Mesures axées sur la demande	Consommation Stimuler la consommation nationale de biocarburants	Mandats pour carburants renouvelables, normes de carburant à faible teneur en carbone, exigences en matière de véhicules polycarburants	<p>Ottawa – Selon les Règlements sur les carburants renouvelables adoptés en 2010-2011, l'essence et le diesel doivent respectivement contenir 5 % et 2 % de carburant renouvelable.</p>
			<p>Provincial: De 2005 à 2011, cinq provinces ont créé des mandats pour carburants renouvelables selon lesquels l'essence et le diesel doivent respectivement contenir de 5 à 8,5 % et de 2 à 4 % de carburant renouvelable. Adoptée en 2008, la Norme de carburant à faible teneur en carbone de la C.-B. (seule norme du genre au Canada) impose une réduction planifiée des émissions par unité de carburant de transport.</p>

Même si les subventions à la production sont retirées en 2017-2018, certaines mesures axées sur l'offre seront maintenues. Des agences ou programmes gouvernementaux, par exemple Technologie du développement durable du Canada, continueront d'offrir en amont une aide financière au développement de nouvelles technologies. On prévoit aussi de maintenir l'amortissement accéléré³ et les tarifs douaniers sur les importations⁴, ce qui aura un effet sans doute mineur sur notre production de biocarburants.

Les politiques axées sur la demande constitueront bientôt la principale forme de soutien public

Si l'on retire effectivement les grandes subventions axées sur l'offre, les mandats pour carburants renouvelables deviendront après 2018 la principale forme de soutien public à l'industrie. En vertu de ces mandats, les carburants à base de pétrole doivent être mélangés à

des quantités minimales de biocarburants, selon une exigence de plus en plus répandue. Plus de 50 pays ont ainsi mis en œuvre des mandats ou des cibles de mélange, en complément de mesures semblables au niveau infranational (AIE, 2011). Au Canada, des mandats ont été établis à l'échelle nationale et par cinq provinces. À noter que les exigences de mélange varient selon les pays et provinces, mais qu'elles sont toutes administrées de façon similaire.

Le Tableau 3 donne un aperçu des mandats canadiens pour carburants renouvelables. Le mandat fédéral sur l'essence, par exemple, impose aux fournisseurs de carburant de mélanger au moins 5 % d'éthanol à l'essence, le mandat sur le diesel leur imposant de mélanger au moins 2 % de biodiesel au carburant diesel. Certains mandats provinciaux ont graduellement resserré leurs exigences de mélange, comme l'indique le tableau.

Tableau 3 : Mandats canadiens pour carburants renouvelables

Territoire	Mandat d'éthanol (année d'adoption)	Mandat de biodiesel (année d'adoption)
Canada	5 % (2010)	2 % (2011)
Ontario	5 % (2007)	4 % d'ici 2017*
Manitoba	8,5 % (2008)	2 % (2009)
Saskatchewan	7,5 % (2007)	2 % (2012)
Alberta	5 % (2011)	2 % (2011) [†]
C.-B.	5 % (2010)	4 % (2010)

*En vertu du mandat ontarien pour biodiesels, ceux-ci doivent permettre de réduire les émissions d'au moins 70 % d'ici à 2017. Les crédits applicables aux mélanges reposent en partie sur les émissions, les biodiesels qui génèrent de plus fortes réductions obtenant davantage de crédits (Gouvernement de l'Ontario, 2016a).

[†] Selon la politique albertaine, les carburants renouvelables doivent réduire les émissions d'au moins 25 % par rapport à celles que produit le carburant à base de pétrole équivalent.

³ L'amortissement accéléré est un avantage fiscal qui permet aux entreprises d'obtenir initialement un rendement sur investissement supérieur à la moyenne. Selon Laan *et al.* (2011), les subventions liées à l'amortissement accéléré devaient diminuer à mesure que se construisaient de nouvelles usines d'éthanol et de biodiesel. Et de fait, les sommes réclamées en provision pour dépréciation ont diminué une fois achevée en 2010 la construction de la plupart des usines traditionnelles.

⁴ Le Canada impose un tarif de cinq cents le litre sur les importations d'éthanol provenant de certains pays non-membres de l'ALENA, notamment du Brésil. Il est difficile d'évaluer si les tarifs nuisent vraiment aux importations, estiment Laan *et al.* (2011), pour qui l'obstacle des coûts de transport est sans doute plus important.

Les mandats canadiens peuvent être remplis à l'aide de biocarburants produits au pays ou importés. Car en dépit du caractère incitatif des subventions, les usines canadiennes ne produisent toujours pas assez de biocarburants — surtout de l'éthanol — pour remplir les mandats fédéraux (et certains provinciaux). Ce qui explique que le Canada soit importateur net de biocarburants.

Certaines provinces ont aussi adopté des mesures complémentaires spécialement axées sur la réduction des émissions générées par les carburants de transport. L'Ontario et l'Alberta exigent ainsi que les biocarburants permettent de réduire une quantité précise d'émissions aux fins de conformité avec leurs mandats. Des mesures semblables sont aussi appliquées aux États-Unis et dans l'Union européenne.

Encadré 3 : État actuel des politiques canadiennes sur les biocarburants

Face au retrait progressif des subventions à la production fédérales et provinciales, comment les gouvernements du pays envisagent-ils leurs futures politiques sur les biocarburants ? Peu de détails concrets ont filtré de leurs intentions, mais examinons certains des engagements qu'ils ont pris.

Ottawa – Le dernier budget fédéral (2016-2017) ne comprend pas expressément de nouvelles politiques, mais il réserve 63 millions \$ en 2016-2018 aux investissements d'infrastructure pour les véhicules électriques et les carburants de transport de remplacement (Infrastructure Canada, 2016). Ottawa n'a pas indiqué qu'il modifierait ses mandats pour carburants renouvelables touchant l'essence et le diesel, pas plus qu'il renouvellerait les subventions à la production arrivant à échéance en 2017.

Colombie-Britannique – La province n'a pris aucun engagement clair sur les biocarburants, mais son équipe-conseil sur le climat a formulé en 2015 plusieurs recommandations sur les technologies de biocarburants et de transport écologique (Climate Leadership Team, 2015). Elle a notamment recommandé d'accroître la rigueur de sa norme de carburant à faible teneur en carbone, d'en resserrer le calendrier (d'une réduction de 10 % en 2020 à une réduction de 15% en 2030) et de fixer des cibles de vente de véhicules légers zéro émission (10 % du parc automobile en 2020).

Ontario – Le Fonds de croissance de l'éthanol, qui doit prendre fin en 2016, a versé sur douze ans près de 500 millions \$ aux producteurs d'éthanol. Mais la province n'a toujours pas confirmé sa suppression (Crawley, 2016). Plus concrètement, son Plan d'action contre le changement climatique prévoit l'adoption d'un nouveau règlement qui imposerait d'ici à 2020 une réduction de 5 % des émissions du cycle de vie de l'essence. Il affecte aussi 100 à 155 millions \$ à de nouvelles incitations qui encourageront les détaillants d'essence à accroître leurs ventes de biodiesel et de mélanges à haute teneur en éthanol (Gouvernement de l'Ontario, 2016b).

Québec – La province se prépare à adopter la première norme de véhicule zéro émission au pays (Gouvernement du Québec, 2016). La loi à l'étude vise un parc de 100 000 véhicules rechargeables immatriculés d'ici à 2020, et reposera sur un système de droits d'émission échangeables pour inciter les producteurs à maximiser la distance parcourue par charge.

Industrie – Outre ces engagements gouvernementaux, l'industrie plaide activement pour l'introduction de changements aux politiques actuelles. Industries renouvelables Canada (IRCanada), l'ancienne Association canadienne des carburants renouvelables, recommande ainsi à Ottawa de renforcer ses mandats pour carburants renouvelables de 5 % à 10 % pour l'éthanol et de 2 % à 5 % pour le biodiesel (IRCanada, 2016). À noter que IRCanada et l'association Biocarburants avancés Canada soutiennent tous deux la tarification du carbone (IRCanada, 2016; WCBA, 2015).

Outre ses mandats pour carburants renouvelables, la Colombie-Britannique a adopté une norme de carburant à faible teneur en carbone, la *Low Carbon Fuel Standard* (LCFS), qui impose aux fournisseurs de réduire graduellement l'intensité carbone de leurs carburants. Mais contrairement aux mandats, plus rigides, les fournisseurs peuvent respecter la LCFS en utilisant tout carburant à faible teneur en carbone, et non seulement l'éthanol ou le biodiesel. Pour l'instant, la Colombie-Britannique est la seule province ayant fixé une LCFS, qui impose d'ici à 2020 une baisse de 10 % de l'intensité carbone des carburants de transport. Adoptée en 2010 de concert avec les mandats pour carburants renouvelables, cette norme s'inspire d'une mesure appliquée en Californie.

D'autres modifications aux politiques canadiennes sur les biocarburants semblent en voie d'adoption, comme l'indique l'Encadré 3, où sont décrits certains changements qu'il reste à préciser mais qui devraient être pris en considération pour la suite des choses.

Un réexamen des politiques sur les biocarburants s'impose après des années de soutien public

Sauf dans les provinces atlantiques et les trois territoires du pays, le Canada a mis en œuvre une série de politiques en appui à l'industrie des biocarburants. Ces politiques varient légèrement selon qu'elles soient fédérales ou provinciales, mais toutes reposent sur une approche généralement cohérente axée sur deux mesures clés : subventions à la production pour développer une offre nationale de biocarburants, et mandats pour carburants renouvelables pour créer un solide marché de consommation.

À l'approche du retrait des subventions à la production, prévu pour 2017-2018, nous consacrons les deux prochaines sections à l'évaluation des politiques sur les biocarburants, dont nous mesurons l'efficacité en fonction de leurs objectifs déclarés.



3 ÉVALUATION DES POLITIQUES SUR LES BIOCARBURANTS EN TANT QUE POLITIQUE CLIMATIQUE

Pour élaborer une judicieuse politique climatique, il est indispensable d'établir si les politiques sur les biocarburants ont rempli leurs objectifs déclarés, de manière à tirer toutes les leçons utiles de leurs succès et de leurs échecs. En lançant ces politiques au milieu des années 2000, les gouvernements fédéral et provinciaux croyaient qu'elles les aideraient à atteindre leurs cibles de réduction et en ont fait un élément clé de leur stratégie climatique (Environnement Canada, 2010; Gouvernement de l'Ontario, 2006)⁵. Signalons qu'elles visaient aussi d'autres objectifs, comme nous le verrons dans la Section 4.

L'efficacité des politiques sur les biocarburants se mesure à leur capacité de réduire les émissions. La clé consiste ici à déterminer si les biocarburants génèrent moins d'émissions que les combustibles fossiles pendant tout leur cycle de vie (de la production à la combustion). Mais plusieurs facteurs contribuent à ces réductions, d'où la variation des estimations de leur cycles de vie, qui dépendent du type de biocarburant, de ses matières premières, de son origine et de son impact sur l'utilisation des terres. (La méthode d'estimation du cycle de vie des émissions de biocarburants est détaillée à l'Annexe A.)

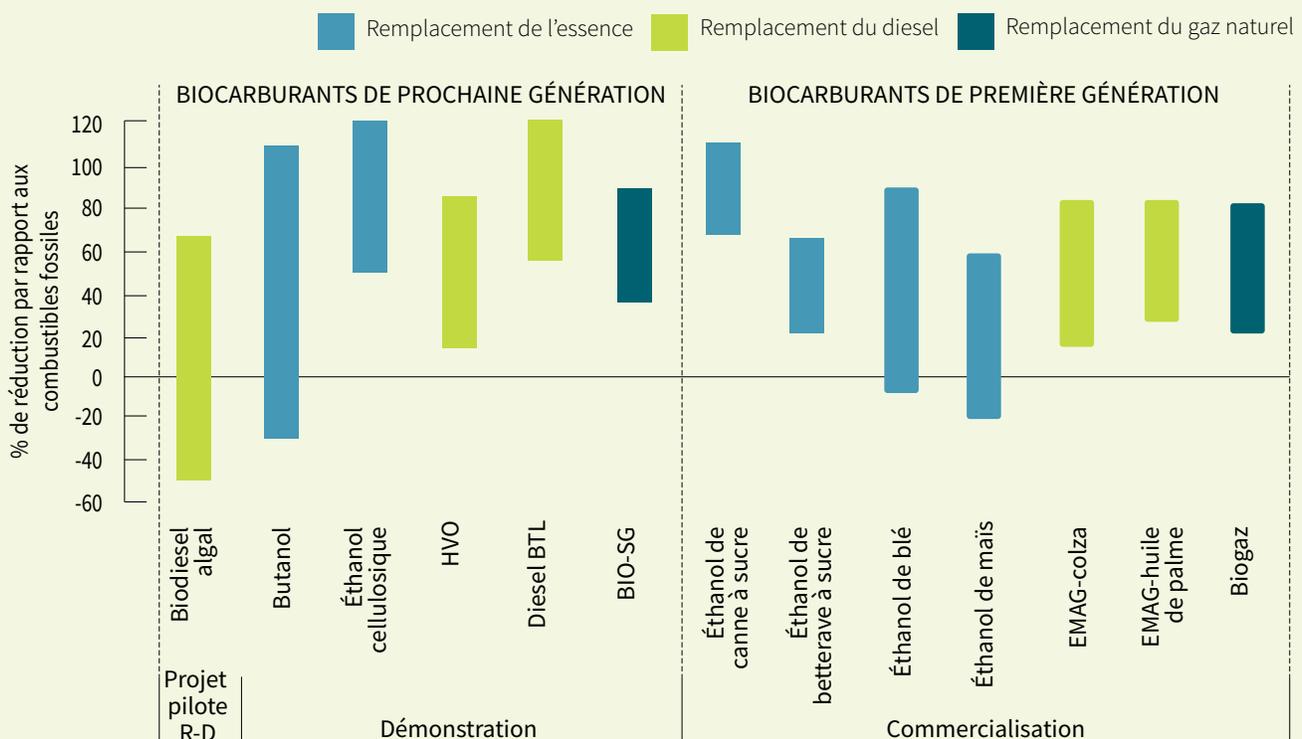
Par rapport aux carburants à base de pétrole, les données indiquant que les biocarburants génèrent des réductions sont plus ou moins concluantes pour deux principales raisons. Premièrement,

les estimations de leur cycle de vie diffèrent selon les nombreux facteurs qui déterminent chaque profil d'émissions : matières premières, contenu carbone des sols, intrants énergétiques, émissions de sources agricoles, et autres. Chacun de ces facteurs varie selon les régions, les usines et les types de biocarburant. Par exemple, l'éthanol produit dans une usine ontarienne présentera un autre profil d'émissions que l'éthanol produit dans une usine albertaine. Deuxièmement, l'estimation des réductions varie selon les modèles d'analyse de cycle de vie (ACV) et les méthodologies qu'ils emploient (AIE, 2013; Mullins *et al.*, 2011; National Research Council, 2011; Holland *et al.*, 2015). Différents choix méthodologiques peuvent ainsi produire des résultats différents⁶.

⁵ Selon les prévisions initiales d'Environnement Canada (2010), les politiques fédérales et provinciales devaient générer en moyenne des réductions annuelles d'environ 3,5 Mt dès 2010, qui augmenteraient jusqu'en 2021 à quelque 3 Mt. À l'échelle provinciale, l'Ontario estimait que ses mandats imposant un contenu de 5 % d'éthanol généreraient des réductions de 0,8 Mt par année (Gouvernement de l'Ontario). Pour mettre ces données en perspective, signalons que les émissions du secteur canadien des transports totalisaient 203 Mt en 2014 (ECCC, 2016b).

⁶ Généralement, les modèles d'ACV intègrent difficilement les impacts secondaires et tertiaires des émissions, comme les modifications indirectes à l'utilisation des terres (McKone *et al.*, 2011). Et l'on accentue la complexité de ces modèles lorsqu'on cherche à prévoir des variables hétérogènes comme les méthodes de production, les technologies et les pratiques des agriculteurs et des usines, sans compter l'effet des différentes matières premières et des coproduits (Webb et Coates, 2012). En raison de l'ensemble de ces contraintes, les ACV sont tout au mieux approximatives.

Figure 3 : Émissions de CO₂ du cycle de vie de différents biocarburants



La Figure 3 illustre le potentiel de réduction de l'éthanol et du biodiesel (sans prendre en compte les émissions indirectes liées à l'utilisation des terres). La hauteur des barres indique l'étendue des réductions estimées, leur couleur indiquant quel combustible fossile a été remplacé. À noter que les biocarburants de prochaine génération génèrent des réductions plus importantes que ceux de première génération, et que l'évolution des technologies modifiera vraisemblablement l'étendue des réductions.

Source : Adaptation de l'AIE, 2011.

La Figure 3 illustre le vaste éventail des estimations du cycle de vie de différents biocarburants. À noter que l'intensité carbone de certains biocarburants de première génération est supérieure à celle des combustibles fossiles (d'où leurs réductions négatives).

Il n'existe au Canada qu'un modèle d'analyse du cycle de vie des émissions. Appelé GHGenius, il utilise des données canadiennes détaillées pour estimer les émissions sous forme de valeurs d'intensité carbone. Selon ce modèle, l'intensité carbone du cycle de vie de la plupart des biocarburants est inférieure à celle de l'essence et du diesel. Et certaines de ses récentes estimations ont établi que les politiques sur les biocarburants ont effectivement généré des réductions (ECCC, 2016a; Moorhouse et Wolinetz, 2016; (S&T)² Consultants, 2016). Ces études concluent généralement à

des réductions de 3,4 à 4,2 Mt par année, qui ont augmenté de 2010 à 2014 à mesure que les mandats fédéraux et provinciaux pour biocarburants gagnaient en rigueur.

3.1 APPROCHE ANALYTIQUE

À partir de ces récentes estimations, notre analyse utilise le modèle GHGenius comme principale source des valeurs d'intensité carbone. Mais si nous employons une méthodologie semblable, nous effectuons nos propres estimations des réductions pour examiner et mettre à l'épreuve certaines hypothèses issues des estimations traditionnelles, tout en intégrant à cette analyse l'estimation du coût des politiques. Nous revenons à la fin de cette section sur l'incertitude entourant les estimations du cycle de vie des

biocarburants pour montrer que la modification de ces valeurs peut significativement influencer sur l'efficacité et l'efficience générales des politiques canadiennes.

Nous utilisons les données de 2010 à 2015 pour analyser l'historique des réductions et mesurer plus précisément les réductions attribuables aux politiques sur les biocarburants, dont nous estimons ensuite les coûts moyens.

Pour mettre à l'essai notre approche, nous avons réuni au printemps 2016 un groupe diversifié d'experts et d'intervenants du domaine des biocarburants, à qui nous avons présenté notre analyse — y compris notre méthodologie et nos résultats préliminaires — en vue d'obtenir leur rétroaction (voir la liste des organismes participants à l'Annexe B). Notre analyse finale s'appuie notamment sur les discussions et travaux de cette rencontre.

Estimation des émissions avec et sans politiques sur les biocarburants

Pour déterminer l'incidence des politiques sur les émissions, nous conceptualisons deux situations : un monde sans politiques canadiennes sur les biocarburants (scénario *contrefactuel*) et un monde où ces politiques sont appliquées (scénario *réel*). Ce qui nous permet d'évaluer l'incidence différentielle des politiques, les réductions nettes qui leur sont attribuables étant déterminées par la différence entre les deux scénarios⁷.

Il est relativement simple d'estimer la quantité d'émissions du scénario réel. À partir des volumes historiques de biocarburants consommés⁸, nous évaluons les émissions générées par chaque type de biocarburant selon l'intensité carbone de leur cycle de vie (celle-ci variant selon les matières premières). À noter que les mesures d'intensité carbone proviennent de la version 4.03 du modèle GHGenius.

Le scénario contrefactuel nécessite toutefois d'envisager la situation hypothétique d'un monde sans politiques canadiennes sur les

biocarburants. Pour ce faire, nous estimons la quantité différentielle de carburants à base de pétrole qui auraient été consommés en l'absence de ces politiques, puis nous établissons la quantité d'émissions supplémentaires qu'auraient générées ces carburants en fonction de l'intensité carbone de l'essence et du diesel. Autrement dit, nous supposons que l'essence et le diesel ont entièrement remplacé l'éthanol ou le biodiesel *réellement* consommés⁹.

Le volume différentiel des carburants à base de pétrole du scénario contrefactuel dépend du facteur d'« additionnalité », c'est-à-dire du niveau d'accroissement de la production et de la consommation de biocarburants directement suscité par les politiques. En l'absence de celles-ci, aurait-on produit et consommé de l'éthanol et du biodiesel ? Le cas échéant, ces politiques seraient responsables d'une moindre quantité de réductions liées aux biocarburants.

Nous supposons toutefois qu'il y aurait eu une certaine consommation d'éthanol, même sans politiques. L'éthanol améliore en effet la combustion, il constitue un important additif à l'essence et ses prix de gros sont historiquement concurrentiels par rapport à d'autres composés oxygénés (Irwin et Good, 2016)¹⁰. Mais cette hypothèse influe très peu sur les résultats : même en supposant que nos politiques soient responsables de tout l'éthanol utilisé, la moyenne estimative des réductions annuelles n'augmente que légèrement¹¹.

Estimation des réductions d'émissions à la fois canadiennes et mondiales

En définissant la portée de notre analyse — ou ses frontières —, nous déterminerons quelles émissions seront finalement prises en compte dans nos estimations. Nous fixons ainsi deux grandes frontières, puis nous évaluons pour chacune d'elles les impacts de nos politiques sur les émissions.

Les impacts sur les *émissions mondiales* tiennent compte du cycle de vie total des émissions liées à la production de biocarburants et englobent ceux qui relèvent des biocarburants

⁷ Couramment utilisé dans les analyses coûts-avantages, cette méthode est décrite dans le *Guide d'analyse coûts-avantages pour le Canada* du Conseil du Trésor du Canada (2007).

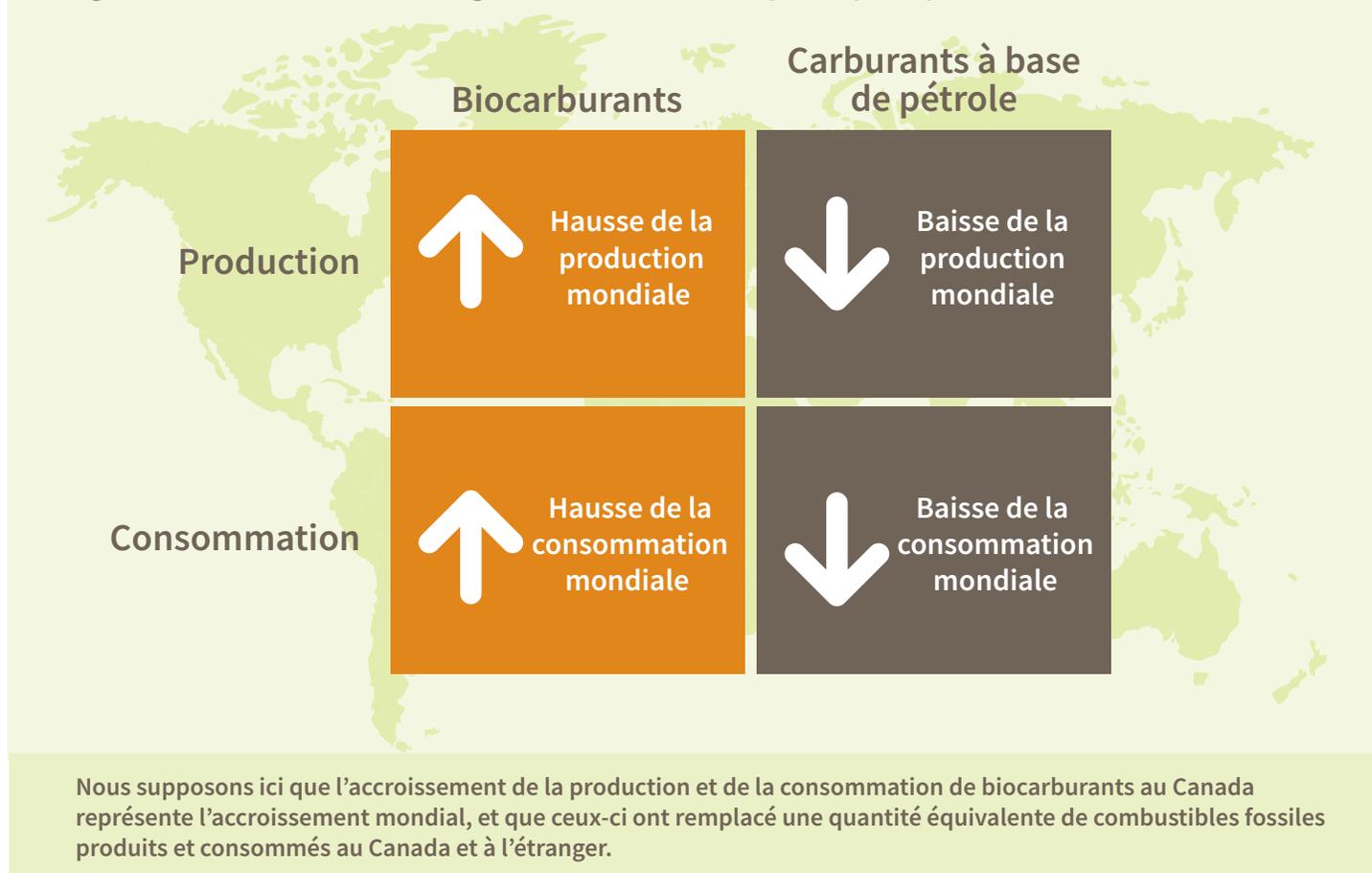
⁸ Outre les données de Statistique Canada sur la consommation canadienne d'essence et de diesel, nous utilisons les données du rapport GAIN du Département américain de l'Agriculture relatives à notre consommation nationale.

⁹ Nous avons converti les volumes d'éthanol et de biodiesel en volumes équivalents d'essence et de diesel (respectivement) en les ajustant au moindre rendement énergétique des biocarburants. Étant donné leur contenu énergétique inférieur à celui du pétrole, les biocarburants (surtout l'éthanol) ont une moindre efficacité énergétique (et un moindre taux de kilométrage), mais ils peuvent améliorer la combustion des carburants, ce qui aide à compenser leur moindre contenu énergétique. Même en tenant compte de cette combustion améliorée, les études indiquent toutefois qu'il faut un plus grand volume de biocarburant que de carburant à base de pétrole pour parcourir la même distance. Nous estimons ainsi que le rendement de l'éthanol est de 26 % inférieur à celui de l'essence et que le rendement du biodiesel est de 6 % inférieur à celui du diesel. Ces estimations moyennes reposent sur les données de RNCAN (2013) et du U.S. National Renewable Energy Laboratory (Knoll *et al.*, 2009).

¹⁰ Selon des données historiques (OCDE-FAO, 2016), la consommation moyenne d'éthanol en 2000-2002 (soit avant l'adoption d'importantes mesures de soutien public) comptait pour environ 0,6 % de la consommation totale d'essence au Canada. Notre analyse de la période 2010-2015 se réfère à ces données pour estimer l'éthanol qui aurait été consommé sans ces mesures (selon notre scénario contrefactuel).

¹¹ Nous ne supposons qu'une additionnalité partielle pour l'éthanol, puisque le Canada ne produisait et ne consommait pas de biodiesel avant l'adoption des politiques. Pour le biodiesel, nous supposons par conséquent la pleine additionnalité de ces politiques.

Figure 4 : Réductions d'émissions générées mondialement par les politiques canadiennes



importés et produits au pays. Autrement dit, l'adjectif *mondiales* indique que nous ne tenons aucun compte de l'endroit du globe où sont ressentis les impacts de nos politiques. Il est donc sans importance que ce soit au Canada ou à l'étranger. Cette première frontière permet d'établir les répercussions des politiques canadiennes sur les émissions mondiales.

Les impacts sur les *émissions canadiennes* tiennent compte du cycle de vie des émissions établi selon les règles officielles de comptabilisation des émissions nationales. C'est ainsi qu'en faisant référence aux émissions *canadiennes*, nous tenons uniquement compte des émissions liées au pétrole et aux biocarburants produits et consommés au Canada. Cette seconde frontière nous permet d'évaluer les répercussions de nos politiques sur les cibles fédérales et provinciales de réduction.

Dans les deux cas, nous supposons que tous les biocarburants produits au Canada remplacent exactement les carburants à base de pétrole produits dans le monde (ajustés selon leur rendement énergétique). C'est donc dire que pour chaque unité de biocarburant produite et consommée du fait des politiques

canadiennes, nous supposons qu'une unité de pétrole de valeur énergétique équivalente n'a pas été produite ni consommée au Canada ou ailleurs dans le monde.

3.2 RÉDUCTIONS D'ÉMISSIONS ATTRIBUABLES AUX POLITIQUES CANADIENNES SUR LES BIOCARBURANTS

Pour déterminer les réductions d'émissions à la fois canadiennes et mondiales qu'il est possible d'attribuer à nos politiques, nous utiliserons la mesure-repère « tonnes d'émissions réduites ».

Il est relativement simple d'estimer les réductions d'émissions mondiales

Nous utilisons tout d'abord le cadre mondial de réduction des émissions, selon la méthode traditionnellement utilisée au Canada (Moorhouse et Wolinetz, 2016; (S&T)² Consultants, 2016). La Figure 4 conceptualise succinctement l'incidence des politiques canadiennes au sein de ce cadre. On y voit que nos politiques font augmenter la production et la consommation de biocarburants au Canada

Tableau 4 : Estimation des réductions d'émissions mondiales (Mt d'éq. CO₂)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Moyenne annuelle
Éthanol	1,1	1,9	2,3	2,7	2,6	2,4	2,2
Biodiesel	0,3	0,7	1,0	1,0	1,0	1,1	0,8
Total*	1,4	2,6	3,3	3,7	3,6	3,6	3,0

*Les totaux peuvent avoir été arrondis.

(et dans le monde), ce à quoi répond une baisse correspondante des carburants à base de pétrole produits et consommés mondialement. Et comme l'intensité carbone des carburants à base de pétrole est plus élevée, leur remplacement par des biocarburants fait diminuer l'ensemble des émissions.

L'analyse du cycle de vie convient tout à fait à l'estimation des réductions d'émissions de notre cadre. Comme les frontières de notre analyse correspondent au système d'énergie mondial et que nous supposons que les biocarburants remplacent entièrement l'équivalent énergétique des carburants à base de pétrole, l'impact net est facilement établi en soustrayant les émissions du cycle de vie des biocarburants de celles du pétrole remplacé. Par exemple, si les émissions du cycle de vie de 1 gigajoule d'essence sont de 90 kg (éq. CO₂) et que celles d'une quantité équivalente d'éthanol sont de 50 kg, on obtiendra une réduction nette de 40 kg en utilisant 1 gigajoule d'éthanol (au lieu de l'essence).

En s'appuyant sur ce cadre, le Tableau 4 propose une estimation des réductions d'émissions mondiales générées par les politiques canadiennes.

Tant pour l'éthanol que le biodiesel, on y voit que ces réductions ont progressivement augmenté, ce qui correspond à l'accroissement de la production et de la consommation canadiennes de biocarburants durant cette période de six ans. En moyenne, les politiques ciblant l'éthanol ont fait baisser les émissions mondiales de 2,2 Mt par année, contre 0,8 Mt pour le biodiesel.

Bien que nous ayons utilisé d'autres sources de données et des méthodologies légèrement différentes, nos estimations sont à peine

inférieures à celles de Clean Energy Canada (Moorhouse et Wolinetz, 2016), du cabinet (S&T)² Consultants (2016) et d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC, 2016a). C'est ainsi que Clean Energy Canada a estimé à 2,3 Mt la quantité moyenne d'émissions réduites en 2010 grâce à nos politiques sur les biocarburants, puis à 4,3 Mt en 2014. Le cabinet (S&T)² Consultants établit ces réductions à 3,8 Mt en 2012 et à 4,2 Mt par année de 2013 à 2015¹². Enfin, ECCC estime à 7 Mt la quantité totale d'émissions réduites en 2011-2012 grâce aux mandats fédéraux pour carburants renouvelables.

La convergence d'une série d'autres estimations et des nôtres s'explique en grande partie par l'utilisation des valeurs d'intensité carbone des biocarburants et du carburant à base de pétrole définies par GHGenius. Mais elle nous permet aussi d'examiner les répercussions d'hypothèses différentes non explorées dans d'autres études, comme nous le faisons ci-après.

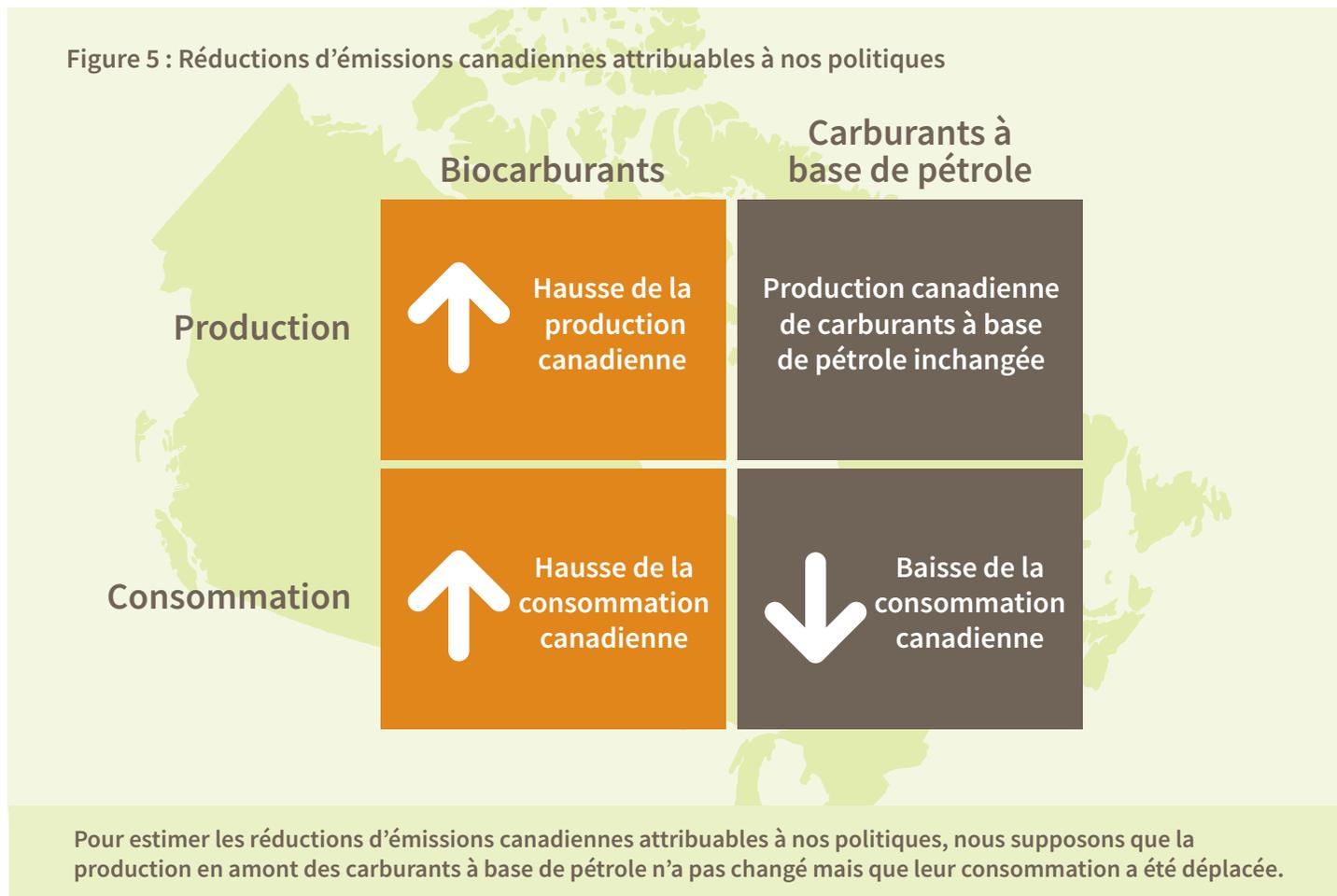
Les réductions d'émissions canadiennes sont plus difficiles à estimer

Nous restreignons maintenant la portée de notre analyse en nous concentrant uniquement sur les réductions générées au Canada, la Figure 5 illustrant les principales hypothèses à cet effet.

Deux différences peuvent être observées entre les réductions mondiales et canadiennes, qui relèvent toutes deux des échanges internationaux. Notre système se limitant désormais au Canada sans couvrir la planète, le commerce mondial des biocarburants et des produits du pétrole a une incidence sur les réductions attribuables à nos politiques.

¹² Les écarts entre ces résultats et les nôtres s'expliquent en partie par le recours à d'autres données sur la consommation des biocarburants, mais surtout par notre utilisation du facteur d'*additionnalité*. Contrairement aux autres analyses, la nôtre suppose ainsi que même en l'absence de politiques gouvernementales, il y aurait eu une certaine consommation d'éthanol au Canada.

Figure 5 : Réductions d'émissions canadiennes attribuables à nos politiques



Premièrement, ce cadre national suppose que nos politiques n'ont aucune incidence sur la production *canadienne* de combustibles fossiles. Le Canada étant preneur de prix sur les deux marchés du pétrole et des biocarburants, les fluctuations de l'offre et de la demande de carburants canadiens qui serait causées par nos politiques ne risquent guère d'influer sur les prix mondiaux des carburants. Et face à la stabilité de ces prix, nous supposons que les producteurs canadiens ne changeront rien à leur production de pétrole.

Pour opérationnaliser cette hypothèse, nous allons plus loin que la seule prise en compte des variations du cycle de vie des émissions entre biocarburants et carburants à base de pétrole. L'utilisation des biocarburants déplace clairement la *consommation* d'essence et de diesel, de même que les émissions qui en découlent, mais sans déplacer les émissions liées à la production canadienne

des carburants à base de pétrole¹³. En supposant que nos politiques n'ont aucune incidence sur la production de pétrole en amont, le total des émissions du scénario contrefactuel se trouve diminué, ce qui fait baisser l'ensemble des réductions attribuables à nos politiques¹⁴. C'est donc dire qu'en tenant uniquement compte des réductions d'émissions canadiennes, nos estimations dénotent une moindre efficacité de nos politiques.

Deuxièmement, notre estimation des réductions d'émissions canadiennes ne comprend pas les émissions liées à la culture, à la production et au transport des biocarburants *importés*. Concrètement, les émissions du cycle de vie d'une unité de biocarburants traversent les frontières géographiques, un carburant pouvant être produit aux États-Unis mais consommé au Canada. Et selon les règles internationales de comptabilisation des

¹³ Les émissions de la combustion des carburants à base de pétrole représentent environ les deux tiers des émissions du cycle de vie de l'essence et du diesel. Le reste des émissions provient de l'extraction, du traitement, de la valorisation et du transport des carburants à base de pétrole.

¹⁴ Tout comme nous mesurons uniquement les émissions liées aux biocarburants produits au Canada, nous nous intéressons seulement à la part des carburants à base de pétrole produite au pays et raffinée sous forme d'essence et de diesel.

Tableau 5 : Estimation des réductions d'émissions canadiennes (Mt d'éq. CO₂)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Moyenne annuelle
Éthanol	0,5	1,5	2,3	2,8	2,8	2,5	2,1
Biodiesel	0,3	0,7	1,2	1,5	1,4	1,3	1,1
Total*	0,9	2,2	3,5	4,3	4,1	3,8	3,1

*Les totaux peuvent avoir été arrondis.

émissions, celles du cycle de vie des biocarburants sont dénombrées dans les pays où sont produits les biocarburants (GIEC, 2006). C'est pourquoi les émissions liées aux biocarburants importés, qui ont augmenté sur la période 2010-2015, ne sont pas comptabilisées dans le total des émissions canadiennes.

Ces deux effets — aucun déplacement des émissions en amont et exclusion des émissions des biocarburants importés — agissent en sens opposés dans notre cadre national. L'importation de biocarburants fait ainsi baisser les émissions, ce qui fait *augmenter* la quantité des réductions d'émissions canadiennes par rapport au cadre mondial. Mais nous supposons aussi que notre production de pétrole reste inchangée en amont (et qu'il n'y a donc aucun déplacement à cette étape), ce qui fait *diminuer* la quantité de nos réductions. L'un de ces deux effets dominera selon l'importance des biocarburants importés par rapport à la consommation canadienne totale.

Le Tableau 5 présente notre estimation des réductions d'émissions canadiennes. Pour l'éthanol et le biodiesel, la comparaison des réductions canadiennes et mondiales fait ressortir ces deux effets. Les réductions canadiennes s'établissaient en moyenne à 2,1 Mt par année, soit 0,1 Mt *de moins* que la moyenne des réductions mondiales. Mais pour le biodiesel, nos réductions s'établissaient à 1,1 Mt par année, soit 0,3 Mt *de plus* que les

réductions mondiales. Cet écart traduit le flux des échanges : de 2010 à 2015, pas moins de 96 % du biodiesel utilisé au Canada était importé, contre 30 % seulement de l'éthanol (voir les précisions à l'Annexe C).

Les données du Tableau 5 illustrent aussi l'interaction des deux nouvelles hypothèses. En 2010, par exemple, nos importations étaient relativement faibles. Si bien que l'hypothèse du déplacement (selon laquelle les émissions augmentent) l'emporte sur tout avantage des biocarburants importés. C'est ainsi que les réductions estimées en 2010 sont sensiblement inférieures au pays que dans le monde. Mais les avantages augmentent avec la hausse graduelle des importations, ce qui vient resserrer l'écart entre réductions canadiennes et mondiales (les premières dépassant les secondes dans certains cas).

En résumé, les politiques canadiennes ont généré des réductions d'environ 3 Mt par année

Nous avons estimé la quantité des réductions d'émissions nationales et mondiales attribuables aux politiques canadiennes sur les biocarburants. Dans les deux cas, celles-ci ont donné lieu à des réductions dont l'ampleur dépend toutefois des frontières supposées des émissions, comme le résume le Tableau 6.

Tableau 6 : Moyenne des réductions d'émissions annuelles, 2010-2015 (Mt d'éq. CO₂)

	Réductions d'émissions mondiales	Réductions d'émissions canadiennes
Éthanol	2,2	2,1
Biodiesel	0,8	1,1
Total*	3,0	3,1

*Les totaux peuvent avoir été arrondis.

On y voit que les écarts historiques entre les réductions canadiennes et mondiales sont relativement faibles. Mais, comme nous le verrons plus loin, ils pourraient s'élargir à plus long terme.

Le biodiesel est responsable d'environ la moitié des réductions d'émissions qu'on peut attribuer à l'éthanol, bien que sa consommation ne compte que pour 20 % de celle de l'éthanol. La majorité du biodiesel utilisé au Canada ayant une moindre intensité carbone que celle de l'éthanol, on peut toutefois supposer qu'il produirait de plus amples réductions s'il était mélangé en même proportion que l'éthanol. D'où il ressort que le potentiel de réduction du biodiesel est proportionnellement supérieur à celui de l'éthanol.

Pour mettre nos estimations en perspective, précisons que le total des émissions canadiennes issues du transport et de l'agriculture s'établissait respectivement à 203 Mt et à 59 Mt en 2014 (ECCC, 2016b). Les réductions attribuables à nos politiques représentent donc tout au plus 1,5 % des émissions liées au transport et 5,1 % des émissions d'origine agricole, alors qu'elles comptent pour seulement 0,4 % environ du total des 732 Mt d'émissions de tout le pays.

Nous pourrions surestimer les réductions d'émissions en excluant les impacts indirects de l'utilisation des terres

La culture des matières premières des biocarburants produit un éventail d'émissions liées à l'utilisation des terres, dont certaines ne sont pas prises en compte dans notre analyse. On catégorise généralement les impacts de l'utilisation des terres en impacts directs et indirects (National Research Council, 2011; Hertel *et al.*, 2010). On parle d'*émissions directes liées à l'utilisation des terres* quand des terres sont réaffectées à la production de matières premières pour biocarburants, ou que les cultures pour biocarburants remplacent d'autres types de cultures (De La Torre et English, 2015). Ce qui peut notamment inclure une modification des émissions suscitée par la conversion de prairies en terres agricoles, qui vient libérer dans l'atmosphère le carbone jusque-là emmagasiné dans les prairies. Ces émissions directement liées à l'utilisation des terres, intégrées au modèle GHGenius, sont donc prises en compte dans notre analyse.

En revanche, celle-ci ne tient pas compte des *émissions indirectes liées à l'utilisation des terres*, qui englobent les impacts créés en dehors des terres affectées à la production des matières premières des biocarburants. Par exemple, si un plus grand nombre d'agriculteurs décident de cultiver et de vendre ces matières premières au lieu de denrées alimentaires et d'aliments pour animaux, les besoins en terres agricoles augmenteront indirectement ailleurs, ce qui renforcera la possibilité que des forêts, des sols marécageux ou des prairies soient convertis en terres agricoles (Commission européenne, 2012; Plevin *et al.*, 2010)¹⁵. Comme de récentes données tendent à confirmer l'existence de ces émissions indirectes, nos estimations pourraient donc surévaluer les réductions attribuables aux biocarburants. Selon certaines études, nos biocarburants ne produisent aujourd'hui que de faibles émissions indirectes, qui pourraient toutefois se multiplier si le Canada accroît sa production ou ses importations de biocarburants (Laan *et al.*, 2011). Certains territoires, notamment les États-Unis et la Californie, ont déjà intégré ces émissions indirectes à leur analyse globale des impacts de la production et de l'usage des biocarburants (Khanna *et al.*, 2016). Nous examinons en détail leurs estimations plus loin dans cette section.

3.3 EFFICIENCE DES POLITIQUES CANADIENNES SUR LES BIOCARBURANTS

Selon nos estimations de la section précédente, nos politiques ont effectivement contribué à réduire les émissions. Mais à quel prix, surtout par rapport à d'autres politiques ? La question est d'une importance clé pour établir s'il est économiquement et écologiquement avantageux de remplacer les combustibles fossiles par les biocarburants, et s'il est plus judicieux du point de vue strictement économique de renforcer, de repenser ou de supprimer nos politiques actuelles.

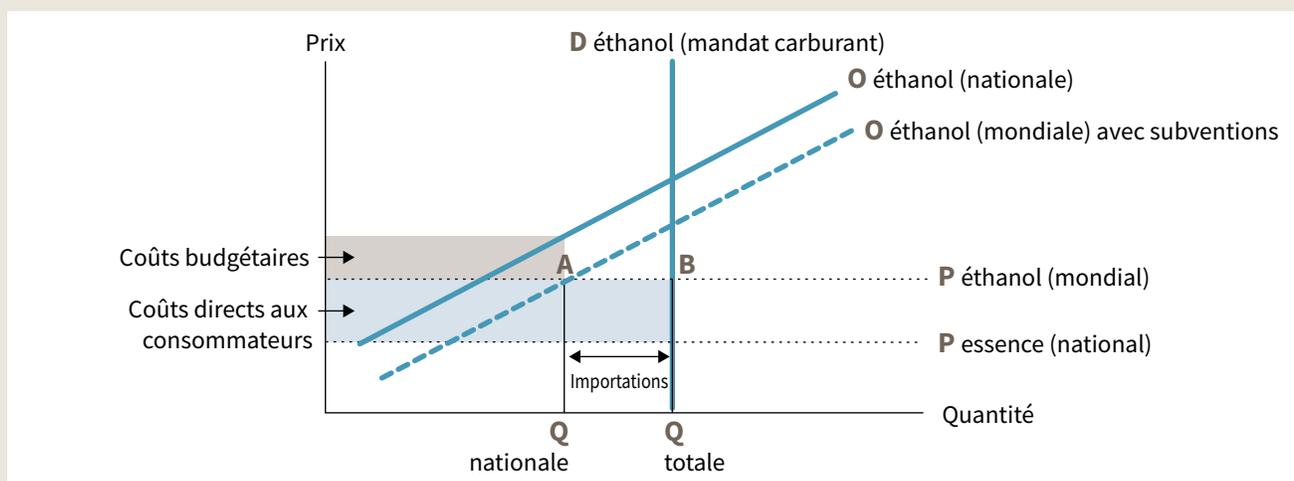
Pour le déterminer, nous estimons tout d'abord leurs coûts en les départageant entre consommateurs et gouvernements, comme le montre l'Encadré 4. Mais si nous utilisons diverses approches d'estimation, toutes semblent indiquer qu'il nous en coûte nettement plus cher de réduire une tonne d'émissions au moyen de nos politiques actuelles qu'en misant sur d'autres approches.

¹⁵ Les émissions générées par la conversion de terres vierges en terres cultivées totalisaient environ 3 Mt en 2014 (ECCC, 2016b). On ignore dans quelle mesure les biocarburants ont contribué à ces émissions indirectes.

¹⁶ La recherche sur les émissions indirectes liées à l'utilisation des terres a beaucoup progressé depuis dix ans, et elle montre de plus en plus clairement qu'elles peuvent constituer une part significative des émissions totales d'un cycle de vie, surtout si l'on accroît la surface des terres consacrées à la culture pour biocarburants (Creutzig *et al.*, 2012; Croezen *et al.*, 2010; Comité scientifique de l'Agence européenne pour l'environnement, 2011; Fargione *et al.*, 2008; Hertel *et al.*, 2010; Warner *et al.*, 2013). Selon les valeurs publiées à ce jour, l'intensité carbone des émissions indirectes liées à l'utilisation des terres varie de -200 % à 1 700 % par rapport à celle des combustibles fossiles (Finkbeiner, 2014).

Encadré 4 : Illustration du coût des politiques sur les biocarburants

Un simple modèle économique permet d'illustrer les différents coûts des politiques sur les biocarburants. Le diagramme ci-dessous montre les effets des subventions à la production et des mandats en carburants pour l'éthanol, tout en indiquant les coûts budgétaires des gouvernements et des consommateurs. La même démarche s'applique au coût des politiques.



La demande canadienne d'éthanol ($D_{\text{éthanol}}$) étant fixée par les mandats pour carburants renouvelables, elle est par conséquent « inélastique par rapport au prix ». Les distributeurs doivent ainsi vendre du carburant mélangé à un niveau minimal d'éthanol et se procurer auprès des producteurs de biocarburants la quantité totale (Q_{totale}) dont ils ont besoin, indépendamment du prix. De leur côté, les producteurs fournissent l'éthanol en fonction de leur courbe d'offre ($O_{\text{éthanol}}$). En favorisant leur rentabilité, les subventions à la production déplacent la courbe d'offre vers la droite.

La production canadienne de biocarburants compte pour moins de 2 % de la production mondiale et 4 % de la production nord-américaine (EIA, 2016c). En tant que petit producteur, le Canada est donc preneur de prix sur les marchés mondial et nord-américain de l'éthanol. Le prix significatif est donc le $P_{\text{éthanol}}$ (mondial), qui est déterminé à l'échelle du marché mondial tout en étant jugé non influencé par les subventions à la production canadiennes*.

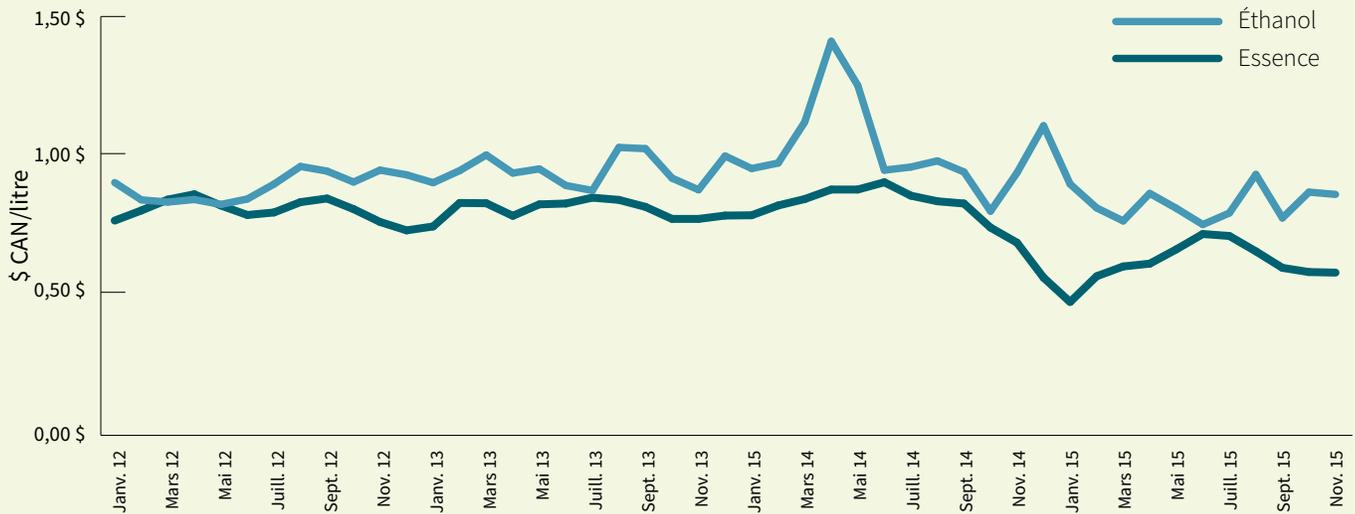
Les producteurs canadiens fournissent ainsi une $Q_{\text{nationale}}$ d'éthanol (point A). Même en présence de subventions à la production, l'offre nationale est toutefois insuffisante pour répondre à la demande fixée par les mandats (point B), une insuffisance que viennent combler les importations.

Comme le prix de l'éthanol (ajusté selon le rendement énergétique) est supérieur à celui de l'essence (comme le montre le diagramme), le niveau des coûts aux consommateurs correspond au rectangle bleu, dont la hauteur représente le nombre de litres d'éthanol consommés. La hauteur du rectangle gris, qui indique les coûts budgétaires des gouvernements, représente les subventions par litre accordées aux producteurs, alors que sa longueur indique le total de litres d'éthanol produits.

La façon la plus simple d'estimer le coût total de nos politiques est d'additionner les coûts budgétaires et les coûts aux consommateurs, soit les deux rectangles. C'est la principale mesure utilisée dans ce rapport, dont l'Annexe D porte sur des mesures plus complexes.

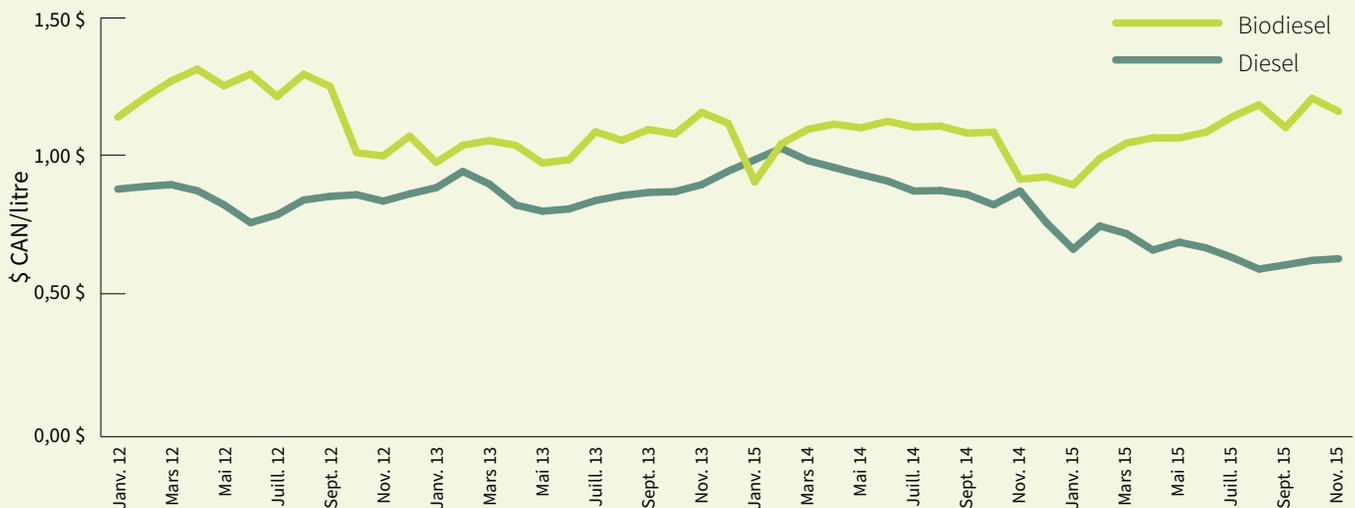
* Même dans de plus grands marchés comme les États-Unis, indique la recherche, les consommateurs ne profitent pas des subventions axées sur l'offre. Selon Bielen *et al.* (2016), par exemple, le crédit d'impôt américain sur l'éthanol profite surtout aux producteurs d'éthanol, aucune donnée n'indiquant que les subventions font baisser le prix de l'essence à la pompe.

Figure 6 : Prix de gros de l'éthanol et de l'essence, 2012-2015



Les prix de l'éthanol sont ajustés en fonction de leur rendement énergétique, inférieur à celui de l'essence. Comme nous utilisons une valeur moyenne de rendement du carburant, soit 74 % d'essence, nous multiplions les prix de gros de l'éthanol par 1,35 (= 1/0,74). Les prix de gros (non ajustés) sont ceux de Renewable Industries Canada, établis d'après les données de Statistique Canada (2016a).

Figure 7 : Prix de gros du biodiesel et du diesel, 2012-2015



Les prix du biodiesel sont ajustés en fonction de leur rendement énergétique, inférieur à celui du diesel. Comme nous utilisons une valeur moyenne de rendement du carburant, soit 96 % de diesel, nous multiplions les prix de gros du biodiesel par 1,04 (= 1/0,96). Les prix de gros (non ajustés) sont ceux de Renewable Industries Canada, établis d'après les données de Statistique Canada (2016a).

	2012	2013	2014	2015
Éthanol	146 \$	277 \$	449 \$	399 \$
Biodiesel	148 \$	97 \$	71 \$	208 \$

Les politiques sur les biocarburants imposent des coûts aux consommateurs

Nous estimons premièrement le coût lié à la hausse des prix de l'essence. En l'absence de données sur les prix de détail, nous utilisons les prix de gros de l'éthanol et du biodiesel, historiquement supérieurs à ceux de l'essence et du diesel (ajustés selon le rendement du carburant). Les mandats pour carburants renouvelables, selon lesquels les consommateurs doivent acheter de l'essence mélangée à de l'éthanol et du biodiesel (indépendamment du prix), peuvent ainsi leur imposer des coûts nets¹⁷. Les Figures 6 et 7 indiquent les écarts de prix entre types de carburant pour la période 2012-2015¹⁸.

Pour estimer les coûts aux consommateurs, nous comparons de nouveau nos deux scénarios réel et contrefactuel (avec et sans politiques), l'écart entre les deux fournissant une estimation de l'incidence nette des politiques canadiennes. Pour le scénario réel, nous estimons le prix véritable des carburants d'après la consommation historique du pétrole et des biocarburants, multipliée par le prix par le prix de gros de chaque carburant. Pour le scénario contrefactuel, nous estimons le prix des carburants en l'absence de toutes politiques, tout en supposant qu'on aurait alors consommé de l'essence et du diesel au lieu de l'éthanol et du biodiesel, comme nous l'avons fait pour nos estimations de réductions d'émissions¹⁹. Le Tableau 7 indique les coûts aux consommateurs estimatifs pour la période 2012-2015.

Pendant cette période, les coûts aux consommateurs des politiques sur l'éthanol ont peu à peu augmenté, jusqu'à totaliser environ 1,3 milliard \$. Ces coûts s'expliquent par l'écart entre les prix de gros de l'essence et de l'éthanol : celui de l'essence est resté plutôt stable mais celui de l'éthanol a légèrement augmenté, notamment lors de deux flambées de prix en 2014. Et ce changement des prix relatifs a fait augmenter les coûts aux consommateurs²⁰.

Les coûts aux consommateurs des politiques sur le biodiesel ont totalisé plus de 500 millions \$ sur la période 2012-2015. La baisse des coûts aux consommateurs de 2013-2014 est attribuable au recul des prix du biodiesel, tandis que la forte chute des prix de gros du diesel explique en grande partie la montée en flèche de ces coûts en 2015.

Les politiques sur les biocarburants imposent aussi des coûts aux gouvernements

Nous estimons ensuite les coûts budgétaires des politiques fédérales et provinciales de soutien à l'industrie des biocarburants. Pour ce faire, nous tenons uniquement compte des subventions à la production, c'est-à-dire des paiements versés aux entreprises en fonction de leur production. Certes, les gouvernements ont utilisé d'autres mécanismes en appui à l'industrie, mais ces subventions représentent l'essentiel des dépenses qu'ils ont engagées de 2012 à 2015 (plusieurs autres programmes de soutien ayant pris fin avant 2012). En fait, les coûts budgétaires de ces politiques étaient

¹⁷ Nous supposons qu'un prix de gros plus élevé pour les biocarburants (par rapport aux combustibles fossiles avec ajustement selon le rendement énergétique) fait augmenter les prix de détail. Même si ce « transfert » ne s'effectue pas nécessairement à court terme, la recherche montre que la hausse des coûts assumés par les raffineurs et distributeurs de pétrole est tôt ou tard transférée aux consommateurs (Chacra, 2002; Bureau de la concurrence Canada, 2005; ECC, 2011). Si cette hausse des prix de détail peut être faiblement ressentie par le consommateur moyen, elle peut représenter un important coût total rapportée à des millions de consommateurs. Tous les coûts qui ne font pas augmenter les prix de détail seraient assumés par les distributeurs de carburant.

¹⁸ Les données sur le prix des biocarburants sont uniquement disponibles à partir de 2012, si bien que nos estimations de coûts et d'efficacité se limitent à la période 2012-2015, alors que nos estimations d'émissions couvrent la période 2010-2015.

¹⁹ Puisque l'éthanol aide à la combustion, nous supposons de nouveau qu'on en aurait consommé une certaine quantité en l'absence des politiques gouvernementales, mais qu'il n'y aurait eu aucune consommation de biodiesel puisqu'il ne présente pas ce même avantage. Tout comme pour notre analyse des réductions d'émissions, ces hypothèses ont très peu d'influence sur nos estimations de coût.

²⁰ Pour cause de données insuffisantes, l'analyse omet certains coûts et avantages secondaires. Selon le National Renewable Energy Laboratory (2008), par exemple, mélanger de l'éthanol à l'essence pourrait accroître le rendement global de l'essence finie et faire baisser les prix à la pompe (en supposant que ces gains soient transférés aux consommateurs). L'analyse omet aussi certains coûts qui ne se reflètent pas nécessairement dans les prix de gros, par exemple la hausse des frais d'exploitation et d'entretien ou celle des frais de transport imposés à l'industrie par les mandats pour carburants renouvelables (Environnement Canada, 2010). L'interaction entre ces effets contradictoires et leur incidence sur les prix à la pompe nécessitent une étude plus approfondie.

Encadré 5 : Estimations historiques des coûts budgétaires des politiques sur les biocarburants

L'étendue du soutien public rend difficile l'estimation du total des coûts budgétaires des politiques canadiennes sur les biocarburants.

Différentes politiques sont ainsi administrées par différents ministères fédéraux et provinciaux. L'Institut international du développement durable a tout de même réalisé l'une des analyses les plus exhaustives sur les subventions canadiennes à la production de biocarburants (Laan *et al.*, 2011). Ci-dessous, l'éventail de ses estimations correspond à ses diverses hypothèses. Les estimations sont historiques pour la période 2006-2008, elles reposent sur des projections pour la période 2009-2012.

Coûts budgétaires estimatifs des politiques fédérales et provinciales sur les biocarburants (millions \$)

		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Éthanol	Faible	167 \$	241 \$	305 \$	163 \$	154 \$	134 \$	93 \$
	Élevé	179 \$	272 \$	366 \$	462 \$	458 \$	460 \$	379 \$
Biodiesel	Faible	31 \$	46 \$	73 \$	57 \$	97 \$	94 \$	64 \$
	Élevé	31 \$	72 \$	100 \$	104 \$	153 \$	174 \$	137 \$

Les coûts budgétaires des subventions à la production d'éthanol ont culminé en 2008 (de 163 à 462 millions \$), ceux des subventions à la production de biodiesel ont culminé en 2011 (de 94 à 174 millions \$). Le soutien public a ensuite diminué au fil des années.

Tableau 8 : Coûts budgétaires estimatifs des subventions canadiennes à la production (millions \$)²²

	2012	2013	2014	2015
Éthanol	200 \$	171 \$	155 \$	81 \$
Biodiesel	46 \$	41 \$	39 \$	32 \$

beaucoup plus importants avant la période examinée dans notre analyse, comme le montrent les estimations de coût de l'Encadré 5.

Pour déterminer les coûts budgétaires, nous utilisons les estimations annuelles des dépenses publiques fédérales et provinciales. Lorsqu'elles ne sont pas accessibles, nous les estimons en combinant les calendriers de paiements, les listes d'installations participantes et les niveaux de production, sans inclure les provinces sans programmes de subventions comme la Colombie-Britannique et celles du Canada atlantique.

Comme le montre le Tableau 8, les coûts budgétaires des subventions fédérales et provinciales à la production d'éthanol ont totalisé environ 607 millions \$ en 2012-2015, contre 158 millions \$ pour les subventions à la production de biodiesel. Ces coûts ont diminué d'année en année pour les deux carburants, surtout en raison du calendrier des paiements décroissants du programme écoÉnergie pour les biocarburants d'Ottawa²¹. Signalons que les

paiements du programme ont pris fin en mars 2015 pour la majorité de ses bénéficiaires, ce qui explique la chute des coûts de 2014 à 2015 (RNCan, 2016a).

Les politiques sur les biocarburants génèrent des réductions d'émissions à coût plus élevé que d'autres approches

L'un des moyens d'établir les coûts totaux consiste à additionner les coûts budgétaires et les coûts aux consommateurs, comme l'indique l'Encadré 4, alors que le Tableau 9 établit ces totaux pour la période 2012-2015. Il existe d'autres moyens, comme nous l'expliquons ci-après (et à l'Annexe D), mais ce sont les totaux du Tableau 9 qui permettent une meilleure comparaison avec les coûts de réduction estimatifs d'autres types de politiques.

On peut évaluer l'efficacité des politiques en comparant ce qu'il en coûte pour réduire une tonne d'émissions. Le Tableau 10 montre

Tableau 9 : Coûts totaux estimatifs des politiques sur les biocarburants (millions \$)

	2012	2013	2014	2015
Éthanol	346 \$	448 \$	604 \$	479 \$
Biodiesel	194 \$	138 \$	110 \$	240 \$

Tableau 10 : Coût par tonne des réductions d'émissions attribuables aux politiques sur les biocarburants

	Carburant	2012	2013	2014	2015	Moyenne annuelle
Réductions d'émissions mondiales	Éthanol	147 \$	168 \$	230 \$	196 \$	185 \$
	Biodiesel	201 \$	132 \$	112 \$	214 \$	165 \$
Réductions d'émissions canadiennes	Éthanol	153 \$	159 \$	218 \$	191 \$	180 \$
	Biodiesel	160 \$	93 \$	80 \$	178 \$	128 \$

²¹ Sauf celui du Manitoba, les programmes provinciaux établissent des taux fixes pour la production de biocarburants.

²² Signalons que les coûts budgétaires sont exprimés en années financières, les coûts aux consommateurs et les émissions de GES en années civiles.

ainsi le coût par tonne des réductions d'émissions canadiennes et mondiales attribuables à nos politiques. Ces chiffres (arrondis) établissent simplement le ratio entre les coûts du Tableau 9 et les réductions d'émissions du Tableau 6.

Plus il en coûte cher de réduire une tonne d'émissions, moins une politique est efficace. Mais quand devient-elle vraiment trop coûteuse ? On peut interpréter ces chiffres de maintes façons, mais tous indiquent que nos politiques sur les biocarburants sont un moyen relativement coûteux de réduire les émissions.

Le *coût social du carbone* (CSC), l'un des points repère utilisés pour établir l'efficacité, évalue les dommages sociaux causés par chaque tonne supplémentaire d'émissions. Ainsi, les réductions qui coûtent moins cher que le CSC sont considérées comme économiquement judicieuses puisqu'elles améliorent le bien-être collectif.

Environnement et Changement climatique Canada (2016c) estime à 41 \$ la tonne la valeur centrale du CSC en 2016, soit environ le tiers (ou moins) du coût des réductions générées par nos politiques. Or, l'efficacité de ces politiques peut seulement être envisagée à partir de 167 \$ la tonne, c'est-à-dire si l'on adopte l'estimation du scénario particulièrement risqué et improbable du CSC (ECCC, 2016c). Mais ce n'est qu'un aspect de la question.

Car on peut aussi comparer les coûts des réductions générées par d'autres politiques. Une politique globale de tarification du carbone, par exemple, incite financièrement à effectuer toutes les réductions qui coûtent moins cher que le prix carbone. Et c'est précisément parce que cette incitation s'applique à toutes les émissions qu'elle est efficace. C'est ainsi qu'avec un prix carbone de 30 \$ la tonne, la taxe carbone de la Colombie-Britannique a permis des réductions comprises entre 5 et 15 % (Murray et Rivers, 2015). Le coût moyen de ces réductions est donc inférieur à 30 \$, soit nettement moins que notre estimation du coût par tonne des réductions attribuables à nos politiques sur les biocarburants.

Les coûts de ces politiques restent élevés même si l'on tient compte de la hausse progressive des prix carbone nécessaire à de plus amples réductions. Selon la modélisation de Jaccard (2016), par exemple, il faudrait qu'un prix carbone fixé à 30 \$ la tonne en 2017 augmente à 160 \$ en 2030 pour que le Canada atteigne ses cibles de 2030. De même, selon l'AIE (2014), il faudrait que tous les pays de l'OCDE appliquent en 2040 un prix carbone de 140 \$ la tonne pour éviter une hausse de deux degrés Celsius de la température moyenne du globe. Or, même ces ambitieux scénarios

généreraient des réductions moins coûteuses qu'en vertu des politiques canadiennes.

Même en utilisant une notion de coût élargie, nos politiques sur les biocarburants restent coûteuses

Le total de ce qu'il en coûte à l'économie peut également être évalué sous l'angle de l'efficacité économique. Cette approche tient compte des coûts imposés à l'ensemble de l'économie. Comme on peut alors ignorer les transferts au sein de l'économie, les subventions à la production deviennent des coûts budgétaires pour les gouvernements, mais elles offrent aux producteurs qui les reçoivent des avantages équivalents. Ces transferts ont certes des effets distributionnels, puisqu'ils transfèrent l'argent de tous les contribuables à un petit groupe de producteurs, mais ils restent au sein de l'économie en termes de valeur totale. Le coût économique net des subventions se limite donc aux distorsions économiques liées au besoin d'accroître les fonds publics nécessaires au financement des subventions : ce que les économistes appellent le « fardeau fiscal excédentaire ». Signalons que les estimations de coûts du Tableau 9 ne tiennent pas compte de ces distorsions²³.

Pour estimer ces coûts économiques plus généraux, nous utilisons le concept de *coût marginal des fonds publics* (CMF), qui mesure les pertes économiques liées au prélèvement d'un dollar supplémentaire des recettes fiscales d'une source donnée (Dahlby, 2008). (Pour plus de détails sur notre méthode, voir l'Annexe D.)

Mais le recours à ce concept ne modifie pas les résultats de notre analyse de fond. Le coût économique par tonne d'émissions réduites grâce aux politiques sur les biocarburants demeure près de cinq fois supérieur au coût des réductions générées par un prix carbone généralisé, comme c'est le cas de la taxe carbone de la Colombie-Britannique.

Bref, peu importe le mode de calcul des coûts, tout indique que les politiques canadiennes sur les biocarburants génèrent des réductions à coût nettement plus élevé que d'autres approches.

3.4 EFFICACITÉ DES MANDATS POUR CARBURANTS RENOUVELABLES EN CAS DE RETRAIT DES SUBVENTIONS À LA PRODUCTION

Jusqu'à présent, notre analyse a porté sur le passé en examinant à la fois les subventions à la production et les mandats pour carburants renouvelables. Mais la moitié de cet ensemble de politiques devrait prendre fin dès 2017-2018, puisque seuls les mandats seront

²³ Chacune des deux méthodes d'estimation des coûts des politiques sur les biocarburants comporte ses avantages et ses inconvénients. Le coût économique est intrinsèquement plus complexe et difficile à estimer, mais il offre une meilleure description des coûts et avantages nets pour la société. Plus simple, l'autre méthode consiste à additionner les coûts aux consommateurs et les coûts budgétaires, ce qui permet de comparer nos résultats aux coûts sociaux du carbone, mais aussi de mettre en évidence les importants effets distributionnels des politiques.

maintenus pour une durée indéterminée, aucune échéance n'ayant été fixée. Si bien que notre approche analytique servira maintenant à déterminer l'incidence du retrait progressif des subventions.

D'après les prévisions de l'AIE (2016) et du USDA (2015), nous supposons qu'aucune capacité de production d'éthanol et de biodiesel ne sera ajoutée en l'absence de subventions à la production. Mais les installations qui mélangent les biocarburants resteront assujetties aux mandats fédéraux et provinciaux pour carburants renouvelables, ce qui veut dire que ces mandats seront remplis par des installations canadiennes ou à l'aide de biocarburants importés.

Après le retrait des subventions, la viabilité économique de notre production actuelle de biocarburants sera pour le moins incertaine. Cette incertitude, nous en examinons toute l'étendue entre deux possibilités extrêmes : (1) les producteurs canadiens maintiennent leurs niveaux actuels de production et la totalité de leurs parts de marché, (2) les mandats pour carburants renouvelables sont entièrement remplis à l'aide de biocarburants importés²⁴.

La production canadienne pourrait rester stable, même en l'absence de subventions

À une extrémité, nous évaluons l'incidence sur les émissions et les coûts d'un scénario où les producteurs canadiens conservent leur viabilité économique et leurs niveaux de production sans politiques axées sur l'offre. En supposant que rien ne change à la production et aux importations canadiennes, les réductions seraient alors semblables à celles de la dernière année de notre analyse historique (2015). Le total des réductions d'émissions mondiales (générées par les politiques sur l'éthanol et le biodiesel) serait d'environ 3,6 Mt par année, celui des réductions d'émissions canadiennes d'environ 3,8 Mt.

Selon ce scénario sans subventions, les coûts des politiques se limiteraient à ceux que les consommateurs assument sous forme de prix plus élevés. Les futurs coûts aux consommateurs dépendraient alors entièrement de l'écart entre carburants à base de pétrole et biocarburants. Mais en nous référant à la portée de notre analyse historique de la période 2012-2015, le coût des réductions d'émissions mondiales varierait de 62 à 171 \$ la tonne d'éthanol et de 72 à 185 \$ la tonne de biodiesel, alors que le coût des réductions d'émissions canadiennes variait respectivement de 65 à 162 \$ et de 51 à 155 \$.

Mais le retrait des subventions pourrait aussi faire diminuer la production canadienne

Voyons quelle serait, à l'autre extrémité, l'incidence d'un scénario sans subventions où nos producteurs ne pourraient plus faire concurrence aux biocarburants importés. Dans le pire des cas, les importations remplaceraient toute la production du pays, ce qui est peu probable mais illustre tout de même l'impact potentiel d'une forte chute de notre production (Campbell *et al.*, 2016). Pour estimer les réductions de ce scénario, nous extrapolons de nouveau à partir de notre modèle en substituant des biocarburants importés à la totalité de notre production intérieure.

En se référant à la production de 2015, les réductions mondiales de ce scénario seraient inférieures à celui d'une production canadienne inchangée, puisque l'intensité carbone des biocarburants importés est généralement plus élevée que celle des biocarburants que nous produisons. Globalement, les réductions mondiales s'établiraient alors à quelque 3,3 Mt par année, soit moins que les 3,6 Mt du précédent scénario.

Selon ce scénario, les réductions d'émissions canadiennes seraient toutefois plus importantes. En vertu des conventions comptables internationales, la consommation de biocarburants importés ne génère en effet aucune émission au Canada. Les réductions moyennes avoisineraient alors 5,7 Mt par année, contre 3,8 Mt si nos producteurs de biocarburants conservaient leurs parts de marché.

De manière semblable au premier scénario, l'efficacité des politiques dépend ici de l'écart de prix entre carburants à base de pétrole et biocarburants, mais aussi de la référence aux réductions d'émissions mondiales ou canadiennes. Le coût des réductions mondiales varie dans ce scénario de 70 à 189 \$ la tonne d'éthanol et de 75 à 194 \$ la tonne de biodiesel. Mais l'efficacité s'accroît s'il est uniquement question de réductions canadiennes, leur coût variant alors de 35 à 95 \$ la tonne d'éthanol et de 53 à 159 \$ la tonne de biodiesel.

Les gouvernements pourraient subir des pressions en vue de renouveler les subventions à la production

Si les gouvernements du pays n'adoptent aucune nouvelle politique sur les biocarburants, les répercussions qu'en subira notre industrie se situeront vraisemblablement entre ces deux extrêmes : la production reculera ainsi au profit des importations, mais certains de nos producteurs resteront compétitifs. Cette perspective

²⁴ Pour les deux cadres national et mondial, nos calculs supposent que la demande totale en carburants de transport reste aux niveaux de 2015. Comme les mandats de mélange reposent sur la demande totale de carburants à base de pétrole, il faudra davantage de biocarburants pour répondre à une demande croissante de carburants de transport. Mais en supposant que la demande se stabilise aux niveaux de 2015, nous pouvons évaluer plus précisément les écarts entre les réductions d'émissions canadiennes et mondiales.

intermédiaire correspond aux prévisions de l'AIE, qui estime que la fin du soutien axé sur l'offre fera baisser la production canadienne d'éthanol de 38 % entre 2015 et 2021, mais que la production de biodiesel restera stable durant cette période (AIE, 2016)²⁵.

Les subventions à la production ayant été spécialement conçues pour aider les producteurs à remplir les mandats pour carburants renouvelables, on peut s'interroger sur leur capacité de rester compétitifs sans cet appui (Campbell *et al.*, 2016). À tout le moins, on peut prévoir qu'ils exerceront des pressions pour faire adopter d'autres politiques axées sur l'offre afin d'empêcher le recul de leur production. Le cas échéant, comme nous le verrons ci-après, il faudrait examiner soigneusement toute demande de politiques supplémentaires — surtout si elles ciblent les biocarburants — à la lumière d'autres approches.

Ces autres scénarios font aussi ressortir l'incompatibilité de certains objectifs. Dans nos deux situations extrêmes, le retrait des subventions accroît l'efficacité en raison de l'élimination des coûts budgétaires. Même si la modification d'une politique favorise les importations, il en coûte ainsi moins cher de réduire les émissions. Du point de vue des réductions, il n'y a donc aucun problème à miser sur des importations à moindre coût plutôt que sur la production intérieure. Mais en supprimant les subventions, on nuit à d'autres objectifs comme l'aide au développement rural, la réduction de la pollution atmosphérique et le soutien à une industrie des biocarburants de pointe, comme nous le verrons bientôt.

3.5 ANALYSE DE SENSIBILITÉ

Nos principales estimations de réductions d'émissions reposent sur les valeurs d'intensité carbone du modèle GHGenius. Malgré la solidité de ce modèle, il y a toutefois de bonnes raisons d'examiner la sensibilité des estimations à certaines modifications de valeurs. Nous avons vu en effet que les valeurs d'intensité carbone sont à la fois très variables et très sensibles aux hypothèses méthodologiques (Cruetzig *et al.*, 2012; AIE, 2013; Lemoine, 2013; Mullins *et al.*, 2011).

Compte tenu de cette incertitude, nous nous sommes demandé si l'utilisation d'estimations différentes des émissions du cycle de vie de chaque carburant modifierait nos conclusions générales sur l'efficacité et l'efficacité des politiques canadiennes. Pour ce faire, nous nous sommes appuyés sur des recherches antérieures fondées sur une approche semblable. Auld et McKittrick (2014), par exemple, ont recensé plusieurs estimations différentes de l'intensité carbone des biocarburants (Mullins *et al.*, 2011; National Research Council, 2011; EPA, 2009; Wang *et al.*, 2007), qui sont toutes plus élevées que les valeurs établies par GHGenius pour les biocarburants

de première génération, et même pour les carburants à base de pétrole. Globalement, leur recension met en évidence un large éventail d'estimations des quantités d'émissions générées par les biocarburants.

Ayant lui aussi examiné les valeurs d'intensité carbone de sources variées (Laan *et al.*, 2011), l'Institut international du développement durable a découvert que les valeurs du modèle GHGenius se situent souvent à la limite inférieure d'autres estimations internationales et risquent donc de surestimer les avantages des biocarburants. Cette conclusion est étayée par Unnasch *et al.* (2011), qui ont comparé l'intensité carbone de certains biocarburants selon huit autres modèles d'évaluation de cycle de vie et confirmé que le modèle GHGenius produit des valeurs de limite inférieure pour le biodiesel de soja et l'éthanol de blé ou de maïs.

Des raisons valables peuvent expliquer que les estimations des émissions du cycle de vie de nos biocarburants puissent être inférieures à celles d'autres pays. L'une des principales réside dans l'alimentation électrique de nombreuses usines canadiennes de biocarburants, qui provient de sources sobres en carbone comme l'hydroélectricité, le nucléaire et le gaz naturel. Parmi d'autres facteurs clés, on peut invoquer l'utilisation plus importante de fumier que d'engrais azoté (à plus forte intensité carbone), la relative jeunesse des usines canadiennes et notre climat plus froid (Laan *et al.*, 2011).

Sans éliminer la possibilité que l'intensité carbone de nos biocarburants soit moindre qu'à l'étranger, il reste important de soumettre cet indicateur à une analyse de sensibilité. Mais comme GHGenius est le seul modèle canadien qui se prête à cette analyse, il serait périlleux de compter sur cette seule approche, surtout si elle repose sur des hypothèses irréalistes.

Cette analyse se justifie aussi par la nécessité de prendre en compte les émissions indirectes générées par l'utilisation des terres. En effet, le modèle GHGenius n'en tient pas compte dans ses calculs et pourrait donc sous-estimer l'impact des émissions totales (Laan *et al.*, 2011). Bien que ces émissions indirectes soient aujourd'hui peu importantes (étant donné la faible taille de l'industrie), elles pourraient s'accroître avec la hausse de la production de biocarburants.

C'est pourquoi nous avons soumis les valeurs d'intensité carbone qui ont servi à notre analyse principale (ci-dessus) à une analyse de sensibilité fondée sur les estimations du California Air Resources Board, dont certaines proviennent d'usines canadiennes de biocarburants (voir à l'Annexe C la description de nos méthodes et paramètres).

Le Tableau 11 montre que l'utilisation de valeurs d'intensité carbone de limite supérieure modifie radicalement l'efficacité et l'efficacité de nos politiques²⁶. Il en ressort clairement que celles-ci

²⁵ En fait, les subventions fédérales à la production ont pris fin dès mars 2015 pour la plupart de leurs entreprises bénéficiaires, qui profitent désormais d'un moindre soutien public (RNCAN, 2016a). Il reste à déterminer si ces entreprises pourront rester compétitives à plus long terme sans ces subventions.

Tableau 11 : Effets estimatifs des politiques sur les biocarburants (avec valeurs d'intensité carbone plus élevées)								
Réductions d'émissions (Mt d'éq. CO ₂)								
	Carburant	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Moyenne annuelle
Réductions d'émissions mondiales	Éthanol	0,8	1,4	1,8	2,0	2,0	1,9	1,7
	Biodiesel	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
Réductions d'émissions canadiennes	Éthanol	-0,2	0,5	1,3	1,8	1,8	1,6	1,1
	Biodiesel	0,1	0,5	1,0	1,2	0,8	0,8	0,7
Coût des réductions d'émissions par tonne								
	Carburant	2012	2013	2014	2015	Moyenne annuelle		
Réductions d'émissions mondiales	Éthanol	191 \$	216 \$	295 \$	252 \$	238 \$		
	Biodiesel	630 \$	554 \$	450 \$	749 \$	596 \$		
Réductions d'émissions canadiennes	Éthanol	263 \$	243 \$	330 \$	300 \$	284 \$		
	Biodiesel	194 \$	116 \$	143 \$	302 \$	189 \$		

réduisent beaucoup moins efficacement les émissions, et que le coût par tonne des réductions est nettement plus élevé si l'intensité carbone d'un cycle de vie est supérieure à celle du modèle GHGenius.

3.6 RÉSUMÉ

Selon nos principales estimations, les politiques canadiennes sur les biocarburants ont généré en moyenne des réductions d'émissions avoisinant 3 Mt par année, soit 1,5 % du total des émissions des véhicules de transport. Elles indiquent aussi que ces réductions ont coûté très cher, soit en moyenne 180 à 185 \$ la tonne pour l'éthanol et 128 à 165 \$ la tonne pour le biodiesel.

Par rapport au coût social du carbone ou à celui des réductions générées par la tarification du carbone, nos politiques sur les biocarburants constituent donc un moyen très coûteux de réduire les émissions. Si l'efficacité des politiques sur le biodiesel en termes de réductions est supérieure à celle des politiques sur l'éthanol, les deux séries de politiques sont plus coûteuses comparativement à d'autres approches. (Signalons ici que nos estimations ne couvrent pas les années 2008-2011, période où les coûts budgétaires des programmes gouvernementaux étaient plus élevés que ces dernières années et les réductions d'émissions moins importantes.)

De plus, nos estimations pourraient être de limite inférieure puisqu'elles reposent sur des intensités carbone nettement moindres que celles d'autres estimations. En utilisant les valeurs d'intensité de modèles différents, la quantité des réductions baisse considérablement, alors même que bondit le coût par tonne de ces réductions. Dans ce cas, le coût estimatif des politiques sur l'éthanol varie de 238 à 284 \$ la tonne, celui des politiques sur le biodiesel de 189 à 596 \$. Selon ces nouvelles estimations, les politiques sur le biodiesel ne sont pas nécessairement plus efficaces que les politiques sur l'éthanol : en fait, elles pourraient être plus de deux fois plus coûteuses.

En outre, l'éventuel retrait des subventions à la production pourrait mettre en concurrence les trois objectifs de réduction efficace des émissions, d'aide au développement rural et de mise au point de technologies avancées en matière de biocarburants. Notre analyse montre que les gouvernements du pays pourraient subir des pressions en vue de renouveler leurs subventions en appui à ces objectifs, même au prix de coûteuses réductions d'émissions. Nous examinons dans la Section 5 l'évolution actuelle du contexte national et son incidence sur la politique climatique du pays.

²⁶ Bien que ces nouvelles valeurs d'intensité carbone soient toutes plus élevées que celles de nos principales estimations, les hausses d'intensité carbone varient entre l'éthanol et le biodiesel. En général, ces hausses sont beaucoup plus fortes pour le biodiesel, ce qui explique que le coût des politiques sur le biodiesel augmente par une plus grande marge que celui des politiques sur l'éthanol.



4 ÉVALUATION DES AUTRES OBJECTIFS DES POLITIQUES SUR LES BIOCARBURANTS

Nos politiques sur les biocarburants sont un moyen particulièrement coûteux de réduire les émissions de GES, mais elles visaient aussi trois autres objectifs au moment de leur adoption : améliorer les possibilités économiques des régions rurales, réduire la pollution atmosphérique et accélérer le développement des technologies de pointe en matière de biocarburants. Peu de données probantes indiquent toutefois qu'elles ont contribué à leur réalisation.

4.1 AMÉLIORER LES POSSIBILITÉS ÉCONOMIQUES DES RÉGIONS RURALES

Tant pour Ottawa que les provinces, le développement économique des collectivités rurales était un objectif clé des politiques sur les biocarburants (Le Roy et Klein, 2012). Il s'agissait de soutenir les agriculteurs et les producteurs de biocarburants, mais plus généralement de stimuler l'activité économique au profit des collectivités. Les entreprises de distillation et de raffinage, même si la plupart se trouvent en milieu urbain, devaient aussi tirer parti de mesures de soutien à la production et à la consommation de biocarburants.

Au Canada, la quasi-totalité de l'éthanol et la majorité du biodiesel proviennent de cultures agricoles, ce qui crée des liens étroits entre les agriculteurs et l'industrie des biocarburants. C'est ainsi que la Stratégie des carburants renouvelables d'Ottawa avait notamment pour but d'accroître les revenus et de diversifier les risques des producteurs agricoles (RNCAN, 2016b; USDA, 2015). Certains programmes visaient même à intégrer les composantes de culture agricole et de traitement de la production des biocarburants en vue d'aider les agriculteurs à posséder et exploiter leurs propres raffineries (p. ex. le programme fédéral d'écoagriculture).

Mais contrairement à l'objectif de réduction d'émissions (voir la précédente section), qui s'accompagnait de cibles bien précises, l'objectif de développement économique des régions rurales est défini en termes très vagues. D'où la difficulté d'établir les progrès accomplis en vertu des politiques sur les biocarburants.

Nos politiques sur les biocarburants ont produit de faibles avantages économiques en région rurale

Nombre de données indiquent qu'à l'échelle mondiale, les politiques sur les biocarburants ont effectivement stimulé le développement des régions rurales de nombreux pays. Elles ont procuré aux agriculteurs des avantages économiques par le biais de subventions à la production et d'une demande minimale de matières premières. En stimulant la demande internationale, les mandats pour carburants renouvelables ont aussi fait augmenter les prix mondiaux de grains de première nécessité comme le maïs et le blé (OCDE *et al.*, 2011; USDA, 2014), ce qui a profité aux agriculteurs qui les cultivent. Ces hausses de prix sont en grande partie attribuables aux politiques sur les biocarburants de pays et territoires assez importants pour influencer sur les marchés mondiaux, notamment les États-Unis, le Brésil et l'Union

européenne²⁷. Mais ces politiques mondiales ont aussi de sérieux inconvénients, ayant notamment créé des distorsions sur les marchés agricoles, comme on l'explique dans l'Encadré 6 consacré aux répercussions planétaires des subventions liées aux biocarburants.

Les mêmes données indiquent toutefois qu'à l'échelle canadienne, nos politiques ont eu une incidence limitée sur les revenus des agriculteurs (Laan *et al.*, 2011), ce qui s'explique surtout par la faible présence canadienne sur les marchés agricoles internationaux. Nos politiques sont ainsi peu susceptibles d'influer sur les prix mondiaux des matières premières agricoles (AAC, 2011; Le Roy et Klein, 2012). Selon les prévisions initiales d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, les mandats fédéraux pour biocarburants feraient augmenter de 0,7 % seulement les revenus du secteur des cultures (Environnement Canada, 2010).

Si les politiques sur les biocarburants peuvent profiter à certains agriculteurs et producteurs de biocarburants, elles ont aussi des effets négatifs sur l'économie

Pour expliquer cette faible incidence sur l'ensemble des revenus agricoles, on peut aussi supposer que la production accrue des matières premières des biocarburants est neutralisée par une moindre production des cultures agricoles d'autres secteurs (AAC, 2011). On prévoyait notamment que nos politiques causeraient des pertes dans le secteur de l'élevage en raison d'une hausse des prix de la moulée (Environnement Canada, 2010). Quoiqu'il en soit, le secteur agricole n'a récolté que de minces avantages nets. Signalons que cette estimation ne tient pas compte des avantages d'une meilleure prévisibilité pour les agriculteurs, qui profitent d'un marché garanti pour certaines de leurs cultures.

Même en reconnaissant que nos politiques procurent des avantages minimes aux agriculteurs qui cultivent les matières premières des

Encadré 6 : Effets de distorsion des politiques mondiales sur les biocarburants

Mis à part les faibles avantages dont profitent les agriculteurs qui cultivent les matières premières des biocarburants, l'incidence économique globale des politiques sur les biocarburants est pour le moins incertaine. En général, la hausse du prix des produits de base qu'elles suscitent se traduit par des prix alimentaires plus élevés, ce qui est particulièrement préjudiciable aux régions pauvres du globe (Wright, 2014). L'affectation des terres à la production de carburants plutôt que d'aliments a ainsi provoqué un débat mondial « aliments contre carburants » qui met en relief d'importants enjeux éthiques et moraux.

Plus de 80 % de l'approvisionnement alimentaire mondial est dérivé de grains (Adusumilli *et al.*, 2016), ce qui fait de toute concurrence entre calories d'aliments et de combustibles un enjeu déterminant. Selon un rapport de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) *et al.* (2011), les mandats pour biocarburants ont fait diminuer le total des calories accessibles à la consommation humaine, surtout dans les pays à faible revenu. De même, le USDA (2014) prévoit qu'en dépit de sa faible incidence sur les prix alimentaires aux États-Unis, la hausse du prix des produits de base sera plus importante dans les pays pauvres, où les matières premières servant aux biocarburants constituent des biens de première nécessité.

Les gains économiques que procure aux agriculteurs le prix plus élevé des cultures sont aussi partiellement neutralisés par l'incidence des prix sur d'autres segments de la chaîne d'approvisionnement. Par exemple, une demande accrue de matières premières pour biocarburants peut faire augmenter la demande (et le prix) d'autres produits agricoles comme les engrais, les pesticides et les terres (Le Roy et Klein, 2012).

La hausse du prix mondial des produits de base a été particulièrement préjudiciable aux éleveurs d'animaux de ferme, même dans les pays riches. Selon Fridfinnson et Rude (2009), par exemple, les politiques mondiales sur les

²⁷ La hausse des prix mondiaux suscitée par les politiques internationales sur les biocarburants pourrait aussi avoir entraîné la diminution du soutien du Canada à ses agriculteurs. C'est ainsi que de 2007 à 2014, période d'application intensive de nos politiques, les paiements nets de transfert direct au secteur agricole ont reculé de 67 % (Statistique Canada, 2016b).

Encadré 6 suite

biocarburants ont fait augmenter de 28 % les prix du grain entier, du blé et des oléagineux payés par les éleveurs canadiens de 2005 à 2015. Les gains générés par les coproduits fabriqués par les usines de biocarburants ont en partie compensé certaines hausses de prix, mais les données indiquent que la production de bétail a globalement reculé, même en tenant compte de ces gains (USDA, 2014). Quoique difficiles à chiffrer, ces pertes subies par l'industrie du bétail peuvent être considérables (Grier *et al.*, 2012).

À long terme, l'amélioration du rendement des cultures contribuera sûrement à minimiser ces effets, mais les gains de productivité n'ont rien de miraculeux. La croissance démographique, la demande accrue en protéines et la hausse des taux d'urbanisation exercent déjà des pressions sur des écosystèmes locaux et certaines ressources agricoles (FAO *et al.*, 2011). Et toute augmentation de la consommation des biocarburants de première génération ajoutera sûrement à ces pressions.

S'appuyant sur l'ensemble de ces raisons, une étude de l'OCDE (2008) conclut ainsi à l'inefficacité des politiques sur les biocarburants en matière de soutien aux régions rurales, même si elles produisent quelques avantages spécifiques pour certains groupes particuliers.

biocarburants, l'analyse d'Environnement Canada (2010) indique que les coûts d'une des plus importantes politiques — les mandats pour carburants renouvelables — sont supérieurs à ses avantages.

Avant la mise en œuvre des mandats fédéraux pour biocarburants renouvelables en 2010, Environnement Canada a mené une analyse de rendement du nouveau règlement pour en évaluer les effets sur la période 2010-2034. Pour ce qui est uniquement des réductions d'émissions, ses avantages nets s'établissaient à 560 millions \$ en supposant un prix carbone de 25 \$ la tonne. Mais les coûts d'application du règlement, près de quatre fois supérieurs, étaient estimés à 1,9 milliard \$. Plus du tiers de ces coûts seraient assumés par les producteurs de pétrole (pour les mises à niveau et les modifications nécessaires à la distribution et au mélange des biocarburants), le reste par les consommateurs. L'année suivante, en 2011, Environnement Canada a mené une analyse semblable sur les mandats relatifs aux carburants diesel, qui a également conclu à d'importants coûts nets (soit 2,4 milliards \$ sur 25 ans en valeur actualisée nette).

Certains problèmes méthodologiques ont empêché de mesurer précisément tous les impacts économiques directs et indirects des politiques sur les biocarburants. Ainsi les études canadiennes reposent souvent sur des approches analytiques qui en surestiment les avantages et sous-estiment (ou négligent) un vaste éventail de coûts (Swenson, 2006; Tombe, 2016).

4.2 RÉDUIRE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

Le secteur des transports est l'une des principales sources de pollution atmosphérique au Canada (ECCC, 2016d). Provenant en grande partie de l'extraction, du raffinage et de la combustion des combustibles fossiles, cette pollution présente d'importants risques pour la santé qui vont des troubles respiratoires aux maladies cardiovasculaires en passant par les cancers et les décès prématurés (Santé Canada, 2010). Cette exposition aux polluants se traduit à divers niveaux par une hausse des coûts liés aux soins de santé, une moindre productivité et une réduction du bien-être²⁸.

Certains gouvernements ont adopté des politiques sur les biocarburants pour réduire la pollution atmosphérique. C'est le cas de l'Ontario, dont les politiques sur l'éthanol et le biodiesel visaient tout particulièrement cet objectif (Gouvernement de l'Ontario, 2006, 2016a). L'amélioration de la qualité de l'air figure aussi parmi les nombreux objectifs de la Stratégie de bioénergie de la Colombie-Britannique (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2008).

Rien ne confirme que les biocarburants aident à réduire la pollution atmosphérique

Les effets sur la santé des mélanges de pétrole avec de l'éthanol et du biodiesel dépendent surtout de la prise en compte du cycle de vie complet de la production des biocarburants. Si l'on s'en tient à la seule combustion, l'éthanol et le biodiesel émettent en général de plus faibles taux de contaminants atmosphériques que l'essence

²⁸ Voici ces principaux polluants : dioxyde d'azote, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone, matières particulaires, composés organiques volatils, oxygène triatomique, buta-1,3-diène, benzène et aldéhydes.

Tableau 12 : Impacts de la production et de la combustion des biocarburants sur la pollution atmosphérique	
	Impacts sur la pollution atmosphérique
Éthanol	<ul style="list-style-type: none"> Par rapport à la combustion d'essence classique, estime Santé Canada (2010), le fait de mélanger 10 % d'éthanol à l'essence réduit l'intensité d'émission du monoxyde de carbone, des composés organiques volatils, du benzène, du buta-1,3-diène et des matières particulaires. Mais son étude montre aussi que ce mélange d'éthanol fait augmenter de 118 à 137 % les émissions d'aldéhyde acétique, un composé figurant sur la liste des substances potentiellement cancérigènes de l'EPA (2015). Par rapport à l'essence, les biocarburants classiques (surtout l'éthanol dérivé du maïs) pourraient en fait accroître la concentration de plusieurs polluants une fois prises en compte les émissions de tout un cycle de vie (Delucchi, 2006). Une analyse des émissions générées par l'éthanol de maïs aux États-Unis (Hill <i>et al.</i>, 2009) montre qu'il émet plusieurs fois la quantité d'oxyde d'azote, de matières particulaires, de dioxyde de soufre et d'ammoniac émise par l'essence lorsque sa production est alimentée à partir de gaz naturel ou de charbon. Même quand l'éthanol de maïs est produit de façon plus propre et plus écoénergétique (avec moins d'engrais, un meilleur rendement des cultures ou une conversion améliorée), il génère tout simplement la même quantité d'émissions que l'essence.
Biodiesel	<ul style="list-style-type: none"> Une analyse d'impact de Santé Canada (2012), qui prend en compte tout le cycle de vie des mélanges biodiesel-diesel, a comparé des mélanges de 5 et 20 % avec un diesel à très faible teneur en soufre. Au point de combustion, ces deux mélanges permettent de réduire les niveaux de monoxyde de carbone et de composés organiques volatils, mais ils font augmenter les niveaux de dioxyde d'azote. D'autres études font état de réductions analogues de monoxyde de carbone, de dioxyde de soufre, de matières particulaires et de composés aromatiques et poly-aromatiques (McCormick, 2007; Speight et Singh, 2014). Mais la production en amont de biodiesel pourrait générer davantage de polluants. Par rapport au diesel classique, montre une étude de Santé Canada (2012), la culture et le raffinage des matières premières du biodiesel pourrait ainsi émettre une plus grande quantité de matières particulaires, de dioxyde d'azote et de composés organiques volatils (en g/gigajoule et g/km).

et le diesel, ce qui atténue les risques pour la santé humaine (Santé Canada, 2012; Knoll *et al.*, 2009). Mais à l'échelle de l'ensemble du cycle de vie, qui tient compte des polluants émis par la culture, la récolte, le traitement et le transport de l'éthanol et du biodiesel, les politiques sur les biocarburants pourraient en fait accroître les émissions de plusieurs polluants atmosphériques.

Le Tableau 12 donne un aperçu des profils d'émission de ces deux biocarburants. À noter que la recherche n'a pas encore clairement établi l'impact global de certains polluants en matière d'émissions.

Le mélange de faibles taux de biocarburants produit des avantages négligeables en matière de santé

Les taux de mélange des biocarburants aux carburants à base de pétrole varient en moyenne de 2 à 7 %. Or, même si l'utilisation d'éthanol et de biodiesel pouvait favoriser une meilleure qualité de l'air, ces taux sont trop faibles pour avoir un effet repérable (Santé Canada, 2010, 2012). Aussi faudrait-il approfondir la recherche sur la question, en tenant compte de la situation du Canada mais également des émissions de tout le cycle de vie des biocarburants et de leurs effets sanitaires.

4.3 ACCÉLÉRER LE DÉVELOPPEMENT DES NOUVELLES TECHNOLOGIES EN MATIÈRE DE BIOCARBURANTS

La transition des biocarburants de première génération à la génération suivante figure parmi les objectifs à long terme des politiques canadiennes. De fait, malgré leurs coûts de production plus élevés, les biocarburants de prochaine génération ont souvent un meilleur profil écologique et reposent sur des matières premières non alimentaires, ce qui évite le difficile choix à faire entre « aliments et carburants » qu'imposent les biocarburants actuels (voir l'Encadré 6). Ottawa a fait de cet objectif une priorité explicite de son Programme écoÉnergie, qui vise à « accélérer la commercialisation des nouvelles technologies en matière de biocarburants » (RNCAN, 2014). Même si les parts de marché des biocarburants de prochaine génération sont aujourd'hui négligeables, les politiques gouvernementales ont grandement contribué au financement de la R-D de nouvelles technologies.

Nos politiques visaient à aider l'industrie en réduisant les risques et les barrières commerciales

Plusieurs des politiques canadiennes axées sur l'offre ciblent les biocarburants de prochaine génération, surtout à l'étape de la R-D (voir le Tableau 2). Des programmes gouvernementaux comme le Fonds de biocarburants ProGen offrent ainsi une aide financière et matérielle pour surmonter les difficultés liées aux technologies à haut risque et à forte intensité de capital.

Ces programmes misent sur la commercialisation de nouvelles technologies qui pourront un jour s'imposer sur le marché sans soutien public. L'ensemble de la société profiterait alors de ces avancées, surtout si elles s'étendent à d'autres secteurs par l'« effet d'entraînement » dont parlent les économistes (Jaffe *et al.*, 2005). Pour ce qui est des biocarburants et des émissions, le perfectionnement des technologies pourrait produire des carburants plus compétitifs dont on peut réduire les émissions à moindre coût, comme le veut l'argument d'« industrie naissante » qui sert à légitimer les politiques publiques d'innovation dans plusieurs autres secteurs.

Il reste à déterminer si ces biocarburants de prochaine génération seront effectivement mis au point et adoptés dans un avenir prévisible. Car les progrès techniques se font attendre, au Canada comme à l'étranger, bien que gouvernements et chercheurs restent optimistes. Selon les prévisions actuelles, les biocarburants de prochaine génération devraient en effet accaparer la part du lion d'une demande de plus en plus forte, alors que l'obsolescence des biocarburants de première génération est annoncée à l'horizon 2040 (AIE, 2011). Mais comme toutes les prévisions, celles-ci restent tributaires d'un ensemble de politiques et de facteurs qui touchent les marchés énergétiques mondiaux.

Les politiques actuelles pourraient avoir freiné le développement des biocarburants de prochaine génération

En dépit d'investissements considérables, le développement des biocarburants de prochaine génération évolue très lentement au Canada²⁹. Mais les progrès tardent aussi ailleurs dans le monde : partout, les mêmes obstacles économiques et technologiques en freinent l'expansion (Campbell *et al.*, 2016). Certaines méthodes

de pointe ont fait l'objet de démonstrations à petite échelle, comme la production d'éthanol à partir des déchets de bois, mais les biocarburants de prochaine génération sont encore trop coûteux pour faire concurrence à ceux de première génération et aux carburants à base de pétrole. Le traitement de leurs matières premières, qu'il s'agisse d'algues ou de déchets de bois, est aussi exigeant en énergie qu'en investissements et implique de grands risques technologiques. Il est de surcroît très difficile d'assurer la disponibilité des matières premières indispensables à une production à grande échelle (Le Roy et Klein, 2012; Stephen *et al.*, 2011). Simplement en termes de prix, conclut une récente étude, il faudra attendre au moins jusqu'en 2020 pour que l'éthanol cellulosique puisse concurrencer l'éthanol de maïs au Canada (Stephen *et al.*, 2013).

Certaines subventions fédérales et provinciales visaient spécifiquement la mise au point des biocarburants de prochaine génération, mais leur versement accuse passablement de retard. Principal programme de soutien fédéral en la matière, le Fonds de biocarburants ProGena (administré par Technologies du développement durable Canada) est ainsi doté de 500 millions \$ pour la période 2007-2027 mais n'a versé à ce jour que 66 millions (RNCAN, 2016c). On peut se demander si ce faible investissement ne traduirait pas un manque de débouchés commerciaux.

On peut aussi se demander si les mandats pour carburants renouvelables n'ont pas freiné leur développement. Au Canada, presque tous ces mandats fixent des volumes précis de biocarburants renouvelables à utiliser, peu importe leur intensité carbone, à l'exception notable de la Norme de carburant à faible teneur en carbone de la Colombie-Britannique et du Règlement sur le carburant diesel plus écologique de l'Ontario, qui reposent sur l'intensité d'émission des carburants (Laan *et al.*, 2011). C'est ainsi qu'involontairement, la plupart des mandats ont favorisé les carburants meilleur marché à plus grande empreinte carbone, c'est-à-dire les biocarburants de première génération. En quelque sorte, les mandats actuels pourraient ainsi contribuer à l'« éviction » des biocarburants de prochaine génération.

La recherche sur ce phénomène est pour l'instant concentrée au Canada, bien qu'elle commence à intéresser les États-Unis. Selon De La Torre Ugarte et English (2015), par exemple, les politiques

²⁹ On trouve à Edmonton l'une des premières usines canadiennes de biocarburants, détenue et exploitée par Enerkem. Cette usine de pointe, conçue pour transformer en éthanol les déchets solides municipaux, a profité d'une aide de 29 millions \$ du gouvernement de l'Alberta et de la Ville d'Edmonton (Ville d'Edmonton, 2014). Mais elle ne produit toujours pas d'éthanol malgré une capacité nominale de 38 millions de litres, Enerkem ayant plutôt choisi d'y fabriquer des produits chimiques plus rentables comme le méthanol et le dioxyde de carbone, dont les prix sont plus élevés que ceux de l'éthanol (USDA, 2015).

américaines (semblables aux nôtres) ont créé en faveur des biocarburants d'origine agricole une incitation prépondérante qui a détourné les investissements des biocarburants de prochaine génération. De même, une étude du Environmental Working Group soutient que les politiques américaines ont privilégié les biocarburants de première génération au détriment des carburants de remplacement à faible teneur en carbone (Cassidy, 2015).

Les deux objectifs d'aide aux régions rurales et de développement des biocarburants de prochaine génération sont-ils incompatibles ?

L'objectif d'accélération du développement des biocarburants de prochaine génération pourrait contrecarrer celui du soutien

économique aux régions rurales. Si l'on vise prioritairement à réduire les émissions, la commercialisation et la valorisation des biocarburants de prochaine génération tirés de résidus de bois ou de déchets est le moyen le plus efficace d'y arriver (voir l'Annexe A). Mais si on fait ainsi baisser la production des biocarburants de première génération, on risque de supprimer toute forme d'avantages dont profitent les agriculteurs. Jusqu'ici, aucun gouvernement du pays n'a pris la pleine mesure de l'éventuelle incompatibilité des deux objectifs.



5 LES BIOCARBURANTS À L'HEURE D'UN NOUVEAU CONTEXTE NATIONAL

Lorsqu'on a intensifié leur application au milieu des années 2000, les politiques sur les biocarburants semblaient un moyen concret de créer des avantages dont profiteraient à la fois les agriculteurs, les producteurs et l'environnement. Mais le contexte national a depuis sensiblement évolué.

D'abord, nous disposons aujourd'hui de meilleures données qu'il y a dix ans. Or, elles indiquent que ces politiques n'ont pas produit les résultats attendus. Nous avons vu à la Section 3 qu'elles aident à réduire les émissions de GES, comme le prévoit leur premier objectif, mais à un coût nettement plus élevé que d'autres approches. Elles n'ont cependant pas rempli de façon probante leurs trois autres objectifs, comme nous le mettons en évidence à la Section 4.

Ensuite, le contexte dans lequel nous les avons adoptées a changé avec l'application d'autres moyens d'action. En particulier, Ottawa et certaines provinces ont mis en œuvre différentes politiques climatiques visant à réduire leurs émissions. C'est le cas de la tarification du carbone, par exemple, qui gagne en importance partout au pays. Étant donné l'ampleur des défis à relever pour décarboniser notre économie afin d'éviter les coûteuses répercussions du changement climatique, les politiques actuelles privilégient ainsi les moyens de réduire au meilleur coût possible une quantité maximale d'émissions.

C'est à la lumière de ce contexte en pleine évolution que nous examinons dans cette section l'intérêt des politiques sur les biocarburants en matière de réductions, seul aspect où elles ont obtenu des succès mesurables (quoique coûteux). Dans quelle mesure les nouvelles politiques de tarification du carbone sont-elles

plus efficaces pour réduire les émissions ? Les politiques sur les biocarburants peuvent-elles renforcer l'efficacité de la tarification du carbone ? C'est à ces questions plus générales que nous tentons maintenant de répondre.

5.1 LA TARIFICATION DU CARBONE AU CANADA

Plusieurs gouvernements du pays ont pris d'importantes mesures de lutte contre le changement climatique depuis l'adoption des premières politiques sur les biocarburants, au milieu des années 2000. C'est ainsi qu'Ottawa s'est engagé à réduire d'ici à 2030 les émissions de GES de 30 % par rapport à leur niveau de 2005, et que les provinces se sont fixé des cibles analogues.

De plus en plus de provinces se tournent vers la tarification du carbone

Déjà, une série de mesures ont été adoptées en vue d'atteindre ces cibles. Quatre provinces ont ainsi mis en œuvre un système de tarification du carbone, si bien qu'environ 60 % des émissions canadiennes seront assujetties dès 2017 à un prix carbone. D'autres provinces progressent dans l'élaboration de leurs propres systèmes, et Ottawa a clairement annoncé son intention d'établir la tarification du carbone à l'échelle du pays.

La tarification du carbone constitue une approche efficiente de réduction des émissions

La tarification du carbone incite à l'utilisation de technologies réductrices d'émissions dans de nombreux secteurs de l'économie. Sa portée et sa flexibilité en font aussi l'approche la plus efficiente à cet égard. Pour que le Canada puisse atteindre ses cibles et contribuer aux réductions mondiales, il doit réduire ses émissions à toutes les sources et non seulement dans le secteur des transports. Rappelons que son objectif global est de les réduire au moindre coût. Or, selon la rigueur des différentes politiques de tarification, ces réductions plus efficientes pourraient d'abord émaner d'autres secteurs. C'est ainsi qu'en présence d'un prix carbone, les biocarburants destinés aux transports pourraient être utilisés seulement lorsqu'on aura démontré leur efficience.

En l'absence de prix carbone, on pourrait toutefois justifier leur application comme mesure de « second choix ». Même plus coûteuses, elles pourraient se révéler intéressantes en cas de contraintes politiques ou pour surmonter certains obstacles commerciaux. Mais à l'heure où le Canada s'oriente vers une politique globalement plus efficiente, dans quelle mesure avons-nous encore besoin de politiques qui ciblent expressément les biocarburants ?

5.2 LE RÔLE DES MESURES COMPLÉMENTAIRES

La tarification du carbone pourrait évidemment s'accompagner de mesures complémentaires. Certains prétendent que le secteur des transports pourrait bénéficier de telles mesures, mais leur raisonnement n'est pas toujours bien étayé (Lade et Lawell, 2015a; Flachsland *et al.*, 2011; Rubin et Leiby, 2013).

Le secteur des transports mettra un certain temps à s'adapter à la tarification du carbone

Malgré ses avantages, la tarification du carbone n'est pas exempte de lacunes. En particulier, elle pourrait avoir peu d'effet à court terme sur les réductions d'émissions du secteur des transports, surtout à cause de la rareté des options de remplacement à faible teneur en carbone (Rubin et Leiby, 2013).

Contrairement à d'autres domaines économiques où les énergies propres et renouvelables ont gagné d'importantes parts de marché, les combustibles fossiles restent la principale source de carburant dans le secteur des transports, soit à hauteur de 93 % (AIE, 2014). De fait, peu de carburants à faible teneur en carbone offrent les mêmes avantages que les carburants à base de pétrole, à savoir une forte densité énergétique, une grande fiabilité et des coûts relativement

abordables. Des avantages qui rendent particulièrement difficile l'adoption de technologies propres pour le transport par véhicules lourds comme les camions de marchandises et les avions de gros tonnage. Bref, tout indique qu'il en coûterait plus cher de réduire les émissions du secteur des transports que celles des autres secteurs de l'économie (Lutsey et Sperling, 2009; Kopp *et al.*, 2012; Yeh et Sperling, 2010).

Mais cette rareté des options pourrait simplement indiquer qu'il sera plus complexe et plus coûteux de réduire à court terme les émissions du secteur des transports. Car, à plus long terme, la hausse progressive des prix carbone pourrait inciter les innovateurs à concevoir et à commercialiser des solutions, qu'il s'agisse de véhicules électriques, de moteur au gaz naturel comprimé ou de piles à hydrogène. On prévoit ainsi que le secteur s'adaptera aux prix carbone au fur et à mesure de l'évolution des technologies et du renouvellement du parc de véhicules.

Les difficultés d'adaptation du secteur des transports pourraient justifier l'adoption de mesures complémentaires

Si le secteur des transports met trop de temps à s'adapter à la tarification du carbone pour générer les réductions escomptées, ce sera peut-être en raison d'un prix carbone trop faible et peu incitatif. Mais ce retard pourrait aussi s'expliquer par d'autres difficultés et certains obstacles commerciaux (Brunner *et al.*, 2012; Holland *et al.*, 2009; Twomey, 2012). Le cas échéant, des mesures complémentaires pourraient se révéler efficientes (Gerlagh et van der Zwaan, 2006; Jaffe *et al.*, 2005; Fischer, 2009; Fischer et Newell, 2008). Deux types d'obstacles méritent ici d'être examinés.

Premièrement, l'infrastructure routière et de ravitaillement en carburant contribuent fortement à l'incertitude entourant le développement de nouvelles technologies de transport et leurs gains potentiels. Cette infrastructure peut en effet « verrouiller » un certain nombre de technologies pendant des décennies en leur procurant un réseau porteur d'avantages et d'économies d'échelle. Et comme l'infrastructure de soutien aux carburants à base de pétrole est profondément ancrée dans des réseaux de transport locaux, régionaux et mondiaux, il devient très difficile pour les nouvelles technologies de pénétrer le marché automobile et celui des carburants³⁰.

Deuxièmement, certaines défaillances gouvernementales, comme l'absence d'indications claires sur l'évolution des prix carbone, pourraient avoir dissuadé les constructeurs automobiles de concevoir des véhicules innovants et peu polluants (Brunner *et*

³⁰ Ce qui explique notamment l'intérêt des biocarburants comme carburants à faible teneur en carbone par rapport à l'électricité, au gaz naturel ou à l'hydrogène, dont l'essentiel de l'infrastructure est déjà compatible.

al., 2012). La question s'applique évidemment à tous les secteurs et à toutes les sources d'émissions, mais elle pourrait se révéler particulièrement coûteuse dans le domaine des transports étant donné la rareté des options et les prix carbone élevés nécessaires à la décarbonisation du secteur. Or, nous ne pourrions mener à bien les vastes réductions requises à long terme sans que le secteur des transports ne réduise ses propres émissions.

La R-D est essentielle au déploiement des technologies de transport à faible teneur en carbone

Au-delà des barrières commerciales propres au secteur des transports, la dynamique des « transferts de connaissances » peut aussi constituer dans tous les secteurs un obstacle à l'innovation. Les connaissances sont un bien public reproductible sur lequel peuvent miser des entreprises concurrentes pour développer de nouvelles technologies. Et les transferts de connaissances profitent à toute la société lorsqu'ils favorisent les progrès techniques et la diffusion de l'information. Mais ils peuvent aussi dissuader les entreprises d'investir pleinement dans la recherche-développement qui produira justement ces connaissances (Jaffe *et al.*, 2005; Popp, 2016).

Toute décision d'investissement en R-D s'appuie sur une promesse d'innovation et de rendement (Clancy et Moschini, 2015). Le développement de nouvelles technologies nécessite souvent une importante R-D pour qui souhaite progresser sur une courbe d'apprentissage semée de défis. Et si les coûts des technologies efficaces tendent à diminuer au fil du temps, il est difficile pour une entreprise de s'approprier les avantages de cette R-D. Si elles ne sont pas assurées du rendement de leur investissement, ou si les gains attendus sont trop incertains, les entreprises se contenteront d'un minimum de R-D. Or, c'est l'ensemble de la société qui paie le prix d'une R-D insuffisante.

C'est pourquoi il est souvent justifié d'accorder au secteur privé un financement public axé sur l'investissement en R-D (Acemoglu *et al.*, 2016; Gerlagh et van der Zwaan, 2006; Popp, 2016). Pour ce qui est notamment du secteur des transports, ce soutien public pourrait accélérer la découverte, la mise au point et le déploiement de nouvelles technologies à faible teneur en carbone (Egenhofer *et al.*, 2016; Moorhouse et Wolinetz, 2016). Il pourrait aussi compléter d'autres politiques climatiques (comme la tarification du carbone ou les normes de rendement flexibles) en générant à plus long terme des réductions à moindre coût.

5.3 LES NORMES DE RENDEMENT FLEXIBLES : UNE MESURE COMPLÉMENTAIRE PROMETTEUSE

Même s'il peut être justifié d'adopter de nouvelles politiques de réduction d'émissions dans le secteur des transports, notre analyse de la Section 3 montre que nos politiques sur les biocarburants sont très coûteuses. Certaines options de remplacement — souvent appelées « normes de rendement flexibles » — pourraient toutefois favoriser à moindre coût le développement et l'utilisation de carburants et de véhicules à faible teneur en carbone.

Les mesures axées sur le rendement peuvent réduire les émissions et stimuler l'innovation

Déjà mises en œuvre en plusieurs endroits, les normes de rendement flexibles peuvent créer des incitations directes et soutenues au développement et à l'utilisation de technologies à faible teneur en carbone, par exemple les véhicules zéro émission et les biocarburants de prochaine génération. Elles établissent en général un point de référence en matière d'émissions que doivent respecter les entreprises réglementées (constructeurs automobiles ou fournisseurs de carburants). La rigueur de ces normes augmente graduellement afin d'accroître les réductions et stimuler constamment l'innovation (Lade et Lawell, 2015a). Leur flexibilité est assurée par la création d'un marché dans lequel les entreprises qui dépassent les normes engrangent des crédits qu'elles peuvent vendre à celles qui ne les respectent pas.

Deux types de normes de rendement flexibles pourraient avantageusement remplacer nos politiques actuelles sur les biocarburants : les normes d'émissions des véhicules et les normes de carburants à faible teneur en carbone. Nous évaluons séparément leurs avantages et inconvénients respectifs, mais il est aussi possible de les examiner globalement. Dans les deux cas, la production et l'utilisation des biocarburants dépendront de leur capacité de réduire les émissions à moindre coût par rapport aux carburants de remplacement.

En appui aux technologies émergentes, on peut tout à fait concevoir des *normes d'émissions des véhicules flexibles* en évitant qu'elles soient technologiquement prescriptives. Bien qu'elles s'apparentent aux normes d'efficacité des véhicules, ces normes ciblent directement les émissions au lieu de réglementer l'amélioration du kilométrage, ce que permettent les technologies actuelles de combustibles fossiles³¹. En Californie, les normes

³¹ Une autre option consiste à renforcer les normes actuelles d'efficacité pour les véhicules légers et utilitaires lourds, ce qui nécessite que les véhicules des constructeurs automobiles respectent en moyenne une certaine norme de rendement du carburant. Mais comme les normes de rendement visaient une meilleure efficacité des véhicules, les seuils de kilométrage n'ont guère favorisé le développement de technologies innovantes susceptibles de remplacer les moteurs à combustion interne et les carburants à base de pétrole.

Zero Emission Vehicle (ZEV) et Partial Zero Emission Vehicle (PZEV) imposent ainsi aux constructeurs automobiles d'accroître la proportion de leurs véhicules respectant deux seuils distincts d'intensité d'émission³². Mais elles restent flexibles, puisqu'elles leur laissent le choix des technologies pour remplir cette exigence (véhicules électriques ou hybrides, biocarburants, piles à hydrogène, gaz naturel comprimé, etc.). Elles prévoient aussi des mécanismes d'échange pour minimiser l'ensemble des coûts, certains constructeurs pouvant fabriquer plus de véhicules à faible teneur en carbone, d'autres moins.

Pour favoriser l'amélioration des carburants de transport, les *normes de carburant à faible teneur en carbone* (ou LCFS, pour *Low Carbon Fuel Standards*) imposent aux fournisseurs de réduire l'intensité carbone moyenne de leurs carburants. En Colombie-Britannique, par exemple, cette norme de rendement s'applique à tous les carburants — hydrocarbures, biocarburants, hydrogène, électricité et gaz naturel — et repose sur les émissions de chacun de leur cycle de vie. Les crédits de conformité échangeables sont plus élevés pour les carburants à moindre intensité d'émission sur tout un cycle de vie, et cette forme d'échange favorise les producteurs innovants qui adoptent des options à moindre coût et à faible teneur en carbone (Yeh et Sperling, 2010). Précisons que ces normes de la Colombie-Britannique et de la Californie visent une réduction de 10 % de l'intensité carbone des carburants d'ici à 2020 (par rapport aux niveaux de 2010).

Le coût des normes de rendement flexibles peut être inférieur à celui des mandats pour carburants renouvelables

La comparaison entre les normes de carburants à faible teneur en carbone (LCFS) et les mandats pour carburants renouvelables est particulièrement révélatrice. Tels qu'ils sont appliqués au Canada, ces mandats imposent aux producteurs de mélanger à leurs carburants un taux précis d'éthanol et de biodiesel, mais sans faire aucune distinction entre biocarburants à forte et à faible teneur en carbone. En revanche, les LCFS permettent aux producteurs de choisir le carburant qui minimisera leurs coûts tout en respectant les normes.

Selon Chen *et al.* (2014), les LCFS favorisent l'utilisation de biocarburants à faible teneur en carbone tout en générant de plus amples réductions que les mandats pour carburants renouvelables. Et comme elles s'appliquent à tous les carburants faibles en

carbone, sans se limiter aux biocarburants d'origine agricole, elles ont un moindre effet de distorsion sur les marchés agricoles. D'après une analyse semblable de Rajagopal *et al.* (2011), qui comparent les LCFS à d'autres politiques de transport (dont les mandats pour carburants renouvelables), les LCFS sont nettement plus efficaces pour ce qui est de réduire les émissions, de minimiser les coûts aux consommateurs et de favoriser l'essor d'une industrie de carburants écologiques.

De même, Holland *et al.* (2011) croient que l'efficacité des LCFS peut être supérieure à celle des mandats. Pour en arriver à cette conclusion, ils ont modélisé l'efficacité relative d'un mandat national pour carburants renouvelables, d'une norme de carburants à faible teneur en carbone et d'un marché du carbone à l'échelle des États-Unis. En supposant que chaque politique génère un niveau constant de réductions d'émissions, ils montrent que la tarification du carbone (dans le cadre d'un marché du carbone) constitue le mécanisme de réduction le moins coûteux (20 \$ la tonne), suivi de la norme de carburant à faible teneur en carbone (49 \$ la tonne) et du mandat pour carburants renouvelables, le plus coûteux des trois à 58 \$ la tonne. Ces résultats sont étayés par une étude de Lade et Lawell (2015b), qui concluent que les mandats sont plus coûteux que les LCFS parce qu'ils ne font aucune distinction entre l'intensité carbone des carburants.

Enfin, les données sur la conformité des LCFS de la Californie confirment qu'elles permettent de réduire les émissions à moindre coût que les mandats. Le prix des crédits de ce programme, passé d'environ 17 \$ la tonne en 2012 à 62 \$ en 2015, témoigne du renforcement graduel de sa rigueur et indique approximativement le coût par tonne des réductions.

La rigueur des normes de rendement doit prendre en compte le potentiel des futures technologies

La rigueur des normes de rendement flexibles doit être soigneusement étudiée par l'organisme de réglementation responsable, qui doit prendre en compte le potentiel et les capacités des nouvelles technologies.

L'organisme pourrait ainsi fixer des normes insuffisamment rigoureuses s'il sous-estime la rapidité d'évolution des technologies. À l'inverse, il pourrait établir des normes d'une rigueur impossible à respecter en surestimant le potentiel des technologies, ce qui imposerait des coûts de conformité inacceptables (Bedsworth et Taylor, 2007). Certes, on peut modifier un règlement ou en assouplir

³² Ces normes californiennes s'appliquent aux émissions de fonctionnement des véhicules et non aux émissions de leur cycle de vie. On pourrait donc considérer que les véhicules électriques sont des « véhicules zéro émission », même si l'énergie qui les alimente provient de combustibles fossiles.

les dispositions pour trouver le juste équilibre, mais on risque alors d'affaiblir les signaux du marché en faveur de l'innovation et du déploiement de nouvelles technologies. Surtout si on accroît de façon répétée la flexibilité d'une norme jugée trop contraignante par les producteurs. Pour en savoir plus sur la conception des normes de rendement flexible, voir Lade et Lawell (2015a, 2015b), Lemoine (2013), et Rubin et Leiby (2012).

En Californie, par exemple, les constructeurs automobiles ont exigé dans les années 1990 un assouplissement de la norme ZEV, se disant incapables de la respecter (Bedsworth et Taylor, 2007). Si bien que le California Air Resources Board (CARB) a créé la nouvelle catégorie des « véhicules à émissions quasi nulles », puis a été forcé d'accroître la flexibilité de sa norme après avoir été poursuivi en justice en 2003. De même, les LCFS ont été assouplis en 2015 pour aider les producteurs à s'y conformer (CARB, 2016b).

Outre la difficulté de fixer la juste rigueur des normes, l'organisme de réglementation doit composer avec une relative incertitude en établissant l'intensité carbone des différentes technologies. Car cette intensité carbone, qui détermine en dernier ressort la valeur marchande des technologies automobiles et de carburant, peut changer à mesure que de nouvelles données sont mises au jour. D'où l'importance d'intégrer à toute norme axée sur le rendement une approche à la fois claire et flexible par rapport à cette incertitude (Lemoine, 2013)³³.

5.4 EFFETS DE L'INTERACTION DES POLITIQUES

Pour déterminer si les normes de rendement flexibles peuvent utilement compléter la tarification du carbone, il faut d'abord examiner l'interaction de plusieurs politiques. L'interaction de ces normes avec différentes politiques de tarification du carbone, mais aussi avec d'autres politiques de transport, risque d'entraîner diverses répercussions sur les réductions d'émissions et leurs coûts connexes.

Selon les dispositions d'un marché du carbone, toute mesure supplémentaire ne favorise pas nécessairement de plus amples réductions. Les LCFS de la Californie, par exemple, devraient réduire les émissions du secteur des transports de 35 Mt sur la période 2016-2020. Mais si on avait préalablement intégré ces émissions au plafond d'émissions du marché du carbone de cet État américain, les LCFS auraient simplement fait baisser le prix des droits d'émission tout en faisant augmenter les émissions des autres secteurs de l'économie. Si bien que rien n'aurait changé au total des émissions californiennes.

Mais en complément d'une taxe carbone et des réductions d'émission qu'elle génère déjà, des normes de rendement produiraient des réductions supplémentaires (GIEC, 2011). Étant donné qu'une taxe carbone ne fixe aucune quantité d'émissions à réduire, des mesures complémentaires peuvent en effet renforcer l'incitation aux réductions. C'est ainsi qu'une norme de carburant à faible teneur en carbone ou de véhicule zéro émission fixe implicitement un autre prix carbone sur les technologies propres, dont il favorise du même coût la R-D et le déploiement (Yeh et Sperling, 2010). Mais dans les deux cas, comme nous l'avons vu, les technologies automobiles et de carburant doivent prendre en compte leur contenu carbone relatif pour maximiser l'incitation à innover.

Toute politique sur le carbone au moindre coût vise à créer des incitations uniformes pour réduire la totalité des émissions, comme le fait un prix carbone appliqué à l'ensemble de l'économie, mais les mesures complémentaires peuvent être économiquement intéressantes si l'on accorde une importance particulière aux avantages de l'apprentissage et de l'innovation.

³³ L'essentiel de la recherche qui fonde notre analyse des normes de rendement flexibles provient de données empiriques américaines. Avant d'adopter ce type de normes pour nos carburants et véhicules, il serait donc important de mener des recherches semblables dans le contexte du Canada.



6 SOMMAIRE ET RECOMMANDATIONS

Nous avons évalué dans ce rapport le rendement économique et environnemental des politiques canadiennes sur les biocarburants en fonction de leurs différents objectifs. Nous avons notamment examiné si l'utilisation des biocarburants a favorisé la réduction efficace des émissions de GES. Enfin, nous avons analysé l'efficacité de ces politiques par rapport à d'autres approches de réduction d'émissions comme la tarification du carbone et les normes de rendement flexibles dans le secteur des transports.

6.1 SOMMAIRE

Quatre grandes conclusions se dégagent de notre analyse.

Les politiques sur les biocarburants sont un moyen coûteux de réduire les émissions de GES

D'après nos estimations, les politiques sur les biocarburants ont effectivement généré des réductions d'émissions, à raison de quelque 3 Mt par année en moyenne sur la période 2010-2015. Pour mettre ces estimations en perspective, précisons que les réductions attribuables à ces politiques représentent environ 5,1 % des émissions d'origine agricole et 1,5 % des émissions liées au transport, ou seulement 0,4 % du total des émissions canadiennes³⁴.

Mais c'est à prix fort qu'on a obtenu ce résultat. Selon nos estimations des coûts budgétaires et des coûts aux consommateurs, les réductions attribuables aux politiques sur l'éthanol et le biodiesel ont respectivement coûté de 180 à 185 \$ et de 128 à 165 \$ la tonne. Et l'on parle ici de limite inférieure : selon des estimations moins optimistes des émissions du cycle de vie des

biocarburants, il faut plutôt compter de 238 à 284 \$ la tonne pour les politiques sur l'éthanol et de 189 à 596 \$ pour les politiques sur le biodiesel.

Par rapport au coût social du carbone, estimé à 41 \$ la tonne, c'est donc à coût très élevé que ces politiques génèrent des réductions. Elles sont aussi très coûteuses par rapport aux réductions attendues de la tarification du carbone, tant aux faibles prix carbone actuels qu'aux prix supérieurs à venir. Pour ce qui est de l'ensemble de l'économie, les réductions générées par nos politiques sur les biocarburants coûtent au moins cinq fois plus cher que les réductions attribuables à la taxe carbone de la Colombie-Britannique.

Nos politiques sur les biocarburants n'ont pas rempli leurs autres objectifs

Quant à leurs autres avantages potentiels, ils semblent insuffisants pour justifier des coûts d'une telle importance. Outre une réduction des émissions, ces politiques visaient au départ plusieurs autres objectifs

³⁴ D'après l'inventaire des émissions canadiennes de 2014 (ECCC, 2016b).

dont l'amélioration des possibilités économiques des collectivités rurales, la réduction de la pollution atmosphérique et l'accélération du développement des biocarburants de prochaine génération.

Mais les données indiquent qu'elles n'ont rempli aucun de ces objectifs :

- Si elles profitent sans doute à certains agriculteurs et producteurs de biocarburants, leurs effets nuisibles sur d'autres secteurs comme celui de l'élevage viennent en neutraliser les avantages. Selon la propre analyse de rentabilité du gouvernement fédéral, les coûts économiques des mandats pour carburants renouvelables sont ainsi supérieurs à leurs avantages.
- L'usage accru d'éthanol et de biodiesel a eu une incidence négligeable sur la réduction de la pollution atmosphérique. Ce qu'expliquent notamment les faibles niveaux de biocarburants dans les mélanges, mais aussi la propension de certains biocarburants à faire augmenter les émissions de certains polluants.
- Enfin, nos politiques ont eu peu d'incidence sur le développement des biocarburants de prochaine génération. Selon les prévisions de l'Agence internationale de l'énergie (2016) et du Département américain de l'Agriculture (2015), la production et la consommation canadiennes de biocarburants continueront de stagner à court et moyen terme en l'absence de nouvelles politiques publiques efficaces.

L'incompatibilité des objectifs des politiques sur les biocarburants nuit à leur rendement

Certains objectifs ne peuvent être atteints sans nuire à d'autres. Les biocarburants de prochaine génération, par exemple, sont produits à partir de matières premières non agricoles et pourraient avoir de plus grands avantages environnementaux, mais ils offriraient peu d'avantages aux agriculteurs et aux régions rurales. En fait, les politiques actuelles pourraient freiner le développement et le déploiement des biocarburants de prochaine génération. Quant à l'importation de biocarburants, elle peut sans doute accroître les réductions d'émissions à moindre coût, mais elle prive les producteurs canadiens de gains économiques. Il est donc important pour les gouvernements du pays de prendre la pleine mesure de l'incompatibilité des différents objectifs énoncés dans les politiques actuelles sur les biocarburants.

Le nouveau contexte national se prête à l'adoption de politiques climatiques plus judicieuses

Les politiques canadiennes sur les biocarburants datent d'une époque où nos décideurs pouvaient envisager qu'elles rempliraient leurs différents objectifs. Mais l'évolution des connaissances et du

contexte national, qui montre bien la nécessité de les repenser, nous offre l'occasion de corriger le tir. Voyons pourquoi, en quatre points.

Premièrement, nous avons aujourd'hui une idée beaucoup plus claire des modestes avantages que ces politiques produisent par rapport à l'importance de leurs coûts. C'est ce que nous démontrons dans ces pages, et c'est pourquoi nous jugeons qu'elles ont très faiblement rempli leurs objectifs. Toute nouvelle politique devra donc tenir compte de ce bilan.

Deuxièmement, plusieurs subventions à la production de biocarburants, tant fédérales que provinciales, prendront fin en 2017-2018, ce qui crée l'occasion de réexaminer nos politiques.

Troisièmement, la tarification du carbone est en vigueur ou en voie d'application dans plusieurs provinces. Et le cadre d'action qui s'en dégage permet d'envisager l'adoption d'un prix carbone pancanadien, ce qui modifierait le contexte national de façon décisive, surtout en ce qui a trait aux mesures complémentaires les plus efficaces en matière de réduction d'émissions.

Quatrièmement, il existe maintenant de nouvelles mesures de soutien aux biocarburants, plus flexibles et moins coûteuses. C'est le cas de la norme de carburants à faible teneur en carbone de la Colombie-Britannique et de la norme zéro émission pour les véhicules de la Californie, deux mesures plus souples et plus efficaces qui misent sur les mécanismes du marché. En ciblant expressément l'intensité carbone des véhicules et des carburants, elles créent une incitation en faveur des technologies propres tout en freinant l'utilisation des technologies à forte teneur en carbone.

6.2 RECOMMANDATIONS

Nous formulons dans ce rapport quatre recommandations à l'intention d'Ottawa et des provinces. Toutes visent l'adoption de politiques climatiques qui génèrent des réductions d'émissions au moindre coût pour les consommateurs, l'industrie et les gouvernements. Leur mise en œuvre viendrait modifier les incitations et les effets du marché de manière à réduire l'ensemble des coûts de ces politiques. Mais les ajustements proposés pourraient aussi accroître les coûts de certains secteurs et entreprises. C'est pourquoi nous insistons chaque fois sur la nécessité de prendre en compte ces impacts distributifs pour faciliter la transition vers de nouvelles approches.

RECOMMANDATION N° 1 :

Il faut retirer comme prévu les subventions fédérales et provinciales à la production de biocarburants.

Les politiques canadiennes sur les biocarburants visaient essentiellement à renforcer les capacités nationales nécessaires à l'exécution des mandats fédéraux et provinciaux en matière de

carburants, mais elles constituent un moyen coûteux de réduire les émissions de GES. Par rapport à d'autres politiques, notamment la tarification du carbone, cette approche axée sur les biocarburants est nettement moins efficace en termes de réduction d'émissions.

Au-delà du coût relativement élevé des subventions à la production, les principes d'attribution des subventions indiquent qu'elles doivent uniquement offrir un soutien transitoire, ce soutien devant cibler les technologies émergentes afin d'en accroître la compétitivité sans créer le besoin d'un financement public de longue durée. Or, la production de biocarburants de première génération bénéficie depuis plus de vingt ans d'une aide gouvernementale substantielle, et elle n'a toujours pas fait la preuve de sa rentabilité. Ce qui indique clairement qu'on ferait un mauvais usage des fonds publics en continuant de lui venir en aide.

La transition qui suivra le retrait des subventions sera facilitée du fait que les entreprises concernées savaient dès le départ que cette aide prendrait fin en 2017-2018, ce qui leur permettait de planifier leurs activités en conséquence. D'ailleurs, la plupart des entreprises bénéficiaires du programme fédéral de subventions à la production ont reçu leurs derniers paiements en 2015 et ont déjà amorcé cette transition.

Mais à l'approche de cette échéance, les gouvernements pourraient être pressés de renouveler leurs subventions pour assurer l'exécution des mandats à l'aide de biocarburants produits au pays plutôt qu'importés. Nous croyons qu'ils doivent résister à ces pressions étant donné le coût élevé des subventions et les avantages financiers potentiels de la production de biocarburants à l'étranger. Pour stimuler le développement économique des régions rurales, ils pourraient étudier d'autres mesures qui atténuent les distorsions néfastes au sein des marchés agricoles.

RECOMMANDATION N° 2 : **Ottawa et les provinces devraient retirer graduellement les mandats pour carburants renouvelables.**

Après le retrait en 2017-2018 des subventions à la production, les mandats pour carburants renouvelables seront la principale forme de soutien public aux politiques sur les biocarburants. Des politiques qui ont coûté cher aux consommateurs, tenus d'en payer le prix chaque fois qu'ils font le plein d'essence.

Ces mandats ont aussi entravé le développement de technologies sobres en carbone, ce qui ne peut manquer de nuire à l'efficacité des réductions d'émissions. La décarbonisation du secteur des transports nécessitera un éventail de technologies à la fois diverses et concurrentes, dont les plus efficaces et les plus rentables finiront

par rafter la mise. Seule une confrontation des idées fera surgir les technologies les plus efficaces.

Mais au lieu de créer des incitations applicables à toutes les technologies émergentes, les mandats actuels profitent uniquement au secteur des biocarburants, c'est-à-dire à un sous-ensemble de technologies existantes et potentielles. De surcroît, la plupart des mandats canadiens ne créent aucune incitation fondée sur le contenu carbone. Et comme les biocarburants à forte intensité carbone (ceux de première génération) sont souvent moins coûteux et plus accessibles, ils n'incitent que faiblement à la production des biocarburants de prochaine génération, et aucunement au développement d'autres technologies automobiles et de carburant.

Enfin, aucun soutien à l'industrie ne devrait se prolonger éternellement, tout comme on ne saurait reconduire à l'infini les subventions à la production. Néanmoins, les mandats pour carburants renouvelables ont été mis en œuvre sans qu'on définisse leur échéance, ce qui contrevient aux principes de base d'une aide publique raisonnable.

Pour autant, mieux vaut planifier une transition harmonieuse. Car les mandats ont assuré une demande stable au secteur des biocarburants, à un groupe restreint de producteurs et aux agriculteurs. On peut aussi penser que des entreprises de biocarburants ont été créées en misant sur leur permanence. Il faudrait donc retirer les mandats et subventions sur une période de plusieurs années afin de laisser à l'industrie le temps de s'adapter. Surtout, comme le préconisent nos deux dernières recommandations, il faut maintenir de solides incitations en faveur des technologies de transport à faible teneur en carbone, y compris les biocarburants.

RECOMMANDATION N° 3 : **Ottawa et les provinces doivent poursuivre leur collaboration en vue d'établir puis de relever un prix carbone pancanadien.**

L'expansion de la tarification du carbone au Canada est en voie de transformer la politique climatique du pays. Ottawa et les provinces poursuivent leurs efforts en vue d'établir un prix carbone pancanadien, ce qui serait à nos yeux le moyen le plus rentable et le plus efficace d'atteindre nos cibles de réduction. L'application généralisée d'un prix carbone renforcerait les incitations au développement et à l'adoption de technologies propres. Elle accroîtrait notamment la valeur des technologies qui favorisent la réduction à moindre coût de plus grandes quantités d'émissions, y compris certains biocarburants. La Commission de l'écofiscalité renouvelle donc son appui aux gouvernements du pays qui voient

dans la tarification du carbone la meilleure politique globale pour atteindre nos objectifs climatiques.

RECOMMANDATION N° 4 :
Pendant la transition vers la fin des subventions, les gouvernements devraient adopter des normes de rendement flexibles et accroître le financement de la recherche-développement en complément de la tarification du carbone.

À lui seul, un prix carbone pancanadien ne permettra sans doute pas au Canada d'atteindre ses cibles de réduction, en raison notamment des déficiences du marché qui entravent le développement des technologies propres. Ces déficiences risquent de freiner la décarbonisation du secteur des transports, où les substituts aux combustibles fossiles sont rares et les infrastructures peu propices au déploiement de nouvelles technologies.

Des mesures complémentaires pourraient donc se révéler nécessaires à court terme. Ottawa et les provinces devraient ainsi remplacer les mandats pour carburants renouvelables par des normes de rendement flexibles. Les normes de carburant à faible teneur en carbone, par exemple, pourraient constituer une approche efficiente de transition vers de nouvelles technologies, puisqu'elles étendraient les incitations applicables aux biocarburants à d'autres carburants écologiques. D'autres normes flexibles, comme celles des véhicules zéro émission, pourraient aussi jouer un rôle complémentaire intéressant.

Au fur et à mesure de la généralisation et de l'augmentation des prix carbone, il faudra graduellement supprimer les normes de rendement flexibles. Car la nécessité de ces mesures complémentaires s'affaiblira lorsque les prix carbone seront

suffisamment élevés pour générer d'importantes réductions. En Californie et en Colombie-Britannique, les normes de carburant à faible teneur en carbone ont été mises en œuvre sur une période de plus de dix ans, un délai qui semble convenir à une adaptation satisfaisante à la hausse des prix carbone.

Enfin, les gouvernements doivent bien comprendre les interactions potentielles d'un prix carbone avec les normes de rendement flexibles. Dans les provinces qui appliquent une taxe carbone, les répercussions sont claires : ces normes produiront de plus amples réductions. Ce qui ne sera pas nécessairement le cas des provinces qui ont un marché du carbone. Aussi complexes qu'elles puissent être, ces interactions sont d'une grande importance en matière d'élaboration et d'application des normes de rendement.

En complément des normes de rendement flexibles et d'un prix carbone pancanadien, Ottawa et les provinces doivent continuer de financer la recherche-développement sur les technologies de transport sobres en carbone en vue de combler les écarts entre la découverte, la mise à l'essai et la valorisation de nouvelles technologies encore trop coûteuses pour être développées par le secteur privé.

Étant donné la moindre empreinte écologique des biocarburants de prochaine génération et leur potentiel accru en termes de réduction d'émissions, la R-D dans ce domaine pourrait faire l'objet d'un soutien continu. Mais comme la transition vers des transports plus écologiques fera sûrement appel à un éventail de technologies émergentes, tout soutien public à la R-D devra englober l'ensemble des nouvelles technologies de transport, sans privilégier les biocarburants de prochaine génération.



7 PROCHAINES ÉTAPES

Notre analyse des politiques canadiennes sur les biocarburants a mis en évidence une question plus générale : quelles mesures complémentaires soutiendraient le plus efficacement une politique de tarification du carbone à la fois globale et rigoureuse ? Comme nous l'avons vu, l'établissement d'un prix carbone n'est qu'un des aspects (quoique le plus important) d'une vaste stratégie climatique de réduction des émissions de GES. Or, l'évaluation de nos politiques sur les biocarburants montre que certaines mesures renforcent l'efficacité de la tarification du carbone, alors que d'autres ne font qu'accroître l'ensemble des coûts. Comment faire le tri entre mesures complémentaires judicieuses et inefficaces ? C'est la question qu'examinera un prochain rapport de la Commission de l'écofiscalité du Canada.

Références

- Acemoglu, D., Akcigit, U., Hanley, D. et Kerr, W. (2016). Transition to clean technology. *Journal of Political Economy*, 124(1).
- Adusumilli, N., Lacewell, R., Taylor, R. et Rister, E. (2016). Economic assessment of producing corn and cellulosic ethanol mandate on agricultural producers and consumers in the United States. *Economics Research International*, 2016.
- Agence internationale de l'énergie (AIE) (2011). *Technology roadmap: Biofuels for transport*. Paris, France : IEA Publications. Extrait de http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/biofuels_roadmap_web.pdf
- Agence internationale de l'énergie (AIE) (2013). *Production costs of alternative transportation fuels: Influence of crude oil price and technology maturity*. Paris, France : Publications de l'AIE. Extrait de https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/FeaturedInsights_AlternativeFuel_FINAL.pdf
- Agence internationale de l'énergie (AIE) (2014). *World Energy Outlook 2014*. Paris, France : Publications de l'AIE.
- Agence internationale de l'énergie (AIE) (2016). *Oil medium-term market report: Market analysis and forecasts to 2021*. Paris, France : Publications de l'AIE.
- Agence internationale de l'énergie-Energy Technology Systems Analysis Programme et International Renewable Energy Agency (AIE-ETASAP et IRENA) (2013). *Production of liquid biofuels: Technology brief*. Paris, France : Publications de l'AIE.
- Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) (2011). *Évaluation de l'initiative pour un investissement écoagricole dans les biocarburants : rapport final*. Gouvernement du Canada. Extrait de http://publications.gc.ca/collections/collection_2011/agr/A22-536-2011-eng.pdf
- Association canadienne des carburants renouvelables (2015). *Impact of the decline in the global price of oil on the Canadian economy*. Présentation au Comité permanent des finances de la Chambre des communes. Extrait de http://www.parl.gc.ca/Content/HOC/Committee/412/FINA/WebDoc/WD7864616/412_FINA_ILOPCE_Briefs/CanadianRenewableFuelsAssociation-9083618-e.pdf
- Auld, D. (2008). *The Ethanol Trap*. Toronto, Ontario, Canada : C.D. Howe Institute. Extrait de <https://www.cdhowe.org/public-policy-research/ethanol-trap-why-policies-promote-ethanol-fuel-need-rethinking>
- Auld, D. et McKittrick, R. (2014). *Money to burn: Assessing the costs and benefits of Canada's strategy for vehicle biofuels*. Ottawa, Ontario, Canada : Institut MacDonald-Laurier. Extrait de <http://www.macdonaldlaurier.ca/files/pdf/MLbiofuelspaper0626.pdf>
- Barrios, S., Pycroft, J. et Saveyn, B. (2013). *The marginal cost of public funds in the EU: The case of labour versus green taxes*. Fiscalité, Document de travail n° 35, Commission européenne.
- Bedsworth, L. W. et Taylor, M. (2007). Learning from California's zero-emission vehicle program. Public Policy Institute of California. *California Economic Policy*, vol. 3(4). Extrait de http://www.ppic.org/content/pubs/cep/EP_907LBEP.pdf
- Bielen, D., Newell R. et Pizer, W. (2016). *Who Did the Ethanol Tax Credit Benefit? An Event Analysis of Subsidy Incidence*. National Bureau of Economic Research. Document de travail n° 21968.
- Böhringer, C., Rivers, N., Rutherford, T. et Wigle, R. (2015). Sharing the burden for climate change mitigation in the Canadian federation. *Revue canadienne d'économie*, 48(4), 1350-1380.



Références suite

- Brunner, S., Flachsland, C. et Marschinski, R. (2012). Credible commitment in carbon policy. *Climate Policy*, 12(2), 255-271.
- Bureau de la concurrence du Canada (2005). *Analyse empirique sur l'essence – Mise à jour de quatre éléments de l'étude du Conference Board de janvier 2001 « Les quinze derniers pieds à la pompe : l'industrie de l'essence au Canada en 2000 »*. Extrait de [http://www.competitionbureau.gc.ca/eic/site/cb-bc.nsf/vwapj/Empirical_analysis_Eng.pdf/\\$file/Empirical_analysis_Eng.pdf](http://www.competitionbureau.gc.ca/eic/site/cb-bc.nsf/vwapj/Empirical_analysis_Eng.pdf/$file/Empirical_analysis_Eng.pdf)
- California Air Resources Board (CARB) (2016a). *Low carbon fuel standard credit trading activity reports*. California Environmental Protection Agency. Extrait de <https://www.arb.ca.gov/fuels/lcfs/credit/lrtcreditreports.htm>
- California Air Resources Board (CARB) (2016b). *Low Carbon Fuel Standard Program Background*. California Environmental Protection Agency. Extrait de <http://www.arb.ca.gov/fuels/lcfs/lcfs-background.htm>
- Campbell, H., Anderson, J. et Luckert, M. (2016). Public policies and Canadian ethanol production: History and future prospects for an emerging industry. *Biofuels*, 7(2), 1-20.
- Cassidy, E. (2015). *Better biofuels ahead: The road to low-carbon fuels*. Environmental Working Group. Extrait de http://static.ewg.org/reports/2015/better-biofuels-ahead/BetterBiofuelsAhead.pdf?_ga=1.151914685.544859938.1466688099
- Chacra, M. (2002). *Oil-price shocks and retail energy prices in Canada*. Working Paper 2002-38. Bank of Canada. Extrait de <http://www.banqueducanada.ca/wp-content/uploads/2010/02/wp02-38.pdf>
- Chen, X., Huang, H., Khanna, M. et Onal, H. (2014). Alternative transportation fuel standards: Welfare effects and climate benefits. *Journal of Environmental Economics and Management*, 67(3), 241-257.
- Clancy, M. et Moschini, G. C. (2015). Mandates and the Incentives for Environmental Innovation. *CARD Working Papers, Paper 556*. Extrait de http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1575&context=card_workingpapers
- Climate Leadership Team (2015). *Recommendations to government*. Extrait de https://engage.gov.bc.ca/climateleadership/files/2015/11/CLT-recommendations-to-government_Final.pdf
- Comité scientifique de l'Agence européenne pour l'environnement (2011). *Opinion of the EEA Scientific Committee on GHG accounting in relation to bioenergy*. Extrait de <http://www.eea.europa.eu>
- Commission européenne (2012). *ILUC impact assessment*. Document de travail des services de la Commission. Extrait de https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/swd_2012_0343_ia_en.pdf
- Crawley, M. (2016, May 5). Should taxpayers keep subsidizing the ethanol industry? CBC News. Extrait de <http://www.cbc.ca/news/canada/toronto/taxpayers-ontario-canada-ethanol-subsidies-1.3566564>
- Croezen, H. J., Bergsma, G. C., Otten, M. B. J. et van Valkengoed, M. P. J. (2010). *Biofuels: Indirect land-use change and climate impact*. Delft, Pays-Bas : CE Delft.
- Cruetzig, F., Popp, A., Plevin, R., Luderer, G., Minx, J. et Edenhofer, O. (2012). Reconciling top-down and bottom-up modelling on future bioenergy deployment. *Nature Climate Change*, 2, 320-327.

Références suite

- Dahlby, B. (2008). *The marginal cost of public funds: Theory and applications*. Cambridge, MA: MIT Press. Extrait de <http://mitpress.mit.edu/catalog/item/default.asp?ttype=2&tid=11511>
- DeCicco, J. (2013). Biofuel's carbon balance: Doubts, certainties, and implications. *Climate Change*, 121, 801-814.
- De Gorter, H., Drabik, D. et Just, D. (2014). *The economics of biofuel policies: Impacts on price volatility in grain and oilseed markets*. New York, NY: Palgrave Macmillan.
- De La Torre Ugarte, D. et English, B. (2015). *10-year review of the renewable fuels standard: Impacts to the environment, the economy, and advanced biofuels development*. Knoxville, TN: Institute of Agriculture, University of Tennessee.
- Delucchi, M. A. (2006). *Lifecycle analyses of biofuels*. Institute of Transportation Studies, University of California, Davis. Accessible à <http://escholarship.org/uc/item/1pq0f84z>
- Département américain de l'Agriculture (USDA) (2014). *Farm economy: Bioenergy*. Economic Research Service. Extrait de <http://www.ers.usda.gov/topics/farm-economy/bioenergy/findings.aspx>
- Département américain de l'Agriculture (USDA) (2015). *Biofuels annual: Canada*. Global Agricultural Information Network. Extrait de http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Ottawa_Canada_8-19-2015.pdf
- Département américain de l'Énergie (2015). *Alternative fuels data center: Fuels and vehicles*. Energy Efficiency and Renewable Energy. Extrait de <http://www.afdc.energy.gov/fuels/>
- Egenhofer, C., Marcu, A., Rizos, V., Behrens, A., Nunez-Ferrer, J., Hassel, A. et Elkerbout, M. (2016). Towards an effective EU framework for road transport and GHG emissions. Centre for European Policy Studies. *Energy Climate House*, 141. Extrait de <https://www.ceps.eu/publications/towards-effective-eu-framework-road-transport-and-ghg-emissions>
- Environnement Canada (2010). Résumé de l'étude d'impact du Règlement sur les carburants renouvelables. *Gazette du Canada*, 144(15). Extrait de <http://publications.gc.ca/gazette/archives/p1/2010/2010-04-10/pdf/g1-14415.pdf>
- Environnement Canada (2011). Résumé de l'étude d'impact du Règlement modifiant le Règlement sur les carburants renouvelables. *Gazette du Canada*, 145(15). Extrait de <http://canadagazette.gc.ca/rp-pr/p2/2011/2011-07-20/html/sor-dors143-eng.html>
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) (2016a). *Règlement sur les carburants renouvelables – Rapport sur le rendement : décembre 2010 à décembre 2012*. Gouvernement du Canada. Extrait de <https://www.ec.gc.ca/energie-energy/default.asp?lang=En&n=3B70EEBF-1&offset=3&toc=show>
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) (2016b). *Rapport d'inventaire national 1990-2014 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada*. Gouvernement du Canada. Rapport du gouvernement canadien soumis à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques.
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) (2016c). *Mise à jour technique des estimations du coût social des gaz à effet de serre réalisées par Environnement et Changement climatique Canada*. Gouvernement du Canada. Extrait de <http://www.ec.gc.ca/cc/default.asp?lang=En&n=BE705779-1>



Références suite

- Environnement et Changement climatique Canada (2016d). Sources de pollution : Transports. Gouvernement du Canada. Extrait de <https://www.ec.gc.ca/Air/default.asp?lang=En&n=800CCAF9-1>
- FAO, FIDA, FMI, OCDE, CNUCED, PAM, HLTf NU (2011). *Price volatility in food and agricultural markets: Policy responses*. Extrait de <http://www.oecd.org/agriculture/pricevolatilityinfoodandagriculturalmarketpolicyresponses.htm>
- Fargione, J., Hill, J., Tilman, D., Polasky, S. et Hawthorne, P. (2008). Land clearing and the biofuel carbon debt. *Science*, 319(5867), 1235-1238.
- Ferede, E. et Dahlby, B. (2016). *The costliest tax of all: Raising revenue through corporate tax hikes can be counter-productive for the provinces*. SPP Research Paper, 9(11). University of Calgary School of Public Policy. Extrait de <http://www.policyschool.ucalgary.ca/sites/default/files/research/estimating-tax-base-ferede-dahlby.pdf>
- Finkbeiner, M. (2014). Indirect land use change—help beyond the hype? *Biomass and Bioenergy*, 62, 218-221.
- Fischer, C. (2009). *The role of technology policies in climate mitigation*. Resources for the Future. Extrait de <http://www.rff.org/files/sharepoint/WorkImages/Download/RFF-IB-09-08.pdf>
- Fischer C. et Newell, R. (2008). Environmental and technology policies for climate mitigation. *Journal of Environmental Economic Management*, 55, 142-62.
- Flachsland, C., Brunner, S., Edenhofer, O. et Creutzig, F. (2011). Climate policies for road transport revisited (II): Closing the policy gap with cap-and-trade. *Energy Policy*, 39(4), 2100-2110.
- Fridfinnson, B. et Rude, J. (2009). *The effects of biofuels policies on global commodity trade flows*. Canadian Agricultural Trade Policy Research Network. Extrait de http://www.uoguelph.ca/catprn/PDF-WP/Working_Paper_2009-1_Fridfinnson.pdf
- Gerlagh, R. et van der Zwaan, B. (2006). Options and instruments for a deep cut in CO2 emissions: Carbon dioxide capture or renewables, taxes or subsidies? *Energy Journal*, 27(3), 25-48.
- Gouvernement de la Colombie-Britannique (2008). *BC bioenergy strategy*. Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources pétrolières. Extrait de http://www.energybc.ca/cache/usage/usage3/www.energyplan.gov.bc.ca/bioenergy/PDF/BioEnergy_Plan_005_0130_web0000.pdf
- Gouvernement de la Colombie-Britannique (2014). *Budget et plan financier 2014/15-2016/17*. Ministère des Finances. Extrait de http://bcbudget.gov.bc.ca/2014/bfp/2014_budget_and_fiscal_plan.pdf
- Gouvernement de l'Ontario (2005). *McGuinty government takes next steps on cleaner air*. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales. Extrait de <https://news.ontario.ca/archive/en/2005/10/07/McGuinty-Government-Takes-Next-Step-On-Cleaner-Air.html>
- Gouvernement de l'Ontario (2006). *New gasoline regulations fight climate change, improve air quality*. Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique. Extrait de <https://news.ontario.ca/archive/en/2006/12/21/New-gasoline-regulations-fight-climate-change-improve-air-quality.html>
- Gouvernement de l'Ontario (2016a). *Règlement sur le carburant diesel plus écologique*. Extrait de <https://www.ontario.ca/fr/page/reglement-sur-le-carburant-diesel-plus-ecologique>

Références suite

- Gouvernement de l'Ontario (2016b). *Plan d'action quinquennal de l'Ontario contre le changement climatique 2016-2020*. Extrait de <https://www.ontario.ca/fr/page/plan-daction-contre-changement-climatique>
- Gouvernement du Québec (2016). *Projet de loi sur les véhicules zéro émissions*. Résumé des mesures proposées au projet de loi présenté à l'Assemblée nationale. Extrait de <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/vze/feuille-vze-enbref-en.pdf>
- Grier, K., Mussell, A. et Rajcan, I. (2012). *Impact of Canadian ethanol policy on Canada's livestock and meat industry*. George Morris Centre. Extrait de http://www.georgemorris.org/publications/Impact_of_Ethanol_Policies_January_2012.pdf
- Groupe d'experts international sur l'évolution du climat (GIEC) (2006). *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Vol. 1 : Orientations générales et établissement des rapports*. Préparé par le Programme des inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. et Tanabe K. (Eds). Japon : Institute for Global Environmental Strategies (IGES). Extrait de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html>
- Groupe d'experts international sur l'évolution du climat (GIEC) (2011). *Rapport spécial sur les sources d'énergie renouvelable et l'atténuation du changement climatique*. Rapport du Groupe de travail 3 du GIEC. Extrait de https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/SRREN_FD_SPM_final.pdf
- Hertel, T., Golub, A. Jones, A., O'Hare, M., Plevin, R. et Kammen, D. (2010). Effects of US maize ethanol on global land use and greenhouse gas emissions: Estimating market-mediating responses. *Bioscience*, 60(3), 223-231.
- Hill, J., Polasky, S., Nelson, E., Tilman, D., Huo, H., Ludwig, L., Bonta, D. (2009). *Climate change and health costs of air emissions from biofuels and gasoline*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Extrait de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2634804/?tool=pmcentrez>
- Holland, S., Hughes, J. et Knittel, C. (2009). Greenhouse gas reductions under low carbon fuel standards? *American Economic Journal: Economic Policy*, 1(1), 106-146.
- Holland, S., Hughes, J., Knittel, C., Parker, N. (2011). Some inconvenient truths about climate change policy: The distributional impacts of transportation policies. *National Bureau of Economic Research, Working Paper 17386*.
- Holland, S., Hughes, J., Knittel, C. et Parker, N. (2015). Unintended consequences of carbon policies: Transportation fuels, land-use, emissions, and innovation. *Energy*, 36(3).
- Hughes, S., Gibbons, W. et Kohl, S. (2010). Advanced biorefineries for the production of fuel ethanol. In A. Vertes, N. Qureshi, H. Blaschek and H. Yukawa (Eds.), *Biomass to biofuels: Strategies for global industries*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Infrastructure Canada (2016). *Croissance pour la classe moyenne : Investir dans les infrastructures*. Gouvernement du Canada. Extrait de <http://www.infrastructure.gc.ca/prog/budget2016-infrastructure-eng.php>
- Irwin, S. et Good, D. (2016). The competitive position of ethanol as an octane enhancer. *farmdoc daily* (6):22, Department of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Jaccard, M. (2 février 2016). Want an effective climate policy? Heed the evidence. Institut de recherche en politiques publiques. *Options politiques*. Extrait de <http://policyoptions.irpp.org/magazines/february-2016/want-an-effective-climatepolicy-heed-the-evidence/>

- Jaffe, A., Newell, R. et Stavins, R. (2005). A tale of two market failures: Technology and environmental policy. *Ecological Economics*, 54(2-3), 164-174.
- Khanna, M., Wang, W., Hudiburg, T. et Dulucia, E. (2016). *The economic cost of including the indirect land use factor in low carbon fuel policy: Efficiency and distributional implications*. Préparé pour l'assemblée annuelle 2016 de l'Agricultural and Applied Economics Association. Extrait de http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/235774/2/AAEA2016_Khanna%205%2025.pdf
- Knoll, K., West, B., Clark, W., Graves, R., Orban, J., Przesmitzki, S., Theiss, T. (2009). *Effects of intermediate ethanol blends on legacy vehicles and small non-road engines*. National Renewable Energy Laboratory.
- Kopp, A., Block, A. et Limi, A. (2012). *Turning the right corner: Ensuring development through a low-carbon transport sector*. La Banque mondiale. Washington D.C. : Banque internationale pour la reconstruction et le développement/La Banque mondiale.
- Laan, T., Litman, T. et Steenblik, R. (2011). *Biofuels—At what cost? Government support for ethanol and biodiesel in Canada*. Institut international du développement durable : Global Subsidy Initiative.
- Lade, G. et Lawell, C. (2015a). The design and economics of low carbon fuel standards. *Research in Transportation Economics*, 52, 91-99.
- Lade, G. et Lawell, C. (2015b). *Mandating green: On the design of renewable fuel policies and cost containment mechanisms*. University of California, Davis Working Paper. Extrait de http://www.des.ucdavis.edu/faculty/Lin/mandate_cost_containment_paper.pdf
- Larsen, U., Johansen, T. et Schramm, J. (2009). *Ethanol as a fuel for road transportation*. International Energy Agency—Advanced Motor Fuels. Technical University of Denmark. Extrait de http://www.iea-amf.org/app/webroot/files/file/Annex%20Reports/AMF_Annex_35-1.pdf
- Lemoine, D. (2013). *Escape from third-best: Rating emissions for intensity standards*. University of Arizona Working Paper 12-03.
- Le Roy, D. et Klein, K. (2012). The policy objectives of a biofuel industry in Canada: An assessment. *Agriculture*, 2, 436-451.
- Lutsey, N. et Sperling, D. (2009). Greenhouse gas mitigation supply curve for the US for transport versus other sectors. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(3), 222-229.
- McCormick, R. (2007). The impact of biodiesel on pollutant emissions and public health. *Inhalation Toxicology*, 19(12), 1033-1039.
- McKone, T., Nazaroff, W., Berck, P., Auffhammer, M., Lipman, T., Torn, M. S., Horvath, A. (2011). Grand Challenges for Life-Cycle Assessment of Biofuels. *Environmental Science & Technology*, 45, 1751-1756.
- Moorhouse, J. et Wolinetz, M. (2016). *Biofuels in Canada: Tracking progress in tackling greenhouse gas emissions from transportation fuels*. Clean Energy Canada. Extrait de <http://cleanenergycanada.org/wp-content/uploads/2016/03/FINAL-Report-Biofuel-Policy-Review-March-2016.pdf>
- Mullins, K., Griffin, M. et Matthews, S. (2011). Policy Implications of uncertainty in modelled greenhouse gas emissions from biofuels. *Environmental Science & Technology*, 45(1), 132-138.
- Murray, B. et Rivers, N. (2015). *British Columbia's revenue-neutral carbon tax: a review of the latest "grand experiment" in environmental policy*. NI WP 15-04. Durham, NC: Duke University. Extrait de https://nicholasinstitute.duke.edu/sites/default/files/publications/ni_wp_15-04_full.pdf

Références suite

- National Research Council. (2011). *Renewable fuel standard: Potential economic and environmental effects of U.S. biofuel policy*. Committee on Economic and Environmental Impacts of Increasing Biofuels Production. Washington D.C.: The National Academies Press.
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) (2006). *Subsidy reform and sustainable development: Economic, environmental, and social aspects*. Études sur le développement durable de l'OCDE. Extrait de <https://www.cbd.int/financial/fiscalenviron/several-subsidiesreform-oecd.pdf>
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) (2008). *Biofuels: Linking Support to Performance*. Forum international des transports.
- Organisation de coopération et de développement économiques et Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (OCDE-FAO) (2016). *Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 1970-2025*. Extrait de http://stats.oecd.org/Index.aspx?datasetcode=HIGH_AGLINK_2016
- Plevin, R., O'Hare, M., Jones, A., Torn, M. et Gibbs, H. (2010). Greenhouse gas emissions from biofuels' indirect land use change are uncertain but may be much greater than previously estimated. *Environmental Science and Technology*, 44(21), 8015-21.
- Popp, D. (2016). *A blueprint for going green: The best policy mix for promoting low-emission technology*. C.D. Howe Institute : E-Brief. Extrait de https://www.cdhowe.org/sites/default/files/attachments/research_papers/mixed/e-brief_242.pdf
- Pratt, S. (2014). Now: Biodiesel industry gets boost with new western expansion; Then: Canola oil tried in diesel engines. *The Western Producer*. Extrait de <http://www.producer.com/2014/01/now-biodiesel-industry-gets-boost-with-new-western-expansion-then-canola-oil-tried-in-diesel-engines/>
- Rajagopal, D., Hochman, G. et Zilberman, D. (2011). Multi-criteria comparison of fuel policies: Renewable fuel standards, clean fuel standards, and fuel GHG tax. *Journal of Regulatory Economics*, 18(3), 217-33.
- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21). (2015). *Renewables 2015: Global status report*. Paris, France: REN21 Secretariat.
- Renewable Industries Canada (RIC). (2016). *Environment and Climate Change Canada: Let's talk climate change*. Extrait de <http://ricanada.org/wp-content/uploads/2016/06/RICCanadasApproachtoClimateChange.pdf>
- Ressources naturelles Canada (RNCa) (2013). *L'éthanol : Sécurité et rendement*. Sources d'énergie et réseau de distribution. Extrait de <http://www.nrcan.gc.ca/energy/alternative-fuels/fuel-facts/ethanol/3493>
- Ressources naturelles Canada (RNCa) (2014). *Programme écoÉnergie pour les biocarburants*. Extrait de <http://www.nrcan.gc.ca/energy/alternative-fuels/programs/12358>
- Ressources naturelles Canada (RNCa) (2016a). *Programme écoÉnergie pour les biocarburants : demandeurs acceptés*. Gouvernement du Canada. Extrait de: <http://www.nrcan.gc.ca/energy/alternative-fuels/programs/ecoenergy-biofuels/3599>



Références suite

- Ressources naturelles Canada (RNCa) (2016b). *Évaluation de sous-sous-activité Carburants de remplacement pour le transport*. Gouvernement du Canada. Extrait de: <http://www.nrcan.gc.ca/evaluation/reports/2012/792>
- Ressources naturelles Canada (RNCa) (2016c). *Technologies du développement durable Canada (TDDC) pour le Fonds de biocarburants ProGenMC*. Gouvernement du Canada. Extrait de <https://www.nrcan.gc.ca/plans-performance-reports/rpp/2016-17/18145>
- Rubin, J. et Leiby, P. (2013). Tradable credit system design and cost savings for a national low carbon fuel standard for road transport. *Energy Policy*, 56(May), 16-28.
- Santé Canada. (2010). *Risques et bénéfices pour la santé liés à l'usage d'essence contenant 10 % d'éthanol au Canada*. Extrait de http://publications.gc.ca/collections/collection_2013/sc-hc/H128-1-10-597-eng.pdf
- Santé Canada. (2012). *Évaluation des risques pour la santé humaine liés à la production, la distribution et l'utilisation de biodiesel au Canada*. Gouvernement du Canada. Extrait de http://publications.gc.ca/collections/collection_2012/sc-hc/H129-14-2012-eng.pdf
- Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada (2007). *Guide d'analyse coûts-avantages pour le Canada : Propositions de réglementation*. Gouvernement du Canada. Extrait de <https://www.tbs-sct.gc.ca/rtrap-parfa/analys/analys-eng.pdf>
- (S&T)² Consultants Inc. (2016). Personal communication: Estimates of GHG emissions reductions for 2012-2015, based on GHGenius.
- Speight, J. et Singh, K. (2014). *Environmental management of energy from biofuels and biofeedstocks*. Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, Inc.
- Statistique Canada (2016a). *Base de données sur le commerce international canadien de marchandises*. Gouvernement du Canada. Extrait de <http://www5.statcan.gc.ca/cimt-cicm/home-accueil?fpv=1130&lang=fra>
- Statistique Canada (2016b). *Tableau 002-0076 : Paiements directs versés aux producteurs agricoles, annuel*. Gouvernement du Canada. Extrait de <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?lang=eng&id=20076>
- Statistique Canada (2016c). *Tableau 134-0004 : Approvisionnement et utilisation de produits pétroliers raffinés, mensuel*. Gouvernement du Canada. Extrait de <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?lang=eng&id=1340004>
- Stephen, J., Mabee, W. et Saddler, J. (2011). Will next-generation ethanol be able to compete with first-generation ethanol? Opportunities for cost reduction. *Biofuels, Bioproducts, and Biorefining*, 6(2), 159-176.
- Stephen J. D., Mabee W. E. et Saddler, J. N. (2013). Lignocellulosic ethanol production from woody biomass: The impact of facility siting on competitiveness. *Energy Policy*, 59, 329-340.
- Swenson, D. (2006). *Input-outrageous: The economic impacts of modern biofuels production*. Ames, IA: Iowa State University.
- Tombe, T. (9 février 2016). How to create two jobs for every Canadian worker. *Financial Post*. Extrait de <http://business.financialpost.com/fp-comment/trevor-tombe-how-to-create-two-jobs-for-every-canadian-worker>
- Twomey, P. (2012). Rationales for additional climate policy instruments under a carbon price. *Economic and Labour Relations Review*, 23(1), 7.
- United States Energy Information Administration (USEIA) (2016a). *Biofuels: Ethanol and biodiesel explained*. Government of the United States of America. Extrait de http://www.eia.gov/energyexplained/?page=biofuel_biodiesel_home-tab1

Références suite

- United States Energy Information Agency (USEIA) (2016b). *Hydrogenation-derived renewable diesel*. Government of the United States of America. Extrait de http://www.afdc.energy.gov/fuels/emerging_green.html
- United States Energy Information Agency (USEIA) (2016c). *International energy statistics*. Extrait de <http://www.eia.gov/beta/international/>
- United States Environmental Protection Agency (EPA) (2009). *Life Cycle Analysis of Greenhouse Gas Emissions for Renewable Fuels*. Office of Transportation and Air Quality, Environmental Protection Agency.
- United States Environmental Protection Agency (EPA) (2015). *Air toxics: Acetaldehyde*. Extrait de <http://www3.epa.gov/airtoxics/hlthef/acetalde.html>
- Unnasch, S., Riffel, B., Sanchez, S., Waterland, L. et Life Cycle Associates, LLC. (2011). *Review of transportation fuel life cycle analysis*. Coordinating Research Council Project E-88. Extrait de <http://www.crao.com/reports/recentstudies2011/E-88/E-88 Report v8 Final 2011.03.02.pdf>
- USDA (United States Department of Agriculture) (2006). *Biofuels annual: Canada*. Global Agricultural Information Network. Extrait de <http://apps.fas.usda.gov/gainfiles/200609/146208865.pdf>
- Ville d'Edmonton (2014). *Edmonton waste-to-biofuels initiative*. Fiche de renseignements. Extrait de http://www.edmonton.ca/programs_services/documents/PDF/Fact_Sheet_June_2014.pdf#search=enerkem
- Wang, M., Wu, M. et Huo, H. (2007). Life-Cycle Energy and Greenhouse Gas Emission Impacts of Different Corn Ethanol Plant Types. *Environmental Research Letters* 2(2).
- Warner, E., Zhang, Y., Inman, D., Heath, G. (2013). Challenges in the estimation of greenhouse gas emissions from biofuel-induced global land-use change. National Renewable Energy Laboratory. *Biofuels, Bioproducts et Biorefining*, 8(1), 114-125.
- Webb, A. et Coates, D. (2012). *Biofuels and biodiversity*. *Technical Series No. 65*. Montréal, (Québec) Canada: Secrétariat de la Convention sur la diversité écologique.
- Western Canada Biodiesel Association (WCBA) (2015). *Climate leadership plan – Decarbonization of road transport*. Extrait de https://engage.gov.bc.ca/climateleadership/files/2015/12/149_-Western-Canada-Biodiesel-Association.pdf
- Worldwatch Institute (2007). *Biofuels for transport: Global potential and implications for energy and agriculture*. Sterling, VA : Earthscan.
- Wright, B. (2014). Global biofuels: Key to the puzzle of grain market behaviour. *Journal of Economic Perspectives*, 28(1), 73-97.
- Yeh, S. et Sperling, D. (2010). Low carbon fuel standards: Implementation scenarios and challenges. *Energy Policy*, 38(11), 6955-6965.

Annexe A : Réductions d'émissions attribuables aux biocarburants par rapport aux combustibles fossiles

Les biocarburants liquides sont issus de la biomasse renouvelable, c'est-à-dire de matières organiques d'origine variée. Le dioxyde de carbone absorbé pendant la culture des matières premières (comme le maïs ou le soja) neutralise globalement celui que la combustion libère dans l'atmosphère (sans compter la réaffectation des terres, facteur examiné ci-après). Malgré cette « neutralité carbone » entre absorption et combustion, la culture et la production liées aux biocarburants peuvent toutefois consommer beaucoup d'énergie et générer des émissions de plusieurs sources. C'est notamment le cas des biocarburants d'origine agricole, qui nécessitent de grandes superficies de terre et plusieurs intrants à base de combustibles fossiles comme les engrais, les pesticides et le carburant diesel.

Couramment utilisée pour déterminer l'incidence de chaque étape de production sur l'intensité d'énergie et les émissions de GES, l'analyse de cycle de vie (ACV) permet d'estimer le total des

émissions liées à la production et à l'utilisation des différents carburants. L'ACV englobe les émissions liées à la culture, au traitement et à la combustion des biocarburants, de même que toute modification à l'utilisation des terres de l'environnement physique (DeCicco, 2013). Malgré les limites méthodologiques de l'ACV (décrites dans ce rapport), on obtient ainsi des valeurs estimatives d'intensité carbone, à la fois pour les biocarburants et le pétrole, qui représentent les émissions générées par la production d'une unité de carburant (par volume, distance ou énergie). En supposant qu'une quantité de biocarburant d'énergie équivalente remplace son substitut de pétrole, l'impact net sur les émissions correspond simplement à la différence entre l'intensité d'émission du biocarburant et celle du carburant à base de pétrole.

L'estimation des émissions du cycle de vie des biocarburants implique à la fois des sources et des puits de GES. L'effet net dépend fortement des caractéristiques des sites de culture, de récolte

Tableau A1 : Éléments du cycle de vie de la production et de l'utilisation des biocarburants

Étape de production	Utilisation d'énergie	Création d'énergie	Émissions de GES	Absorption de GES	Autres impacts environnementaux
Réaffectations directes et indirectes des terres	Défrichage et labourage		Enlèvement des végétaux et perturbation des sols		Érosion, perte de biodiversité, pollution des eaux
Culture et récolte des matières premières	Production d'engrais et de pesticides, matériel agricole		Émissions du matériel agricole, nitrogène libéré par les engrais	Photosynthèse issue de la culture des matières premières	Écoulement des pesticides et herbicides, érosion, consommation d'eau
Traitement des matières premières	Carburants du matériel		Carburants servant au processus de production	Compensation d'émissions liée aux coproduits	
Transport vers les usines de biocarburants	Transport par camion ou par train		Émissions des véhicules		
Processus de raffinage	Intrants en énergie, chauffage, électricité et production	Production mixte d'énergie thermique	Carburants servant au raffinage		Évacuation des déchets liquides
Transport vers les sites d'exécution des mélanges	Transport par camion ou par train		Émissions des véhicules		
Combustion du carburant			Émissions des véhicules		

Source : Adaptation de Auld (2008) et Laan *et al.* (2011).

et de traitement. Comme l'indique le Tableau A1, l'ensemble du processus de traitement des biocarburants doit prendre en compte de nombreux facteurs : matières premières, conditions de gestion, filières de production, utilisations finales, coproduits et interaction des marchés énergétique et foncier³⁵. Sans compter l'incidence sur ces variables des climats régionaux et des cycles écologiques.

Le potentiel de réduction d'émissions des biocarburants est étudié depuis des décennies, surtout à l'aide de la méthodologie ACV décrite ci-dessus. La production des biocarburants ayant sensiblement évolué durant cette période, les émissions du cycle de vie de la plupart des biocarburants ont progressivement diminué.

Globalement, le potentiel de réduction d'émissions des biocarburants varie fortement selon les matières premières (voir la Figure 3 de ce rapport). C'est la canne à sucre qui présente le potentiel le plus élevé pour l'éthanol de première génération, tout en ayant la plus faible portée. Pour l'éthanol de maïs et de blé, son potentiel est moindre mais sa portée plus étendue. Les émissions nettes peuvent même être négatives pour le maïs et le blé, c'est-à-dire qu'elles peuvent augmenter. Les plus fortes réductions sont générées par les biocarburants de première génération tirés

de déchets comme les graisses recyclées ou animales, dont la disponibilité est toutefois limitée (AIE-ETASAP et IRENA, 2013).

Les biocarburants de prochaine génération peuvent réduire de plus grandes quantités d'émissions que ceux de première génération, ceux-ci pouvant tout au mieux générer des réductions de 60 à 80 % en remplaçant un volume de carburant à base de pétrole d'énergie équivalent. Potentiellement, les biocarburants de prochaine génération peuvent susciter des réductions supérieures à 100 % (grâce à l'effet compensateur des coproduits).

Bien que ces données et estimations semblent prometteuses, précisons qu'elles supposent que chaque unité de biocarburant remplace entièrement une unité de carburant à base de pétrole. Ce qui se produit rarement étant donné les limites concrètes de l'utilisation des biocarburants, dont la plupart peuvent uniquement être mélangés en faibles proportions aux carburants à base de pétrole. Pour la majorité des véhicules non modifiés, le taux d'éthanol mélangé à l'essence varie ainsi de 10 à 15 %, celui du biodiesel de 5 à 20 % (Département américain de l'Énergie, 2015). Ces caractéristiques restreignent donc le potentiel de réduction indiqué par les estimations de la Figure 3 du présent rapport.

³⁵ Outre les biocarburants, les usines produisent aussi de nombreux coproduits (c.-à-d. des produits qui ont leur propre valeur marchande) comme de la nourriture animale pour l'éthanol de maïs et de la glycérine pour le biodiesel. Ces coproduits remplacent d'autres produits sur le marché, ce qui a valeur de crédit de réduction d'émissions dans la comptabilisation des ACV.

Annexe B : Organisations ayant participé à notre séance de discussion

Les organisations ci-contre ont délégué des intervenants à notre séance de discussion tenue en mars 2016 à l'Université d'Ottawa. Les analyses, conclusions et recommandations de ce rapport sont celles de la Commission de l'écofiscalité du Canada et ne reflètent pas nécessairement l'opinion de ces organisations, que nous remercions toutes de leur collaboration.

Biocarburants avancés Canada
Agriculture et Agroalimentaire Canada
Centre canadien de politiques alternatives
Association canadienne des carburants renouvelables
Clean Energy Canada
Le Conference Board du Canada
Enerkem inc.
Environnement et Changement climatique Canada
Institut international du développement durable
Ressources naturelles Canada
Pembina Institute
Université Queen's
Transports Canada
Projet Trottier pour l'avenir énergétique

Annexe C : Méthodologie d'estimation des émissions de GES

Le Tableau C1 regroupe les principales données sur lesquelles reposent nos estimations de réductions d'émissions, à savoir les données sur la production (1), l'importation (2) et la consommation (3) des biocarburants au Canada (USDA, 2015), de même que les données sur les ventes de carburants à base de pétrole (4) (Statistique Canada, 2016c). Il indique aussi la quantité estimative

des biocarburants de notre scénario contrefactuel. La quantité d'éthanol consommée en l'absence de politiques gouvernementales (5) correspond à 0,6 % des ventes d'essence annuelles (4). La quantité d'éthanol que l'essence aurait remplacée sans ces politiques (6) est obtenue en soustrayant (5) de (3).

Tableau C1 : Données sur les carburants utilisées pour notre analyse (en million de litres)						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1. Production canadienne de biocarburants						
Éthanol	1 445	1 700	1 695	1 730	1 708	1 650
Biodiesel	115	120	100	140	340	305
2. Importations canadiennes de biocarburants						
Éthanol	11	450	893	1 214	1 200	1 050
Biodiesel	130	235	419	549	508	480
3. Exportations canadiennes de biocarburants³⁶						
Éthanol	46	35	0	0	0	0
Biodiesel	110	80	85	123	327	295
4. Consommation canadienne de biocarburants (~ Production + Importations - Exportations)³⁷						
Éthanol	1 390	2 116	2 585	2 943	2 909	2 705
Biodiesel	126	275	449	550	511	500
5. Ventes canadiennes de carburant						
Éthanol	44 186	44 555	43 065	44 009	45 501	44 698
Biodiesel	28 516	30 030	28 179	29 464	30 464	29 415
6. Quantité de biocarburants produits en l'absence de politiques (scénario contrefactuel)						
Éthanol	257	260	251	256	265	260
Biodiesel	0	0	0	0	0	0
7. Quantité de biocarburants remplacés par le pétrole en l'absence de politiques (scénario contrefactuel)						
Éthanol	1 133	1 856	2 334	2 687	2 644	2 445
Biodiesel	126	275	449	550	511	500

Source : USDA (2015) et Statistique Canada (2016c).

³⁶ Le Biodiesel Blenders Credit américain, qui accorde aux mélangeurs un crédit de 1 \$ US le gallon, a une réelle incidence sur le commerce canado-américain. En effet, nos exportateurs peuvent aussi profiter de ce crédit, ce qui explique qu'une part appréciable des biocarburants canadiens soit exportée aux États-Unis. Résultat : nos producteurs doivent importer du biodiesel (parfois en grandes quantités) afin de remplir les mandats fédéraux et provinciaux pour carburants renouvelables. Une partie de ces importations pourrait avoir été précédemment exportée aux États-Unis, mais on ignore en quelle quantité en raison de données insuffisantes.

³⁷ La variabilité des stocks de biocarburants explique que la consommation de biocarburants (ligne 4) ne corresponde pas exactement à la production additionnée aux importations, moins les exportations.

Pour déterminer la répartition des biocarburants selon les matières premières, nous combinons les données de Moorhouse et Wolinetz (2016) et du Département américain de l'Agriculture (USDA, 2015). Le Tableau C2 montre que la part des matières premières est

restée constante de 2010 à 2015. En raison de données insuffisantes, la part des matières premières du biodiesel est établie selon leur poids au lieu de leur quantité.

Tableau C2 : Part de la production canadienne de biocarburants selon les matières premières		
Biocarburant et matière première	Taux de matières premières	Source
Éthanol		
Maïs	80 %	Moorhouse et Wolinetz (2016)
Blé	20 %	
Total	100 %	
Biodiesel		
Canola	55 %	USDA (2015)
Suif	14 %	
Graisse jaune	31 %	
Total	100 %	

C'est en définissant la portée de notre analyse, ou ses frontières, que nous déterminons l'ensemble des émissions prises en compte. C'est pourquoi nous utilisons tour à tour un cadre national et mondial pour estimer les réductions attribuables aux politiques gouvernementales.

Nos estimations sont établies selon la portée de chacun des deux cadres :

- Les émissions *mondiales* englobent toutes celles du cycle de vie de la production des biocarburants et tiennent compte de l'incidence de la production intérieure et de l'importation des biocarburants. Autrement dit, l'adjectif *mondiales* indique que nous ne prenons pas en compte l'endroit du globe où sont ressentis les effets des politiques canadiennes.

- Les émissions *canadiennes* englobent uniquement les émissions liées au pétrole et aux biocarburants produits et utilisés au Canada, dont nous analysons l'incidence à l'aide des règles officielles de comptabilisation des émissions nationales.

Le Tableau C3 présente les paramètres clés qui ont servi à l'estimation des réductions d'émissions, notamment le contenu énergétique et l'intensité carbone de chaque carburant. Les paramètres servant à estimer les réductions canadiennes (plutôt que mondiales) nécessitent deux modifications : nous n'y intégrons plus les émissions liées aux biocarburants importés, et nous remplaçons toutes les émissions du cycle de vie de l'essence et du diesel par le seul segment de leur combustion, et donc par une partie seulement de l'intensité carbone de tout leur cycle de vie.

Tableau C3 : Valeurs de contenu énergétique et d'intensité carbone ³⁸		
Carburant	Pour les réductions mondiales	Pour les réductions canadiennes
Énergie en gigajoules (GJ)		
1 m ³ d'essence	34,7	34,7
1 m ³ d'éthanol	23,6	23,6
1 m ³ de diesel	38,7	38,7
1 m ³ de biodiesel	35,6	35,6
Émissions de GES (kg d'éq. CO₂)		
1 GJ d'essence (Canada)	100,6	64,5 (combustion seulement)
1 GJ d'éthanol (blé, Canada)	41,6	41,6
1 GJ d'éthanol (maïs, Canada)	49,8	49,8
1 GJ d'éthanol (maïs, É.-U.)	55,9	–
1 GJ de diesel (CAN)	102,8	70 (combustion seulement)
1 GJ de biodiesel (canola, Canada)	3,6	3,6
1 GJ de biodiesel (soja, É.-U.)	17,4	–
1 GJ de biodiesel (suif, Canada)	-20,2	-20,2
1 GJ de biodiesel (graisses jaunes, Canada)	4,2	4,2
1 GJ de diesel renouvelable (huile de palme, É.-U.)	75,3	75,3
Sources : GHGenius (version 4.03) et Moorhouse et Wolinetz (2016).		

Nos principales estimations reposent sur les valeurs d'intensité carbone de GHGenius, un modèle complet d'analyse de cycle de vie (ACV) spécialement étalonné selon la production canadienne de biocarburants. Mais en dépit de sa solidité, nous avons voulu examiner la sensibilité de nos estimations à des modifications raisonnables de valeurs d'intensité carbone. Si ces valeurs déterminent en dernier ressort la capacité de réduction d'émissions des biocarburants, elles sont en effet très variables et très sensibles aux différentes hypothèses méthodologiques (AIE, 2013; Mullins *et al.*, 2011; Holland *et al.*, 2011).

Pour prendre en compte cette incertitude, nous avons donc mené une analyse de sensibilité des valeurs d'intensité carbone du Tableau C3 à l'aide des estimations du California Air Resources Board (CARB).

Dans le cadre de sa réglementation sur les carburants à faible teneur en carbone, le CARB utilise un modèle différent d'ACV (appelé GREET)³⁹ pour produire la liste des trajectoires de conformité à sa norme de rendement des carburants, celle-ci comprenant des estimations détaillées d'intensité carbone pour chaque usine. Contrairement à GHGenius, le modèle GREET inclut les émissions

³⁸ Établies par Moorhouse et Wolinetz (2016), les valeurs d'intensité carbone de l'essence et du diesel sont propres au Canada.

³⁹ Le modèle GREET (Greenhouse Gases, Regulated Emissions and Energy Use in Transportation) est un outil d'analyse de cycle de vie utilisé par le Argonne National Laboratory du Département américain de l'Énergie.

Tableau C4 : Valeurs de contenu énergétique et d'intensité carbone de l'analyse de sensibilité		
Carburant	Pour les réductions mondiales	Pour les réductions canadiennes
Énergie (GJ)		
1 m ³ d'essence	34,7	34,7
1 m ³ d'éthanol	23,6	23,6
1 m ³ de diesel	38,7	38,7
1 m ³ de biodiesel	35,6	35,6
Émissions de GES (kg d'éq. CO₂)		
1 GJ d'essence (Canada)	86,1	64,5 (combustion seulement)
1GJ d'éthanol (blé, Canada)	61,0	61,0
1GJ d'éthanol (maïs, Canada)	78,5	78,5
1GJ d'éthanol (maïs, É.-U.)	78,5	78,5
1GJ de diesel (Canada)	95,1	70 (combustion seulement)
1GJ de biodiesel (canola, Canada)	61,0	61
1GJ de biodiesel (soja, É.-U.)	88,6	88,6
1GJ de biodiesel (suif, Canada)	46,4	46,4
1GJ de biodiesel (graisses jaunes, Canada)	21,4	21,4
1GJ de diesel renouvelable (huile de palme, É.-U.)	90,8	90,8

indirectes liées à l'utilisation des terres, ce qui explique pourquoi les valeurs d'intensité carbone des biocarburants du CARB sont généralement supérieures à celles de GHGenius. À des fins de cohérence, l'analyse de sensibilité utilise aussi les valeurs d'intensité carbone des combustibles fossiles du modèle GREET.

Or, ces valeurs du CARB se prêtent tout à fait à l'estimation des émissions canadiennes de biodiesel. Plusieurs de nos producteurs de biodiesel exportent en effet leur carburant en Californie, et sont ainsi intégrés aux parcours de conformité approuvés par le CARB. Si bien qu'il nous suffit ici d'établir la moyenne des valeurs d'intensité carbone de chaque type de biodiesel canadien (selon leurs matières premières).

Il est toutefois plus complexe de déterminer les valeurs d'intensité carbone de l'éthanol canadien, nos producteurs n'en exportant pas en Californie et n'étant donc pas intégrés aux trajectoires approuvées. C'est pourquoi nous avons plutôt utilisé l'intensité carbone moyenne de l'éthanol de maïs produit à l'échelle des États-Unis, et appliqué cette valeur à la production canadienne de ce type d'éthanol.

Il nous restait à estimer les émissions de l'éthanol de blé, puisque le modèle américain GREET n'en tient pas compte. Nous avons donc utilisé les estimations d'intensité carbone de l'éthanol de blé du modèle européen JEC (Laan *et al.*, 2011). Le Tableau C4 indique les valeurs d'intensité carbone de l'éthanol et du biodiesel qui ont servi à notre analyse de sensibilité.

Annexe D : Calcul du coût économique des réductions d'émissions attribuables aux politiques sur les biocarburants et aux taxes carbone

Pour déterminer l'ensemble des coûts économiques des réductions d'émissions attribuables aux politiques sur les biocarburants et aux taxes carbone, nous avons utilisé l'indicateur de la « perte de bien-être économique » (ou de « surplus économique ») par tonne d'émissions de CO₂ réduite. Ce qui nous a permis d'établir l'ampleur globale du coût de ces politiques plutôt que leur seule incidence financière sur les gouvernements et les consommateurs. Signalons que nous ne prenons pas en compte les avantages environnementaux des réductions, puisqu'ils sont communs aux deux types de politiques. Les politiques les plus efficaces sont celles qui engendrent un moindre coût économique pour chaque tonne d'émissions réduites.

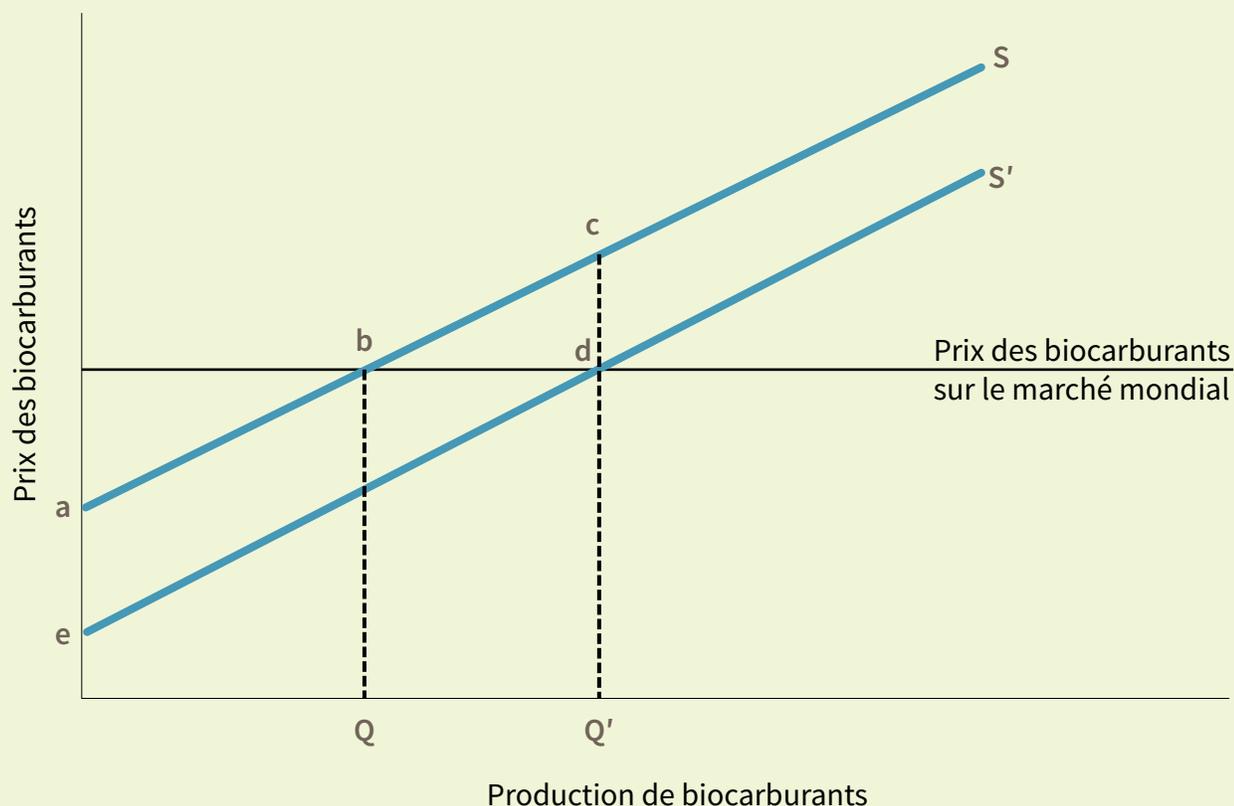
Coût des réductions d'émissions attribuables aux politiques sur les biocarburants

Les politiques sur les biocarburants comptent deux éléments clés : les mandats relatifs aux mélanges de biocarburants à l'essence et au diesel, et les subventions à la production. Les mandats imposent

aux raffineurs d'accroître la quantité de biocarburants mélangés à l'essence et au diesel, ce qui en fait augmenter les prix. C'est ainsi que de 2012 à 2015, les dépenses de consommation affectées aux carburants ont augmenté de 449 millions \$ par année. Le Canada étant un petit producteur et un petit consommateur de biocarburants sur le marché mondial, ces politiques n'ont eu aucune incidence sur leurs prix, justement déterminés par ce marché. Les mandats n'ont donc pas créé d'avantages compensatoires pour les producteurs canadiens, leur seul effet étant d'avoir stimulé à la hausse les importations de biocarburants.

Pour ce qui est des subventions à la production, leur coût budgétaire moyen s'est élevé à 191 millions \$ par année pour les gouvernements fédéral et provinciaux (pendant la même période 2012-2015). Comme on le voit dans la Figure D1, ces subventions ont déplacé de S à S' la courbe d'offre des producteurs et fait augmenter la production canadienne de Q à Q'. La totalité des coûts budgétaires est circonscrite dans la zone « acde ». Les subventions ont ainsi profité à certains producteurs du pays, qui ont obtenu

Figure D1 : Effet de bien-être des subventions à la production pour les producteurs canadiens de biocarburants



un meilleur rendement net sur les unités qu'ils ont produites. On peut mesurer leurs gains à l'augmentation de leurs surplus, illustrée dans la Figure D1 par la zone « abde », et constater que ces gains des producteurs (abde) sont inférieurs au coût budgétaire des subventions (acde).

L'intégralité des subventions doit être financée par l'impôt perçu par les gouvernements fédéral et provinciaux. Le coût marginal des fonds publics (CMF) permet de mesurer le recul du bien-être économique causé par le prélèvement de chaque nouveau dollar de

recettes fiscales. Il est généralement supérieur à 1 puisque la hausse des taux d'imposition amoindrit l'efficacité de l'affectation des ressources en modifiant les comportements en matière de travail, d'épargne et d'investissement. Pour établir l'estimation du coût économique des subventions à la production, on multiplie ainsi le CMF par leur montant total.

Cette équation permet donc d'estimer le coût économique global des politiques sur les biocarburants par tonne d'émissions réduites :

$$\begin{array}{rcccl}
 \text{Coût économique des} & & & & \\
 \text{réductions d'émissions} & = & & & \\
 \text{attribuables aux politiques} & & & & \\
 \text{sur les biocarburants} & & & & \\
 & & \text{Coûts aux} & + & \text{Coût économique} & - & \text{Surplus additionnels} \\
 & & \text{consommateurs} & & \text{des hausses} & & \text{des producteurs de} \\
 & & \text{supplémentaires} & & \text{d'impôt} & & \text{biocarburants} \\
 & & \text{occasionnés} & & & & \\
 & & \text{par les mandats} & & & & \\
 & & \text{pour carburants} & & & & \\
 & & \text{renouvelables} & & & & \\
 & & & & & & \\
 & & \hline
 & & & & \text{Réductions d'émissions de carbone} & &
 \end{array}$$

Le premier terme du numérateur, à savoir les coûts aux consommateurs supplémentaires occasionnés par les mandats, s'élève en moyenne à 449 millions \$ par année.

Le deuxième terme équivaut au CMF multiplié par le montant total des subventions, qui étaient en moyenne de 191 millions \$ par année sur la période 2012-2015. Notre estimation de 1,20 du CMF est relativement basse : si les provinces devaient augmenter l'impôt des sociétés et des particuliers pour financer les subventions, le CMF serait toutefois plus élevé⁴⁰.

Pour ce qui est du troisième terme, nous ne disposons pas des données nécessaires pour chiffrer précisément la hausse des surplus des producteurs attribuable aux politiques (car il est difficile d'estimer la zone du triangle « bcd » de la Figure D1). Mais comme ces gains ne doivent pas dépasser le montant total des subventions elles-mêmes, nous utilisons l'estimation de limite supérieure de 191 millions \$.

En ce qui concerne finalement la moyenne des réductions d'émissions annuelles, nous utilisons l'estimation la plus élevée de ce rapport, à savoir 3,1 Mt.

$$\begin{array}{rcccl}
 \text{Coût économique des} & & & & \\
 \text{réductions d'émissions} & = & & & \\
 \text{attribuables aux politiques} & & & & \\
 \text{sur les biocarburants} & & & & \\
 & & \text{449 + (1,20)(191) - 191} & & \\
 & & \hline & & & & \\
 & & \text{3,1} & & \text{157,20 \$ la tonne} & &
 \end{array}$$

⁴⁰ Voir Ferde et Dahlby (2016) pour les estimations du coût marginal des fonds publics au Canada.

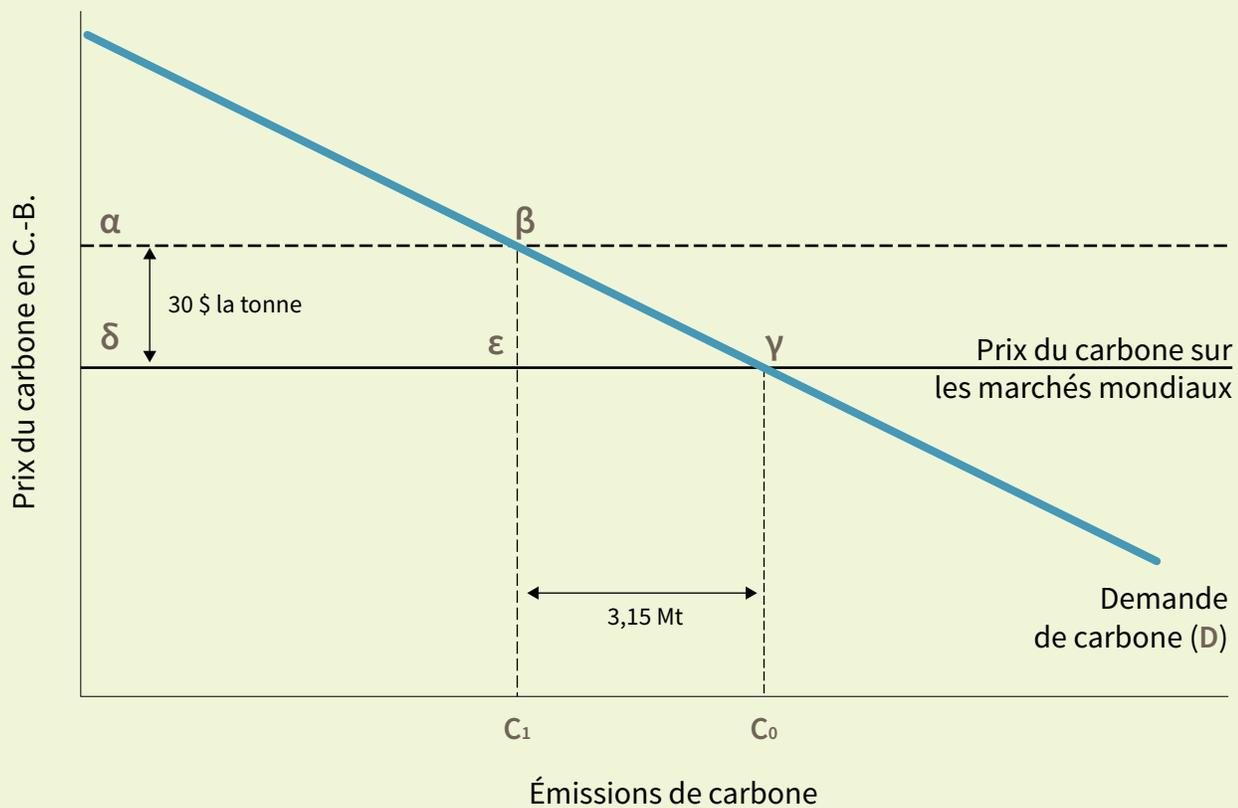
Par conséquent, nos politiques sur les biocarburants ont réduit le bien-être économique du pays de 157 \$ par tonne d'émissions qu'elles ont permis de remplacer (soit légèrement moins que les coûts budgétaires et les coûts aux consommateurs estimatifs du présent rapport, puisqu'il est tenu compte du coût net pour l'ensemble de l'économie). Mais nous considérons qu'il s'agit d'une efficacité de limite inférieure puisque nous avons surestimé les gains des producteurs bénéficiaires, tout en utilisant une limite supérieure en matière de réductions et une estimation relativement faible du coût marginal des fonds publics. C'est ainsi qu'en utilisant la limite inférieure des réductions annuelles de notre analyse de sensibilité, soit 1 Mt, le coût des réductions attribuables aux politiques passe de 157 \$ à 487 \$ la tonne.

Coût des réductions d'émissions attribuables à la taxe carbone de la Colombie-Britannique

Nous avons par ailleurs estimé les coûts économiques des réductions attribuables à la taxe carbone de la Colombie-Britannique à partir des trois facteurs suivants : ses recettes de 2012-2013, soit 1 120 millions \$ (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2014); une estimation des réductions qu'elle a générées, soit 3,15 Mt (Murray et Rivers, 2015); et une estimation de son CMF (non publiée) effectuée par Hidemichi Yonezawa et Nicholas Rivers, soit 1,08⁴¹.

La Figure D2 illustre notre base de calcul. Le D représente la demande de carbone sous forme de carburants à base de carbone. En l'absence de taxe carbone, le prix du carbone est déterminé

Figure D2 : Effet de bien-être de la taxe carbone



⁴¹ Cette estimation a été produite à l'aide du modèle d'équilibre général calculable EC-PRO. Voir Böhringer *et al.* (2015) pour ses spécifications. Elle est conforme aux recherches de Barrios *et al.* (2013), pour qui le CMF des taxes environnementales dans l'Union européenne est généralement inférieur au CMF de l'impôt sur le revenu du travail.

$$\text{Coût économique des réductions d'émissions attribuables à la taxe carbone} = \frac{\text{Perte de surplus des consommateurs} - \text{Recettes de la taxe carbone}}{\text{Réductions d'émissions de carbone}}$$

$$\text{Coût économique des réductions d'émissions attribuables à la taxe carbone} = \frac{(1,08)(1\ 120) - 1\ 120}{3,15} = 28,40 \$ \text{ la tonne}$$

par les marchés mondiaux, le C_0 correspondant au niveau d'émissions qui lui sont associé. En supposant une taxe carbone de 30 \$ la tonne, ce prix augmente et les émissions baissent à C_1 . Face à la hausse du prix du carbone, les consommateurs doivent s'adapter à une situation plus difficile : cette perte de surplus des consommateurs correspond à la zone $\alpha\beta\epsilon\delta$. Le CMF est déterminé par le ratio entre la perte de surplus des consommateurs et les recettes supplémentaires provenant de la taxe carbone, ce qui correspond à la zone $\alpha\beta\epsilon\delta$. On peut donc établir approximativement la perte de surplus des consommateurs en multipliant le CMF par les recettes de la taxe. Pour simplifier, nous supposons que ces recettes sont redistribuées aux consommateurs sous forme de réduction d'impôt forfaitaire.

Il s'agit ici d'une estimation élevée des coûts de la taxe carbone, puisque nous supposons que ses recettes sont redistribuées aux consommateurs sous forme de réduction d'impôt forfaitaire plutôt que d'une réduction de l'impôt des sociétés et des particuliers, comme c'est aujourd'hui le cas en Colombie-Britannique. Ce qui produirait un avantage encore plus important puisqu'on amoindrirait ainsi les distorsions en matière d'affectation des ressources.

Signalons que le coût estimatif des réductions générées par la taxe carbone, soit 28,40 \$ la tonne, est inférieur à son taux fondé sur 30 \$ la tonne. Bien que le CMF de la taxe carbone soit supérieur à 1, son coût économique est inférieur à son taux puisque notre estimation repose sur le coût moyen (plutôt que marginal). Certaines émissions sont ainsi réduites à moins de 30 \$ la tonne. De nouveau, précisons que cette estimation ne tient pas compte des avantages environnementaux communs aux deux politiques.

Coûts comparés des réductions d'émissions

Même en faisant appel à une notion de coût plus large que celle que nous utilisons dans ce rapport, nos résultats indiquent que nos politiques sur les biocarburants permettent effectivement de réduire une certaine quantité d'émissions, mais à un coût sensiblement plus élevé que d'autres types de politique. Le coût économique des réductions qu'elles génèrent atteint presque 160 \$ la tonne. Or, selon une approche d'estimation semblable appliquée à la taxe carbone de la Colombie-Britannique, celle-ci permet de réduire les émissions pour environ le cinquième de cette somme. De ce point de vue, les politiques canadiennes sur les biocarburants sont un moyen particulièrement inefficace de réduire les émissions de GES.



COMMISSION DE L'ÉCOFISCALITÉ DU CANADA
Une fiscalité responsable pour une prospérité durable

Commission de l'Écofiscalité du Canada
A/S du département de sciences économiques
Université McGill
855, rue Sherbrooke Ouest
Montréal QC H3A 2T7

ecofiscal.ca/fr