

LE DÉVELOPPMENT DURABLE DES BIOCARBURANTS

Préparé par

A. Witter, R. Samson, C. Bérubé, S. Watt, S. Bailey Stamler
Resource Efficient Agricultural Production (R.E.A.P.)-Canada
Box 125 Centennial Centre CCB13,
Sainte Anne de Bellevue, QC, H9X 3V9
www.reap-canada.com

Pour

THE AGRICULTURAL CO-OPERATIVE DEVELOPMENT
INITIATIVE (Ag-CDI)

Le 31 Mars, 2008

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES.....	pages 2-3
RESUMÉ.....	page 4-5

Section I: Évaluation environnementale de la durabilité de l'utilisation des grains, cultures oléagineuses, cultures énergétiques vivaces et résidus de culture annuels pour produire de la bioénergie

RESUMÉ.....	page 6
-------------	--------

1.1 Besoins énergétiques pour la production de charges d'alimentation de biomasse

- Cumulative Energy and Global Warming Impact from the Production of Biomass for Biobased Products, *par Dale et Kim*.....page 7
- The Potential of C₄ Perennial Grasses for Developing a Global Bioheat Industry, *par Samson et coll*.....page 8

1.2 Répercussions environnementales (N₂O, carbone, qualité du sol et de l'eau, biodiversité)

- N₂O Release from Agro-Biofuel Production Negates Global Warming Reduction by Replacing Fossil Fuels, *par Crutzen et coll*.....page 9
- Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land Use Change, *par Searchinger et coll*.....page 10
- Effects of Agricultural Beneficial Management Practices (BMPs) on Conservation and Restoration of Biodiversity in Agricultural Regions, *par ERIN Consulting Ltd et REAP-Canada*.....page 11

1.3 Durabilité des résidus de culture

- Crop Residues as Soil Amendments and Feedstock for Bioethanol Production, *par Lal*page 12
- Corn Stover to Sustain Soil Organic Carbon Further Constrains Biomass Supply, *par Wilhelm et coll*.....page 13

Section II: Évaluation environnementale de la durabilité des systèmes de conversion bioénergétique

RESUMÉ.....	page 14
-------------	---------

2.1 Options technologiques

- Biofuel Technology Handbook, *par Janssen et Rutz*.....page 15

2.2 La sécurité énergétique et les avantages des biocarburants en termes de GES

- A Review of Assessments Conducted on Bio-Ethanol as a Transportation Fuel from a Net Energy, Greenhouse Gas, and Environmental Life Cycle Perspective, *par von Blottnitz et Curran*page 16
- Ethanol Can Contribute to Energy and Environmental Goals, *par Farrell et coll*.....page 17
- Environmental, Economic, and Energetic Costs and Benefits of Biodiesel and Ethanol Biofuels, *par Hill et coll*page 18
- Energy Balances of Biodiesel Production from Soybean and Canola in Canada, *par Smith et coll*.....page 19

- Greenhouse Gas Emissions of Bioenergy from Agriculture Compared to Fossil Energy for Heat and Electricity Supply, *par Jungmeier et Spitzer*.....page 20
- Analysing Ontario Biofuel Options: Greenhouse Gas Mitigation Efficiency and Costs, *par Samson et coll.*.....page 21
- Life Cycle Assessment of Biogas from Maize Silage and from Manure, *par Thyo et Wenzel*.....page 22

2.3 Questions liées à la base géographique

- Bio-Ethanol Production in Brazil, *par Boddey et coll.*.....page 23

Section III: Évaluation socio-économique de la durabilité de la production bioénergétique

RESUMÉ.....page 24

- Sustainable Bioenergy: A Framework for Decision Makers, *par UN-Energy*.....page 25
- Ethanol and the Local Economy: Industry Trends, Location Factors, Economic Impacts, and Risks, *par Isserman et Low*.....page 26
- A Review of the Economic Rewards and Risks of Ethanol Production, *par Swenson*.....page 27
- The Ripple Effect: Biofuels, Food Security, and the Environment, *par Naylor et coll.*.....page 28
- Food Outlook: Global Market Analysis, *par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)*.....page 29

Section IV: Commerce et normes des biocarburants durables

RESUMÉ.....page 30

- Developments in International Bioenergy Trade, *par Junginger et coll.*.....page 31
- Canada Report on Bioenergy 2008, *par Climate Change Solutions*page 32
- Overview of Recent Developments in Sustainable Biomass Certification, *par van Dam et coll.*.....page 33
- Roundtable on Sustainable Biofuels (Version Zero), *par L'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) Energy Center*.....page 34
- Biofuels Sustainability Scorecard, *par la Banque Interaméricaine de Développement (BID)*page 35

Section V: Résumé des questions et suggestions en matière de politiques

RESUMÉ.....page 36

- The State of Food and Agriculture: Biofuels: Prospects, Risks, and Opportunities, *par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)*.....page 37
- Risk Governance Guidelines for Bioenergy Policies, *par l'International Risk Governance Council (IRGC)*.....page 38
- Biofuels: Is the Cure Worse than the Disease?, *par Doornbosch et Steenblik*.....page 39
- Sustainable Biofuels Redux, *par Robertson et coll.*.....page 40
- Sustainable Biofuels: Prospects and Challenges, *par The Royal Society*.....page 41

RÉSUMÉ

Diverses facettes environnementales, économiques et sociales intimement liées touchent la durabilité des biocarburants. Par exemple, bien que les biocarburants puissent accroître la sécurité énergétique, le développement rural et la réduction des émissions de GES, ils présentent également plusieurs risques, y compris des répercussions environnementales négatives sur la biodiversité, l'eau, le sol et l'air, ainsi que des préoccupations sociales entourant la sécurité alimentaire, les droits fonciers et l'emploi. De plus, ils amènent des problèmes économiques, dont la hausse des prix, la rentabilité, ainsi que les distorsions des marchés et des échanges.

Ces types de compromis varient considérablement selon les sortes de biocarburants ainsi que l'endroit où on les cultive. Ils ont engendré un vif débat sur la meilleure façon de poursuivre le développement des biocarburants. D'une part, certains gouvernements, principalement en Amérique du Nord, ont opté pour la promotion des biocarburants des régions tempérées, en particulier les biocarburants liquides comme l'éthanol de maïs et le biodiesel de soya pour les transports, en mettant en place des programmes d'encouragement et des mandats pour produire des mélanges. Dans d'autres pays, comme l'Allemagne, on a récemment appuyé les biocarburants gazeux tels que le biogaz à base de maïs fourrage. Les programmes d'énergie verte qui font usage de biocarburants solides, comme les granulats, aiguissent l'intérêt à titre de moyen visant à supplanter la production d'énergie alimentée au charbon. Ces programmes, qui concernent surtout la production résidentielle, ont pour but d'accroître l'indépendance énergétique, de réduire les émissions de GES éventuelles et de permettre au secteur agricole d'utiliser la capacité de production excédentaire. D'autre part, toutefois, la mise à l'échelle rapide des biocarburants des régions tempérées, surtout provenant des récoltes annuelles utilisées, à grande échelle, pour les aliments pour humains et animaux, est jugée présenter d'importantes conséquences négatives, en particulier sur l'approvisionnement alimentaire mondial et les ménages pauvres. Cette situation touche notamment les populations pauvres des pays en développement. Certains organismes font de grands efforts pour mettre un frein définitif au développement de biocarburants sur les terres agricoles. D'autres proposent de n'utiliser que les terres agricoles marginales moins importantes pour la production de cultures alimentaires aux fins de culture d'approvisionnements énergétiques.

De plus, la plus grande controverse dans le domaine du développement des biocarburants, jusqu'à maintenant, reste probablement l'importation de biocarburants liquides des tropiques. L'huile de palme, qui est importée dans certains pays européens pour produire du biodiesel, engendre une bonne part de polémique en raison de ses répercussions sur le déboisement tropical (et le carbone libéré qui en résulte) ainsi que la destruction des tourbières hautes tropicales, ce qui libère du méthane. L'importation de l'éthanol produit à partir de la canne à sucre des tropiques attire également sa part de critiques, principalement en raison de son incidence sur la sécurité alimentaire des pays en développement, ainsi que du potentiel de concurrence avec les terres actuellement utilisées comme pâturages pour bestiaux ou pour la production de soya. Dans l'ensemble, on note un grand besoin d'améliorer la durabilité des biocarburants dans les régions tant tropicales que tempérées.

Par conséquent, les différences entre les contextes, utilisations, incidences sur la durabilité et structures de politique des diverses formes de bioénergie et d'approvisionnements bioénergétiques sont complexes. La controverse entourant la nature, le choix du moment et la portée du développement des biocarburants devraient rester pertinente pour de nombreuses années à venir. Il est, de ce fait, important d'évaluer et de comparer divers systèmes bioénergétiques, et leurs résultats, en regard de différents critères environnementaux, sociaux et économiques. Bien que les connaissances de la durabilité environnementale de la production d'intrants de biomasse et des procédés de conversion de la bioénergie soient approfondies, il reste beaucoup à apprendre au chapitre de la durabilité sociale du développement des biocarburants.

Ce projet compile une bibliographie commentée actuelle et pertinente sur la durabilité au sein de l'industrie des biocarburants. Il met l'accent sur les différentes répercussions de plusieurs approvisionnements pour les biocarburants, procédés de conversion et utilisations finales. Le projet est composé de cinq parties, conformément aux thèmes applicables indiqués ci-dessous.

La *partie I* aborde les questions de durabilité environnementale entourant la production de diverses cultures de climat tempéré pour la conversion en biocarburants, dont le maïs, le soya, le panic érigé, le canola et les résidus de culture, ainsi que des cultures de climat tropical comme la canne à sucre. Elle fait ressortir l'énergie requise pour produire ces approvisionnements et note les conséquences environnementales connexes sur les émissions de GES (en particulier le CO₂ et le N₂O), la biodiversité, le sol et l'eau.

La *partie II* souligne les différents systèmes et diverses technologies de conversion des biocarburants, ainsi que leurs incidences environnementales afférentes. Elle passe en revue, sur le plan du cycle de vie, le gain énergétique net, les rapports extrant-intrant énergétique et le potentiel d'atténuation des GES de divers approvisionnements pour les biocarburants et procédés de conversion. Parmi ceux-ci, on retrouve l'éthanol à base de maïs et de blé, le biogaz tiré du fumier et des cultures énergétiques, le biodiesel de soya et de canola, ainsi que les graminées vivaces et résidus de culture utilisés pour produire de la biochaleur.

La *partie III* examine les questions socio-économiques découlant de la production bioénergétique. Elle aborde les conséquences sur les prix des aliments, les marchés du bétail, le développement économique rural, les niveaux d'emploi, les conditions de travail et la structure de l'agriculture. Ce faisant, elle permet d'expliquer l'influence de l'efficacité économique, du soutien de l'État, du changement d'affectation des terres, de la propriété, du contexte économique local particulier et de l'ampleur de la technologie concernant ces répercussions socio-économiques.

La *partie IV* décrit brièvement les motivations et limites du commerce international de la bioénergie. Elle présente des chiffres précis d'importation et d'exportation pour le Canada. Cette partie met également en évidence les récents progrès en termes de normes de durabilité de la biomasse, ainsi que leur potentiel, qui ont pour but d'assurer que les approvisionnements et les biocarburants sont produits de manière durable à la fois sur le plan social et environnemental.

La *partie V* compile ces diverses questions de durabilité, en plus de faire état de différentes suggestions en matière de politiques pour une gestion accrue de la production et l'utilisation de la bioénergie. À noter qu'il est utile de lire cette partie avant de consulter les parties I à IV, surtout pour ceux et celles qui souhaitent une grande vue d'ensemble des questions liées à la durabilité environnementale, sociale et économique du développement des biocarburants.

Dans l'ensemble, il existe de plus en plus de documents sur la durabilité des biocarburants pouvant aider à fournir une meilleure base aux chercheurs, décideurs et promoteurs de projet, ce qui améliorera progressivement la durabilité de l'industrie des biocarburants dès les premiers stades.

I. Évaluation environnementale de la durabilité de l'utilisation des grains, cultures oléagineuses, cultures énergétiques vivaces et résidus de culture annuels pour produire de la bioénergie

RÉSUMÉ

La partie I aborde les questions de durabilité environnementale liées à la production de culture pour produire de la bioénergie.

La partie 1.1 examine les bilans énergétiques globaux, de même que les intrants et extrants, de diverses cultures pour les biocarburants. Il y a d'abord les cultures tempérées tels que le maïs, la luzerne, le soya, le canola, le colza, le panic érigé et les résidus de culture, puis les cultures tropicales comme la canne à sucre et l'herbe à éléphant. Cette partie offre un aperçu de l'énergie cumulative totale produite à partir des cultures, en plus de l'énergie nécessaire pour cette production. Parmi les exemples de facteurs de production externes importants qui contribuent aux besoins en énergie fossile d'un approvisionnement particulier, on retrouve l'engrais azoté, l'énergie fossile utilisée lors des opérations au champ et l'énergie nécessaire au séchage des récoltes. L'efficacité à laquelle une culture convertit l'énergie solaire en matériel végétal contribue largement à l'obtention d'un bilan énergétique positif. Il est important de noter que l'on ne peut pas souvent comparer directement les études sur ce sujet, en raison de l'utilisation de différentes unités de mesure, des limites de l'analyse distinctes et de régions géographiques éparses. Par exemple, un document de cette partie mesure les besoins énergétiques en termes de MJ d'intrants énergétiques par kg de récolte produite, alors que l'autre calcule les GJ d'intrants énergétiques par GJ d'énergie renouvelable produite. De plus, certaines études comprennent l'énergie consacrée au transport vers une bioraffinerie, alors que d'autres non. Dans l'ensemble, les estimations des besoins énergétiques varient selon la technologie, les facteurs de production et la distance de transports considérée, entre autres facteurs. Il semble exister une lacune en termes d'uniformité concernant la façon avec laquelle est effectuée l'analyse énergétique de la production de culture de biomasse.

La partie 1.2 évalue d'autres répercussions sur l'environnement associées à la production d'approvisionnements pour la bioénergie. Elles comprennent les effets sur les émissions de N₂O, la qualité de l'eau et du sol, ainsi que la biodiversité. En règle générale, les récoltes annuelles semblent présenter des conséquences environnementales plus graves que les cultures vivaces cultivées comme approvisionnements pour la bioénergie. La production de récoltes annuelles tend à faire usage de pratiques culturales intensives, comme le travail annuel des sols. De plus, les traitements herbicides et l'utilisation accrue d'engrais azoté donnent souvent un plus grand ruissellement de terre et de nutriments provenant des champs. En même temps, des émissions accrues de CO₂ peuvent se produire quand les agriculteurs du monde entier réagissent aux hausses de prix des produits et de demande pour les biocarburants. Ils convertissent alors les forêts et prairies en nouvelles terres arables, de façon à remplacer les terres converties pour les biocarburants. Cependant, il existe moins de renseignements sur les effets de ces changements d'affectation des terres sur le déboisement. De plus, il serait avantageux d'avoir en main une plus grande quantité de données concrètes sur les modifications de la biodiversité, les effets des engrais phosphatés sur l'environnement (par l'eutrophication, etc.) et les répercussions propres au Canada.

La partie 1.3 aborde les questions de durabilité environnementale associées à l'utilisation de résidus de culture comme approvisionnements énergétiques. Elle passe en revue les avantages possibles du retour des résidus de culture au sol, y compris la qualité améliorée des sols, les compensations des émissions de CO₂ et les degrés accrus de biodiversité des sols. Les compromis entre l'élimination des résidus lignocellulosiques de céréales pour les approvisionnements de biocarburants et leur retour au sol sont, de ce fait, discutés. En général, utiliser l'érosion du sol comme paramètre de durabilité donne de meilleurs taux d'élimination des résidus de culture. Cependant, il semble que l'élimination de la biomasse est mieux régie par la durabilité du carbone dans le sol.

1.1 : Besoins énergétiques pour la production d'intrants de biomasse

Cumulative Energy and Global Warming Impact from the Production of Biomass for Biobased Products, par Dale et Kim, Journal of Industrial Ecology, volume 7, numéro 3-4, 2004, pages 147-162

Ce document estime l'énergie cumulative et les répercussions sur le réchauffement planétaire associées à la production de maïs, de soya, de luzerne et de panic érigé, ainsi qu'au transport de ces cultures à une bioraffinerie. Les données relatives aux facteurs de production agricoles pour chaque culture ont été recueillies en Illinois, en Indiana, en Iowa, au Michigan, au Minnesota, en Ohio et au Wisconsin. L'étude a pour but de contribuer aux analyses détaillées du cycle de vie à venir des systèmes de production de bioproduits.

Deux cas sont utilisés au sein de cette étude : Le « cas A », qui représente un système de production d'engrais azoté faible en CO₂ et le « cas B », représentant un engrais azoté pour lequel le CO₂ est considéré comme un déchet lors de la production de l'engrais.

Premièrement, pour produire 1 kg de maïs, les besoins totaux en énergie cumulative équivalent à 1,99 MJ pour le cas A et 2,66 MJ pour le cas B. Les répercussions sur le réchauffement planétaire équivalent à 246 g d'équivalent CO₂/kg pour le cas A et 286 g d'équivalent CO₂/kg pour le cas B. L'engrais azoté et l'utilisation de diesel agricole contribuent le plus à ces valeurs.

Deuxièmement, pour produire 1 kg de soya, les besoins totaux en énergie cumulative sont de 1,98 MJ pour le cas A et de 2,04 MJ pour le cas B. Les répercussions sur le réchauffement planétaire sont de 159 g d'équivalent CO₂/kg pour le cas A et de 163 g d'équivalent CO₂/kg pour le cas B. Plus de 65 % de ces valeurs sont issus de combustibles liquides (diesel et essence) utilisés pour la production et le transport du soya.

Troisièmement, pour produire 1 kg de luzerne, à la fois pour le cas A et le cas B, les besoins en énergie cumulative sont de 1,24 MJ/kg et les répercussions sur le réchauffement planétaire sont de 89 g d'équivalent CO₂/kg. L'utilisation de diesel agricole et l'énergie associée au transport de la luzerne à la bioraffinerie contribuent le plus à ces chiffres. Il n'existe aucune différence entre les deux cas en raison de l'absence d'engrais azoté lors de la production de la luzerne.

Quatrièmement, pour produire 1 kg de panic érigé, les besoins en énergie cumulative sont de 0,97 MJ pour le cas A et de 1,34 MJ pour le cas B. Les répercussions sur le réchauffement planétaire sont de 124 g d'équivalent CO₂/kg pour le cas A et de 147 g d'équivalent CO₂/kg pour le cas B. L'utilisation du diesel constitue le principal facteur des besoins en énergie cumulative du cas A et l'engrais azoté est le principal facteur du cas B. Dans les deux cas, l'énergie associée au transport à la bioraffinerie représente environ 20 % des besoins en énergie cumulative. Les émissions de GES proviennent en premier lieu des émissions de N₂O des champs et, en second lieu, de l'utilisation du diesel (provenant surtout du transport).

Dans l'ensemble, l'étude a démontré que cultiver des cultures vivaces, comme la luzerne ou le panic érigé, nécessite moins d'énergie fossile et émet moins de CO₂ que la culture du maïs-grain ou du soya. Les auteurs notent que la recherche à venir doit se concentrer sur l'attribution, aux différentes fonctions fournies par les diverses cultures, de fardeaux environnementaux dans le but de pouvoir comparer, de façon directe et adéquate, les besoins en énergie cumulative et répercussions sur le réchauffement planétaire d'une culture par rapport à une autre.

Lien Web disponible à:

http://mitpress.mit.edu/journals/JIEC/v7n3-4/jiec_7_3-4_147_0.pdf

The Potential of C₄ Perennial Grasses for Developing a Global Bioheat Industry, par Samson et coll., Critical Reviews in Plant Science, volume 24, 2005, pages 461-495

Ce document permet d'examiner le potentiel de culture et de la production de granule des graminées de saison chaude pour le développement d'une industrie de biocarburants densifiés modernes, ou BIOCHALEUR. Pour que la BIOCHALEUR devienne, à l'échelle mondiale, une nouvelle stratégie d'énergie renouvelable prometteuse, on doit élaborer les stratégies de production végétale les plus efficaces possible pour capter le rayonnement solaire (énergie solaire) et l'accumuler dans les plantes (pile solaire), le tout à un faible coût par gigajoule (GJ) d'énergie accumulée. Les caractéristiques recherchées pour les intrants énergétiques comprennent de ce fait : (1) La conversion efficace du rayonnement solaire dans le matériel végétal. (2) L'utilisation efficace de l'eau. (3) L'interception du rayonnement solaire pendant la plus longue période possible lors de la saison de végétation. (4) Un minimum d'intrants nécessaire pour la production de la récolte.

Les auteurs mentionnent que les graminées vivaces C₄ possèdent ces caractéristiques recherchées. Par exemple, en Ontario, lors de la mesure du captage de l'énergie solaire et des besoins énergétiques en combustibles fossiles des cultures, on a constaté que le panic érigé consomme 0,8 GJ par tonne de matière sèche (tms) d'énergie fossile (comparativement à 2,9 GJ/tms pour le maïs-grain) et produit 163,8 GJ/ha d'énergie utile (comparativement à 98,3 GJ/ha pour le maïs-grain). De plus, des graminées de saison chaude (C₄) densifiées, comme le panic érigé, offre un bilan énergétique de 14.6:1, alors que les bilans énergétiques nets d'autres sources bioénergétiques sont moins importants (1.21:1 pour l'éthanol de maïs, 4.43:1 pour l'éthanol de panic érigé et 1.47:1 pour le biodiesel de colza). On peut également développer des graminées vivaces C₄ en tant qu'approvisionnements de BIOCHALEUR dans des milieux tropicaux. L'herbe à éléphant du Brésil, par exemple, fournit un bilan énergétique global de 21.1:1.

Les granules de graminées sont, par conséquent, de plus en plus perçus comme un moyen durable de satisfaire aux besoins de chauffage plus économique que les autres types d'énergie de remplacement. Voici d'où provient l'efficacité énergétique et la rentabilité des granules de graminées comme combustible : (1) L'utilisation efficace de terres agricoles marginales peu coûteuses pour le captage d'énergie solaire. (2) L'utilisation de peu d'intrants énergétique lors de la production en champ, de même que l'excellente conversion d'énergie qui donne un excellent bilan énergétique. (3) Le procédé simple de transformation qui limite la perte d'énergie provenant de la biomasse. (4) La combustion efficace et pratique pour le chauffage, la cuisson et des fins industrielles.

Les auteurs terminent en mentionnant que la commercialisation d'espèces de plantes herbacées densifiées a été lente en raison des taux relativement élevés d'alcali et de chlore contenu dans la biomasse. Cette situation a mené à une formation de mâchefer et à l'encrassement des chaudières. Ce défi peut être relevé en apportant des améliorations à la qualité de la biomasse, de même que par des progrès en termes de sélection des plantes et de gestion des cultures visant à réduire la teneur en chlore, alcali et silice, ainsi que de nouvelles technologies de combustion. Les auteurs proposent, de ce fait, que la recherche à venir et les pratiques culturales à la fois dans les régions tropiques et tempérées mettent l'accent sur les programmes d'amélioration des graminées de saison chaude. Les graminées doivent posséder les caractéristiques suivantes: faible teneur en chlore, faible réponse à la fertilisation en potassium, faibles taux d'alcali, amélioration du rapport tiges-feuilles, capacités de fixation biologique de l'azote et teneur réduite en silice.

Lien Web disponible à:

http://www.reap-canada.com/online_library/feedstock_biomass/15-The%20Potential%20of%20C4%20Perennial%20Grasses%20for%20Developing...%20Samson%20et%20al.,%202005.pdf

1.2 Répercussions environnementales (N₂O, carbone, qualité du sol et de l'eau, biodiversité)

N₂O Release from Agro-Biofuel Production Negates Global Warming Reduction by Replacing Fossil Fuels, par Crutzen et coll., Atmospheric Chemistry and Physics Discussions, volume 8, 2007, pages 389-395

Ce document examine de nouveau la relation, à l'échelle mondiale, entre la quantité d'azote (N) fixé par des procédés chimiques, biologiques ou atmosphériques qui entre dans la biosphère terrestre et l'émission totale d'oxyde nitreux (N₂O). Il indique dans quelle mesure la réduction présumée des émissions de CO₂ en utilisant des biocarburants est contrebalancé par ce rejet de N₂O.

Les auteurs évaluent un facteur de conversion global de 3 % à 5 % de N₂O provenant d'azote amendé sur les sols, en particulier provenant de la production d'engrais azoté de synthèse. Selon leurs calculs, la quantité de N₂O supplémentaire qui entre dans l'atmosphère lors de l'utilisation d'azote pour les cultures visant à produire des biocarburants est environ trois à cinq fois plus grande que les quantités généralement estimées lors d'analyses actuelles du cycle de vie. Les émissions de N₂O supplémentaires provenant de la production de biocarburants sont calculées en termes de réchauffement planétaire par des « équivalents CO₂ ». De plus, elles sont comparées à l'effet de quasi-refroidissement de l'« économie » d'émissions de CO₂ dérivé de combustibles fossiles. Il en résulte que la production de biocarburants couramment utilisés, comme le biodiesel de colza et le bioéthanol du maïs, peut contribuer tout autant ou plus au réchauffement planétaire par des émissions de N₂O que la réduction des émissions à la suite de l'utilisation réduite de combustibles fossiles. Les cultures exigeant moins d'azote et ayant de plus faibles émissions de N₂O, telles que des graminées vivaces et diverses cultures de biomasse, ainsi que l'efficacité accrue à venir de l'absorption d'engrais azoté par les plantes, pourraient améliorer ce bilan.

Les auteurs concluent que des émissions de N₂O relativement élevées compliquent le défi déjà immense visant à contrôler le réchauffement planétaire. Ils proposent également plusieurs domaines sur lesquels d'autres études devront mettre l'accent. Premièrement, cette étude en particulier ne tient pas compte de l'incidence sur le climat associée à l'introduction de combustibles fossiles dans la production de biomasse d'une part et de la création de coproduits utiles d'autre part. Par conséquent, on doit procéder à des évaluations complètes du cycle de vie dans le but de déterminer la façon avec laquelle ces facteurs interagissent et dans quelle mesure ils se compensent l'un l'autre. Deuxièmement, les évaluations du cycle de vie doivent tenir compte des émissions de N₂O en mettant l'emphase sur le cycle de l'azote et les sources de N₂O. Troisièmement, la recherche à venir doit tenter d'estimer dans quelle mesure le fort pourcentage d'engrais azoté qui n'est pas absorbé par les plantes et l'azote organique dans le matériel végétal cultivé peut stimuler l'assimilation du CO₂ de l'atmosphère.

Lien Web disponible à:

<http://www.atmos-chem-phys.net/8/389/2008/acp-8-389-2008.pdf>

Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land Use Change, par Searchinger et coll., Science, volume 319, 2008, pages 1238-1240

Ce document traite des émissions de carbone produites lorsque les agriculteurs du monde entier réagissent aux hausses des prix et convertissent les forêts et prairies en nouvelles terres arables pour remplacer les grains (ou terres arables) utilisés pour la production de biocarburants. Il fournit une estimation des changements d'affectation des terres au moyen d'un modèle international. Ce modèle projette les augmentations en terres arables pour l'ensemble des grandes cultures sucrières et de régions tempérées par pays ou région (de même que les changements apportés à la production laitière et animale) en réaction à une hausse possible de l'éthanol de maïs étatsunien de 56 milliards de litres au-delà des niveaux annoncés pour 2016.

Les auteurs calculent que la hausse de l'éthanol de 56 milliards de litres détourne le maïs de 12,8 millions d'hectares (ha) de terres arables étatsuniennes et, en retour, procure 10,8 millions d'hectares de terres supplémentaires aux fins de culture (dont 2,8 millions d'hectares au Brésil, 2,3 millions d'hectares en Chine et en Inde, ainsi que 2,2 millions d'hectares aux États-Unis). Les émissions de gaz à effet de serre (GES) ultérieures dépendent du type de terres converties et atteindraient une moyenne d'environ 351 tonnes métriques par hectare converti (équivalent CO₂). Ainsi, l'éthanol de maïs, au lieu de produire des économies de 20 %, double pratiquement les GES sur 30 ans et accroît les GES pendant 167 ans. Même si l'éthanol de maïs ne provoque pas d'émissions, à l'exception de celles provenant d'un changement d'affectation des terres, les GES augmenteraient quand même, de façon générale, sur une période de 30 ans. Alors, dans l'ensemble, les émissions potentielles par hectare de terres converties dépassent largement les réductions annuelles des gaz à effet de serre par hectare de biocarburants.

Les auteurs notent que pour éviter tout changement d'affectation des terres, les biocarburants doivent faire usage du carbone qui pénétrerait de nouveau dans l'atmosphère sans faire de travail utile devant être remplacé, en utilisant par exemple les résidus urbains, les résidus de récolte ou encore les récoltes de graminées des terres de réserve. Les algues cultivées dans le désert, ou les cultures de biomasse poussant sur des terres qui produisent peu de carbone aujourd'hui, pourraient également garder les émissions résultant du changement d'affectation des terres à un niveau peu élevé. Une politique efficace pourrait, de ce fait, garantir l'utilisation, par les biocarburants, d'un intrant comme un déchet ou de terres pauvres en carbone qui ne déclencheront pas de grandes émissions émanant du changement d'affectation des terres.

Les auteurs concluent que les critères environnementaux proposés qui ne mettent l'accent que sur le changement direct d'affectation des terres auraient peu d'effets, puisque les émissions émanant du changement d'affectation des terres se produiront probablement de façon indirecte. Par exemple, faire obstacle aux biocarburants produits directement dans les forêts ou prairies encouragerait les transformateurs de biocarburants à s'approvisionner sur les terres arables existantes, mais les agriculteurs remplaceraient les cultures en labourant de nouvelles terres. Ce genre d'utilisation de bonnes terres arables pour produire des biocarburants aggraverait probablement le réchauffement planétaire de façon semblable à une conversion directe des forêts et prairies. Dans l'ensemble, pour créer des avantages en termes de gaz à effet de serre, le carbone produit au sol visant à supplanter les combustibles fossiles (le crédit d'absorption du carbone) doit excéder le stockage et la séquestration de carbone produits directement ou indirectement en changeant l'affectation des terres (les émissions émanant du changement d'affectation des terres).

Lien Web disponible à:

<http://www.sciencemag.org/cgi/reprint/319/5867/1238.pdf>

Effects of Agricultural Beneficial Management Practices (BMPs) on Conservation and Restoration of Biodiversity in Agricultural Regions, par ERIN Consulting Ltd et REAP-Canada, pour Environnement Canada, 2006, 309 pages

Ce document fournit une analyse poussée de l'efficacité des pratiques de gestion bénéfiques (PGB) et des lignes directrices agricoles pour la conservation et la remise en état de la biodiversité et des écosystèmes. Les auteurs définissent une PGB comme une pratique de gestion agricole qui assure la santé et la viabilité à long terme des terres destinées à la production agricole, qui a une incidence positive sur la viabilité économique et environnementale à long terme de l'industrie agricole et qui minimise les effets négatifs et les risques pour l'environnement.

L'agriculture a réduit la biodiversité par la conversion à grande échelle d'habitats indigènes en terres agricoles, l'intensification de la production et la spécialisation des activités agricoles. Ces pratiques d'intensification comprennent la monoculture, l'élimination et la dégradation de petits milieux humides et cours d'eau du paysage, la pollution et l'empoisonnement de l'eau et du sol par des composés organiques et minéraux, ainsi que l'introduction de plantes, maladies et animaux exotiques envahissants. On peut également associer ces problèmes liés à la biodiversité à la mise en culture de certain type de production de biomasse pour les biocarburants.

Dans le but d'analyser ces problèmes, les auteurs présentent une analyse approfondie pour la gestion (1) des habitats terrestres, (2) du sol, (3) des zones riveraines et de l'eau, (4) des éléments nutritifs et (5) des espèces. Par exemple, dans la présentation des PGB pour la gestion des habitats terrestres, les auteurs soulignent les gains considérables en biodiversité qui seront réalisés lors de l'utilisation accrue des cultures vivaces et systèmes agroforestiers par les fermes canadiennes. Comparativement aux systèmes annuels, les cultures vivaces ont tendance à présenter des taux très réduits d'érosion du sol, des degrés réduits de pollution par les nitrates de l'eau souterraine et de perte de phosphore dans l'eau de surface, de faibles intrants énergétiques et une utilisation réduite de pesticides. De plus, les cultures vivaces emmagasinent des volumes beaucoup plus importants de carbone dans le sol et fournissent un habitat et de la nourriture à certaines espèces pendant la majeure partie de l'année. Les graminées vivaces cultivées à titre de cultures énergétiques, comme le panic érigé, offrent ces avantages et peuvent également accroître la diversité des espèces, puisqu'il n'est pas absolument nécessaire de conserver des monocultures pures. Ces cultures contrastent vivement avec la production de maïs, qui fournit peu d'avantages en termes de biodiversité en raison des taux accrus d'érosion du sol et du déchargement d'éléments nutritifs. Elle procure également des ressources alimentaires peu abondantes pour les papillons, les pollinisateurs sauvages et les oiseaux à cause de la faible biomasse des plantes nuisibles.

Les auteurs suggèrent de ce fait de faire de nouveaux efforts pour intégrer une plus grande quantité d'espèces vivaces aux paysages agricoles, comme planter des mélanges adaptés de variétés de graminées de saison chaude près des aires naturelles. Il existe une forte possibilité de voir un grand nombre de terres agricoles canadiennes transformées en systèmes de production de biocarburants (65 % du paysage agricole de l'Ontario peut être converti en cultures énergétiques). La coopération entre les divers acteurs est nécessaire pour parvenir à une telle réduction des risques agricoles pour la biodiversité, mais au bout du compte, la partie la plus cruciale du programme de conservation de la biodiversité se situe au niveau de chaque ferme.

Lien Web disponible à:

http://www.reap-canada.com/online_library/feedstock_biomass/Pepper%20et%20al.,%202006.pdf

1.3 Durabilité des résidus de culture

Crop Residues as Soil Amendments and Feedstock for Bioethanol Production, par Lal, Waste Management, volume 28, numéro 4, 2008, pages 747-758

Au moyen de ce document, les auteurs cherchent à savoir si les résidus de culture doivent servir à la séquestration du carbone (C) et à l'amélioration de la qualité du sol, ou encore à la production d'énergie. Ce faisant, ils tentent de déterminer si cette décision doit être prise au moyen de considérations économiques à court terme ou de la durabilité à long terme des ressources naturelles. Ils tentent également d'établir si les besoins en carburants renouvelables l'emportent sur l'urgence de parvenir à une sécurité alimentaire mondiale.

Les auteurs notent que le retour des résidus de culture à la terre procure plusieurs avantages importants, étant donné que le l'amélioration des indicateurs de la qualité du sol (c.-à-d., la vitesse d'infiltration, la concentration de carbone organique du sol, l'agrégation, la concentration en éléments nutritifs, l'activité des lombrics, le carbone de la biomasse microbienne, etc.) augmente selon la quantité et la qualité des résidus de culture retournés au sol. Dans l'ensemble, le retour de résidus au sol renforce le recyclage des éléments nutritifs, accroît la fertilité du sol et améliore la productivité culturale. De plus, elle compense les émissions de CO₂ par des concentrations améliorées de carbone organique du sol et accroît la biodiversité en fournissant des substrats alimentaires et des habitats à la faune des sols. Une telle production alimentaire accrue pourrait s'avérer d'une importance considérable pour soulager l'insécurité alimentaire mondiale.

D'autres stratégies d'utilisation des résidus de culture dans le but de réduire les émissions de CO₂ comprennent la séquestration dans l'océan, le coffrage avec le charbon et la conversion en éthanol. Cependant, ces procédés occasionnent l'élimination des résidus des sols; de plus, l'élimination excessive (>25 %) et continue (>10 ans) des résidus de culture peut compromettre la qualité du sol, diminuer la productivité culturale, accentuer l'érosion du sol, augmenter la pollution diffuse et aggraver le problème d'hypoxie des écosystèmes côtiers. Ainsi, les auteurs suggèrent d'utiliser les résidus lignocellulosiques des céréales (c.-à-d., maïs, blé, orge, avoine, riz, etc.) pour accroître la qualité du sol plutôt que pour les biocarburants ou autres utilisations concurrentes. Les avantages à long terme de l'accroissement de la qualité du sol l'emporteront sur les gains économiques à court terme qui seront réalisés lors de la vente des résidus pour la production d'éthanol.

Les auteurs présentent plusieurs graminées, dont le panic érigé, le Barbon de Gérard, la hiérocloé odorante, le calamagrostide du Canada et la spartine pectinée, comme des intrants de remplacement potentiels pour la production de biocarburants et la séquestration de carbone organique dans le sol. Les espèces telles que l'herbe de Guinée, l'herbe à éléphant, l'herbe de mélasse et le barbon ont également un potentiel de production de biomasse élevé et on peut les cultiver dans des milieux tropiques. Ces graminées, de même que les plantes ligneuses vivaces à courte rotation, peuvent être établies sur des terres excédentaires ou ne présentant qu'un intérêt marginal en agriculture, des sols dégradés ou des sols perturbés. Les avantages complémentaires peuvent comprendre la lutte contre l'érosion, l'amélioration de la qualité de l'eau, la création d'habitats fauniques et la restauration des sols et écosystèmes dégradés. Les intrants pour les biocarburants peuvent également provenir d'autres biosolides tels que les déchets animaux, les déchets urbains solides et les déchets de l'industrie alimentaire. Dans l'ensemble, les auteurs soulignent que les résidus de culture doivent être conservés pour assurer la qualité du sol. On doit utiliser d'autres intrants pour les biocarburants afin d'avoir une forte incidence sur le cycle mondial du carbone et, ainsi, réduire les émissions nettes de CO₂ dans l'atmosphère, tout en satisfaisant aux exigences mondiales en matière d'énergie.

Ce document présente des estimations de la quantité de tiges de maïs nécessaire pour maintenir le carbone organique du sol, qui est responsable des propriétés favorables du sol, de même que des niveaux de tiges de maïs nécessaires pour éviter l'érosion éolienne et hydrique.

Quand ils sont retournés à la terre, les résidus de culture aident à ravitailler le carbone organique du sol qui, d'habitude, lors des activités de production végétale, est réduit de 30 % à 50 % par rapport aux niveaux historique avant la mise en culture. Le carbone organique du sol retient et recycle les nutriments, améliore la structure des sols, accroît les caractéristiques d'échange d'eau et l'aération, en plus de maintenir la vie microbienne du sol. En même temps, le rendement des cultures et la valeur des services environnementaux (comme la séquestration du carbone et de l'azote) peuvent être supérieurs pour les sols possédant une plus grande quantité de carbone organique du sol.

Les pratiques de régie de culture ont de grandes conséquences sur le taux d'érosion et de décomposition des matières organiques. Par conséquent, à partir d'une récente étude étatsunienne, les auteurs évaluent les quantités de tige de maïs nécessaires au maintien de la concentration en carbone organique du sol : 12,50 Tm/ha pour un travail du sol avec charrue à socs et versoirs en rotation maïs-soya (M-S); 7,90 Tm/ha pour un semis direct ou un travail de conservation du sol en rotation M-S; 7,58 Tm/ha pour un travail du sol avec charrue à socs et versoirs avec monoculture de maïs; et 5,25 Tm/ha pour un semis direct ou un travail de conservation du sol avec monoculture de maïs. De plus, la quantité estimée de tige de maïs nécessaire pour limiter l'érosion hydrique se situe entre 0,65 Tm/ha pour un semis direct ou un travail de conservation du sol en monoculture de maïs et 7,98 Tm/ha pour un travail du sol avec charrue à socs et versoirs en rotation M-S. De plus, la quantité estimée de tige de maïs nécessaire pour limiter l'érosion éolienne se situe entre 0,14 Tm/ha pour un semis direct ou un travail de conservation du sol avec monoculture de maïs et 2,74 Tm/ha pour un travail du sol avec charrue à socs et versoirs en rotation M-S.

La tige de maïs exportable de façon durable varie aussi grandement selon la pratique agricole. Par exemple, on pourrait récolter les tiges de manière durable avec des rendements en grains d'au moins 17 Tm/ha en vertu d'un travail du sol avec charrue à socs et versoirs en rotation M-S, de 11 Tm/ha en vertu d'un semis direct ou d'un travail de conservation du sol en rotation M-S, de 10 Tm/ha en vertu d'un travail du sol avec charrue à socs et versoirs avec monoculture de maïs et de 6,5 Tm/ha en vertu d'un semis direct ou d'un travail de conservation du sol avec monoculture de maïs.

Dans l'ensemble, ces estimations indiquent que la tige nécessaire pour maintenir le carbone organique du sol, donc la productivité, constitue une contrainte plus grande pour la récolte de biomasse cellulosique durable, sur le plan environnemental, que ce qui est nécessaire pour contrôler l'érosion hydrique et éolienne. Une initiative d'envergure est nécessaire pour élaborer des systèmes de culture de pointe qui accroissent considérablement la production de biomasse, et ce, dans le but de fournir, de façon durable, des approvisionnements celluloses sans miner la productivité de la culture et du sol. Les auteurs concluent qu'il est nécessaire d'aborder ces besoins dès maintenant, en raison de la vitesse à laquelle la politique gouvernementale étatsunienne et l'industrie énergétique plus générale s'intéressent aux combustibles celluloses, ainsi que la lenteur à laquelle le carbone organique du sol s'accroît à la suite d'une meilleure régie.

II. Évaluation environnementale de la durabilité des systèmes de conversion bioénergétique

RÉSUMÉ

La partie II aborde les questions de durabilité environnementale découlant d'un éventail de systèmes de conversion de la bioénergie.

La partie 2.1 décrit brièvement les options technologiques du secteur des biocarburants. Elle est axée sur les divers procédés de conversion et différentes utilisations finales du bioéthanol, des biocarburants dérivés de lipides, des carburants BtL (« biomass to liquid »), du biométhane et du biohydrogène. Les répercussions possibles, de même que les progrès potentiels, de la transformation de ces biocarburants (et autres biocarburants) sont également caractérisées.

La partie 2.2 passe en revue, sur le plan du cycle de vie, le gain énergétique net, les rapports extrant-intrant énergétique et le potentiel d'atténuation des GES de divers biocarburants. Ils comprennent l'éthanol à base d'amidon, de sucre et de matières lignocellulosiques, le biogaz tiré du fumier et des cultures énergétiques, le biodiesel de soya et de canola, l'ester méthylique de colza et de tournesol, ainsi que les cultures vivaces et les résidus de culture utilisés pour produire de la biochaleur. Certaines des études sommaires abordent également les considérations économiques telles que la rentabilité et les questions de santé humaine et de salubrité de l'environnement. Toutefois, il reste des écarts critiques, surtout en ce qui concerne les répercussions, au cours du cycle de vie, des biocarburants sur l'environnement (c.-à-d., l'érosion des sols, le déboisement, l'acidification, la biodiversité, l'eutrophication, etc.) et les humains (c.-à-d., les conséquences sur l'approvisionnement alimentaire, la pollution atmosphérique, la toxicité chez l'humain, etc.). De plus, les études fondées sur le cycle de vie utilisent souvent différentes frontières. Certaines d'entre elles considèrent les co-produits ou l'énergie alimentaire consommés par les travailleurs et/ou les utilisations de référence évitées, alors que d'autres non. Par conséquent, les travaux à venir doivent mettre l'accent sur une analyse qui englobe véritablement le cycle de vie. D'autres recherches axées sur l'éthanol lignocellulosique et de sucre, de même que les options de biocarburants propres au Canada, seraient également utiles.

La partie 2.3 comprend l'analyse des exigences, sur le plan des terres et des distances de transport, pour la production d'installations de conversion de biocarburants de taille commerciale, en s'articulant autour de l'éthanol de canne à sucre au Brésil. Une fois de plus, il serait pratique de combler les écarts au chapitre des données canadiennes sur le sujet. Par exemple, les comparaisons entre les besoins en termes de terres et les distances de transport vers les usines d'éthanol cellulosique et à base de grains, installations de biogaz et installations de conversion de granulation et de briquetage, seraient utiles dans le contexte canadien.

Dans l'ensemble, les répercussions des biocarburants sur les émissions de gaz à effet de serre et l'environnement varient de façon spectaculaire selon l'utilisation des approvisionnements, l'emplacement géographique, la pratique agricole et la technologie de conversion.

2.1 Options technologiques

Biofuels Technology Handbook, par Janssen et Rutz, pour WIP Renewable Energies, Munich, 2008, 152 pages

Ce manuel décrit en détail divers intrants pour les biocarburants et technologies de conversion, en mettant l'accent sur les biocarburants de première génération comme le bioéthanol, le biodiesel, l'huile végétale pure et le biométhane. Il permet également d'examiner les biocarburants de deuxième génération comme les carburants BtL (Biomass to Liquid) et le bioéthanol provenant de la lignocellulose, de même que le biohydrogène. Le cycle de vie entier des biocarburants est évalué en vertu des aspects techniques, économiques, écologiques et sociaux.

La partie A du manuel aborde les caractéristiques communes des biocarburants, y compris le potentiel des sources des intrants pour les biocarburants, les politiques en matière de biocarburants (c.-à-d., les obstacles à l'accès au marché, la normalisation et le commerce international) et leurs répercussions sur la pénétration des biocarburants sur le marché. Elle porte également sur les cycles de vie fondamentaux des biocarburants et aborde le bilan énergétique, les émissions, la durabilité, l'économie et les coproduits.

Dans la partie B, les caractéristiques et applications des biocarburants pour les transports sont indiquées et évaluées. Les intrants particuliers, les processus de production, les propriétés, les applications technologiques, l'état de la normalisation, le bilan énergétique, les émissions, ainsi que les caractéristiques économiques et durables des biocarburants suivants sont abordées : bioéthanol, biocarburants provenant de lipides, carburants BtL, biométhane et biohydrogène. Les méthodes de calcul des GES sont présentées et les répercussions potentielles sur la production de biocarburants sont caractérisées, dont le déboisement des forêts pluviales et milieux humides, la perte de biodiversité, la pollution de l'eau, la santé humaine, la main-d'œuvre enfantine et les conditions de travail.

La partie C souligne les innovations à venir dans le secteur des biocarburants. Les auteurs notent que l'avenir des biocarburants dépend des questions suivantes liées au développement technique : (1) Les biocarburants de première génération par rapport à ceux de deuxième génération. (2) Les concepts de bioraffinage intégrés. (3) Les stratégies visant les nouvelles technologies en matière de véhicules. Premièrement, bien que les biocarburants de première et de deuxième génération présentent des avantages et désavantages nets, les auteurs mentionnent que la création d'un secteur des transports durable dans un avenir prévisible dépend de la promotion et du développement réussis des deux types de biocarburants. Deuxièmement, le concept de bioraffinage intégré est perçu comme une approche globale visant la production de biocarburants, par laquelle ce qu'on appelle les « bioraffineries » produisent des biocarburants ainsi que des coproduits de grande valeur. Ces coproduits sont traités de nouveau à la même raffinerie dans le but d'ajouter de la valeur. D'une façon semblable aux raffineries de combustibles fossiles, les biocarburants représenteraient la majeure partie de la production totale d'une bioraffinerie, alors que les produits chimiques et autres matières rapporteraient le plus de profits. Troisièmement, les auteurs notent différentes stratégies en cours d'approfondissement dans le but de modifier la technologie des moteurs classiques et de promouvoir l'utilisation des biocarburants. Par exemple, à court terme, le moteur à combustion d'aujourd'hui est amélioré pour devenir une option efficace et durable n'exigeant aucune infrastructure supplémentaire. À long terme, le développement de moteurs électriques axés sur les piles à combustible et les batteries à efficacité supérieure ne produisant pas d'émissions est considéré (bien que bon nombre de défis techniques et économiques restent à régler).

Lien Web disponible à:

http://www.compete-bioafrica.net/publications/publ/Biofuel_Technology_Handbook_version2_D5.pdf

2.2 La sécurité énergétique et les avantages des biocarburants en termes de GES

A Review of Assessments Conducted on Bio-Ethanol as a Transportation Fuel from a Net Energy, Greenhouse Gas, and Environmental Life Cycle Perspective, par von Blottnitz et Curran, *Journal of Cleaner Production*, volume 15, issue 7, 2007, pages 607-619

Ce document examine 47 études axées sur le cycle de vie, publiées entre 1996 et 2004, à propos du bioéthanol fabriqué à partir de divers approvisionnements aux fins d'utilisation comme carburant de transport.

Les résultats sont présentés dans trois catégories d'un intérêt particulier vis-à-vis de la question de la durabilité environnementale : (1) La diminution de la dépendance aux combustibles fossiles par des évaluations du bilan énergétique. (2) La réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES). (3) La diminution des effets sur la santé et l'environnement tout au long du cycle de vie.

La plupart des études rapportent des effets de remplacement de l'énergie fossile (GJ/ha par an) allant de modérés à importants pour les systèmes utilisant le bioéthanol. Au chapitre des terres, les cultures sucrières sont les plus efficaces pour remplacer l'énergie fossile; en effet, la canne à sucre tropicale (à 250 GJ/ha par an) donne de bien meilleurs résultats que la betterave à sucre dans les régions tempérées. Les cultures amylicées, comme le maïs, les pommes de terre, le blé et le seigle, remplacent beaucoup moins d'énergie fossile (35 à 50 GJ/ha.a). L'éthanol provenant d'intrants lignocellulosiques possède une importance semblable à celle des cultures amylicées, avec des études sur la bagasse de canne à sucre, la canne de maïs et la paille de blé allant de 25 à 90 GJ/ha.a quand elles remplacent les combustibles fossiles.

Les systèmes de production d'éthanol basés sur le sucre réduisent davantage les GES par hectare de terres cultivées que les systèmes à base d'amidon, avec la canne à sucre tropicale, une fois de plus, s'avérant de loin la culture la plus efficace. Sept études ont évalué d'autres catégories de répercussions sur l'environnement allant au-delà de l'énergie et des GES; les résultats étaient variables. Dans l'ensemble, l'acidification, la toxicité chez l'humain et les effets toxiques écologiques qui se produisent principalement lors de la récolte et de la transformation de la biomasse étaient souvent plus défavorables que favorables pour le bioéthanol. D'autres évaluations sont nécessaires dans ce domaine.

Les facteurs dominants du rendement énergétique des systèmes utilisant le bioéthanol sont la productivité selon la culture et le climat, ainsi que la nature de l'intrant. Malgré diverses hypothèses et frontières, les leçons générales suivantes émergent des études évaluées : (1) Faire de l'éthanol à partir de cultures sucrières, dans des pays tropicaux, mais considérer l'expansion de l'utilisation des terres agricoles avec grande prudence. (2) Considérer l'hydrolyse et la fermentation des résidus lignocellulosiques en éthanol. (3) Les résultats des évaluations du cycle de vie pour les graminées utilisées comme intrants sont insuffisants, donc ne permettent pas de tirer des conclusions.

Les auteurs proposent que les évaluations à venir concernant la durabilité du bioéthanol ne répètent pas les évaluations de l'énergie et des GES, mais s'efforcent plutôt de combler les écarts critiques et de procéder à des évaluations complètes du cycle de vie de l'éthanol provenant de cultures sucrières tropicales, ainsi que du bioéthanol de deuxième génération provenant d'intrants celluloseux cultivés. Il doit s'agir d'évaluations couvrant tout le cycle de vie qui portent une attention particulière aux catégories environnementales contestées que représentent l'acidification, l'eutrophisation, le smog photochimique, l'humain et l'écotoxicité, de même que l'utilisation du sol et ses effets sur la biodiversité. Dans l'ensemble, les sujets de première importance que représentent la santé humaine et la santé de l'écosystème doivent être mis en valeur juste au même titre que les préoccupations en termes de changement climatique et d'épuisement des ressources.

Lien Web disponible à:

<http://www.cmu.edu/index.shtml> (Avec les mots clés "LCA of Bio-Ethanol Systems")

Les auteurs de ce document comparent six études illustrant la gamme des hypothèses et données trouvées pour l'éthanol tiré du maïs et calcule les paramètres de l'énergie nette, des émissions de gaz à effet de serre (GES) et des intrants énergétiques primaires de l'éthanol.

Les auteurs argumentent que deux des études, qui mentionnent que l'éthanol présente des valeurs énergétiques nettes négatives, ainsi que des émissions de GES et des intrants pétroliers relativement élevés, sont erronées parce qu'elles font usage de données périmées. De plus, elles ignorent à tort les coproduits de l'éthanol (comme la drêche de distillerie, le gluten de maïs et l'huile de maïs), qui peuvent compenser en partie l'énergie requise pour produire de l'éthanol. Par la suite, ils élaborent un modèle qui permet de comparer de façon directe et significative les données et hypothèses à l'échelle des études, puis l'utilisent aux fins suivantes : (1) Ajouter un crédit au coproduit au besoin. (2) Établir une limite rigoureuse quant à la frontière des systèmes en complétant lorsque les paramètres sont manquants (c.-à-d., énergie de transformation des effluents) et l'abandon des paramètres inutiles (c.-à-d., énergie alimentaire des ouvriers). (3) Tenir compte des différents types d'énergie. (4) Calculer les paramètres propres à la sphère politique.

Les auteurs utilisent les meilleures données des six études pour créer les trois cas suivants : (1) *Ethanol Today*, qui comprend les valeurs habituelles pour l'industrie étatsunienne actuelle de l'éthanol de maïs et exige le moins d'hypothèses; (2) *CO₂ Intensive*, fondé sur des plans actuels prévoyant l'envoi de maïs du Nebraska à une usine d'éthanol alimentée au lignite du Dakota du Nord; et (3) *Cellulosic*, qui présume que la production d'éthanol cellulosique à partir du panic érigé devient économique, comme l'indique une des études.

Pour les trois cas, la production de 1 MJ d'éthanol nécessite beaucoup moins de pétrole que ce qui est requis pour produire 1 MJ d'essence, alors que les émissions de GES varient considérablement selon le processus de production. Cependant, de tels paramètres à facteur unique peuvent représenter de mauvais guides pour l'élaboration de la politique, étant donné que le paramètre d'intensité du pétrole indique que le cas *Ethanol Today* est légèrement privilégié par rapport au cas *Cellulosic*, alors que le paramètre des GES démontre que le cas *Ethanol Today* est bien pire que le cas *Cellulosic*. D'autres paramètres environnementaux sont maintenant en cours d'élaboration pour les biocarburants; certains d'entre eux ont été mis en application avec la production d'éthanol, mais plusieurs questions essentielles demeurent non quantifiées, dont l'érosion du sol et la conversion de la forêt pour l'agriculture.

Les auteurs concluent que les évaluations de la politique en matière de biocarburants doivent faire usage d'hypothèses réalistes (c.-à-d., l'inclusion de crédits de coproduits), de données précises, de scénarios à venir bien définis et de paramètres de rendement applicables aux objectifs de la politique, comme la réduction des émissions de GES, les intrants pétroliers et l'érosion du sol. La progression vers l'atteinte de ces objectifs exigera de nouvelles technologies et pratiques, comme l'agriculture durable et la production d'éthanol cellulosique. Une telle approche peut mener à une industrie des biocarburants beaucoup plus considérable qu'aujourd'hui qui, conjointement avec une efficacité accrue des véhicules, peut jouer un rôle clé dans l'atteinte des objectifs du pays en matière d'énergie et d'environnement.

Lien Web disponible à:

http://www-personal.umich.edu/~twod/oil-ns/articles/science_ethanol_farrell_feb06.pdf

Ce document examine les avantages nets, pour la société, de l'éthanol de maïs-grain et du biodiesel de soya relatifs à l'essence et au diesel. Il permet d'exploiter des chiffres et des données axés sur le cycle de vie relatifs aux rendements agricoles, aux prix de l'essence et des produits, aux facteurs de production agrochimiques et de l'énergie destinée au secteur agricole, aux mesures d'efficacité des usines de production, à la production de coproduits, aux émissions de gaz à effet de serre (GES) et autres conséquences sur l'environnement. Ces données ont pour but de déterminer si les biocarburants (1) fournissent un gain énergétique net, (2) possèdent des avantages pour l'environnement, (3) sont concurrentiels sur le plan économique et (4) peuvent être produits en grande quantité sans réduire les disponibilités alimentaires. Les auteurs indiquent que le biodiesel de soya possède de grands avantages par rapport à l'éthanol de maïs-grain.

Ils exploitent des frontières expansives pour les intrants énergétiques et les deux biocarburants ont rapporté des bilans énergétiques nets (BEN) positifs en raison, dans la plupart du temps, des progrès récents en matière de rendement des cultures et d'efficacité de la production de biocarburants. Toutefois, on a découvert que le biodiesel possède un bilan énergétique net (BEN) de 93 %, alors que celui de l'éthanol de maïs n'est que de 25 % (principalement attribuable au coproduit de l'éthanol, soit les aliments pour animaux, et non à l'énergie contenue dans l'éthanol même).

Ce document indique que le biodiesel réduit les émissions de GES de 41 % comparativement au diesel, diminue plusieurs polluants atmosphériques importants et a très peu de conséquences sur la santé humaine et environnementale par le rejet d'azote, de phosphore et de pesticides. L'éthanol de maïs-grain permet une réduction de 12 % des GES. Ainsi, il a de plus grandes répercussions sur la santé humaine et la salubrité de l'environnement en raison du rejet accru de cinq polluants atmosphériques, en plus du nitrate, du nitrite et des pesticides.

Pour le moment, les biocarburants n'ont pas tendance à rivaliser, sur le plan des prix, avec les combustibles à base de pétrole (étant donné les prix de production élevés actuels). Cependant, un biocarburant peut quand même procurer des avantages nets à la société parce qu'il offre des avantages pour l'environnement vis-à-vis de ses solutions de rechange aux combustibles fossiles. Il peut donc, de ce fait, mériter des subventions, bien qu'il soit autrement non compétitif du point de vue économique. Les auteurs croient que le biodiesel fournit suffisamment d'avantages environnementaux pour justifier des subventions. Ils déterminent qu'aucun des deux biocarburants ne peut remplacer la production de pétrole sans avoir des conséquences sur les disponibilités alimentaires. Même si l'ensemble de la production étatsunienne de maïs et de soya de 2005 avait été consacré à l'éthanol et au biodiesel, la demande en essence et diesel aux États-Unis aurait été compensée à 12 % et 6 %, respectivement, ce qui fournirait un gain énergétique net de 2,4 % et 2,9 % seulement par rapport à la consommation étatsunienne d'essence et de diesel.

Le rapport indique qu'en général, les biocarburants pourraient fournir de meilleurs avantages dans certaines situations. Par exemple, si leurs approvisionnements pour la biomasse étaient produits avec moins d'engrais, de pesticides et d'intrants énergétiques, s'ils étaient cultivés sur des terres présentant une valeur agricole moindre et si les biocarburants exigeaient de l'énergie utilisant peu d'intrants pour convertir les approvisionnements en biocarburant. L'éthanol de maïs-grain et le biodiesel de soya ne réussissent pas très bien pour ce qui est des deux premiers critères. Cependant, le biodiesel de soya demande beaucoup moins d'énergie pour convertir la biomasse en biocarburant que l'éthanol de maïs-grain. Les approvisionnements non alimentaires, comme le panic érigé et les plantes ligneuses, offrent des avantages pour ces trois critères énergétiques, environnementaux et économiques. Par conséquent, les biocarburants pour les transports tels que les hydrocarbures de combustibles de synthèse ou l'éthanol cellulosique, s'ils sont produits à partir de biomasse utilisant peu d'intrants cultivée sur des terres ne présentant qu'un intérêt marginal en agriculture ou provenant de résidus de biomasse, pourraient fournir plus de disponibilités et d'avantages pour l'environnement que les biocarburants à base d'aliments.

Lien Web disponible à: <http://www.pnas.org/content/103/30/11206.full.pdf+html>

Energy Balances of Biodiesel Production from Soybean and Canola in Canada, par Smith et coll., Canadian Journal of Plant Science, volume 87, numéro 4, 2007, pages 793-801

Ce document fournit une estimation des bilans énergétiques du cycle de vie du biodiesel produit à partir d'huile de soya et de canola au Canada. Les trois grands domaines d'intrants énergétiques sont les cultures agricoles, l'oléfaction et l'interestérification de l'huile végétale en biodiesel. L'énergie nécessaire pour produire les coproduits du biodiesel, qui comprennent, au Canada, le tourteau de protéines (un sous-produit de l'oléfaction) et la glycérine (un sous-produit de l'interestérification), est également intégrée. Cette allocation des coproduits est importante, puisqu'elle touche le bilan énergétique calculé du biodiesel; par exemple, si l'énergie n'était pas allouée au tourteau de protéines, le rapport extrant-intrant énergétique chuterait de 1,70 à 1,52 pour le soya et de 2,16 à 1,91 pour le canola.

Les rendements présumés des cultures étaient de 2,48 tonnes par hectare (t/ha) pour le soya dans l'est du Canada et de 1,39 t/ha pour le canola dans l'ouest du pays. L'apport énergétique réel nécessaire pour produire une tonne de chaque culture était entre 1,55 et 2,08 gigajoules par tonne (GJ t^{-1}) pour le soya et de 4,42 à 5,50 GJ t^{-1} pour le canola. Les auteurs constatent, de ce fait, que pour le canola en semis direct, un total de 8,31 GJ t^{-1} a été consacré à la culture et la transformation des semences, duquel 9,0 % a été alloué au tourteau, 10,4 % à la glycérine et 80,6 % au biodiesel. Au chapitre du soya en semis direct, sur un intrant énergétique total de 5,06 GJ t^{-1} , 28,5 % a été alloué au tourteau, 8,1 % à la glycérine et 63,4 % au biodiesel. Le rapport de l'énergie tirée du biodiesel produite par intrant énergétique se situait entre 2,08 et 2,41. Dans l'ensemble, les rapports extrant-intrant énergétique du canola et du soya se ressemblaient beaucoup. Le soya nécessitait moins d'intrants énergétiques, mais produisait également moins d'huile que le canola pour un poids donné de semences. Le travail du sol a beaucoup influencé le rapport extrant-intrant énergétique, qui affichait une hausse d'environ 14 % pour le semis direct par rapport au labour traditionnel. De plus, l'azote constitue le principal intrant énergétique du canola; par conséquent, tout changement au sein de l'énergie nécessaire à la production d'azote ou de l'efficacité de l'utilisation de l'azote aurait de grandes conséquences sur le bilan énergétique du biodiesel de canola.

Ces chiffres vont à l'encontre des rapports qui indiquent que le biodiesel possède un rapport énergétique inférieur à 1,0. Les intrants énergétiques du cycle de vie estimés par les auteurs pour le canola et le soya sont inférieurs à ceux d'autres rapports (c.-à-d., Hill et coll., 2006). Cette situation s'explique par l'absence de chaulage, l'utilisation d'une intensité réduite du travail du sol et le fait que l'énergie utilisée par le personnel à la ferme et au sein de l'industrie de la transformation n'est pas comprise dans cette étude.

Les auteurs concluent que les facteurs économiques liés à la production du biodiesel sont en général mauvais, étant donné que le prix des approvisionnements de l'huile végétale doit se trouver sous les 508 \$ t^{-1} pour que le biodiesel soit rentable à un prix de 0,503 \$ L^{-1} pour le carburant. Des mesures incitatives, comme les subventions ou les mélanges obligatoires, sont requises pour encourager une production élargie de biodiesel. En même temps, la production en série de biodiesel aura des répercussions sur le secteur des carburants liquides ainsi que d'autres secteurs économiques, comme l'alimentation du bétail, les cultures et la glycérine. Ainsi, les effets nets sur l'ensemble de l'économie de tels changements méritent qu'on y porte une plus grande attention.

Lien Web disponible à:

http://article.pubs.nrccnrc.gc.ca/ppv/RPViewDoc?_handler=HandleInitialGet&journal=cjps&volume=87&articleFile=CJPS06067.p

Greenhouse Gas Emissions of Bioenergy from Agriculture Compared to Fossil Energy for Heat and Electricity Supply, par Jungmeier et Spitzer, *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, volume 60, numéros 1-3, 2001, pages 267-273

Dans cette étude, des systèmes énergétiques choisis tirés de l'agriculture pour l'alimentation en chaleur et l'alimentation combinée en électricité et chaleur sont comparés aux systèmes d'énergie fossile que représentent le pétrole, le gaz naturel et le charbon. Ces systèmes bioénergétiques couvrent différentes technologies de conversion et divers combustibles provenant de l'agriculture; entre autres, les copeaux de bois de peuplier et de saule, le miscanthus, le colza, l'ester méthylique de tournesol et le biogaz provenant du fumier. Les systèmes sont considérés dans un contexte autrichien de l'an 2000 et on effectue des comparaisons quant aux émissions de gaz à effet de serre (GES) sur l'ensemble du cycle de vie.

Les limites de l'analyse couvrent l'ensemble des procédés, de la production de biomasse à la transformation, ainsi que de la conversion à l'élimination finale. Elles considèrent des aspects tels que l'utilisation de sous-produits et l'utilisation de référence évitée de la biomasse ou du territoire. Ici, l'utilisation de référence fait allusion à ce qui se passe avec la biomasse lorsqu'elle n'est pas utilisée pour produire de l'énergie, ou encore ce qui se passe sur les terres arables quand aucune ressource biogénique n'est produite. Par exemple, dans le cas de la production de biogaz, l'utilisation de référence évitée de la biomasse est le simple stockage du fumier et, dans le cas de la sylviculture à courte rotation, l'utilisation de référence évitée du territoire est une terre mise de côté.

Les résultats sont présentés comme des émissions d'équivalents CO₂ par kWh comparativement aux systèmes de combustibles fossiles, ainsi que comme pourcentage de réduction d'équivalents CO₂. Les auteurs mentionnent qu'en général, les émissions de GES des systèmes bioénergétiques sont moins élevées que celles associées aux systèmes fossiles. De plus, certains systèmes bioénergétiques de l'agriculture ne présentent pas d'émissions nettes de GES ou ne sont même pas associées à des émissions « négatives », comme le biogaz et l'ester méthylique. Cette situation s'explique par les émissions évitées de l'utilisation de biomasse de référence ou en raison de certains effets de substitution des sous-produits. Par exemple, dans le cas du biogaz, les émissions à la suite de l'utilisation de biomasse de référence (ou le simple stockage du fumier associé aux émissions non contrôlées de CH₄) sont évitées. De plus, l'efficacité des engrais est accrue par l'utilisation de fumier traité par digestion au lieu du fumier frais, évitant ainsi les émissions de N₂O provenant des engrais minéraux. Dans le cas de l'ester méthylique (biodiésel), les émissions négatives sont dues aux effets de substitution des sous-produits. Par exemple, la glycérine qui remplace la glycérine produite de manière conventionnelle pour une utilisation industrielle et le tourteau de colza qui remplace les aliments faits à partir de soya sont tout les deux des sous-produits issus de la production de bio-diésel. Les auteurs concluent que les comparaisons qui ressortent dans cette étude devraient aider les décideurs, les fournisseurs de services publics et l'industrie à déterminer les options efficaces en matière de biomasse agricole, et ce, dans le but d'atteindre les objectifs de réduction des émissions.

Analysing Ontario Biofuel Options: Greenhouse Gas Mitigation Efficiency and Costs, par Samson et coll., pour la Fondation BIOCAP Canada, 2008, 33 pages

Par cette étude, les auteurs comparent la rentabilité de diverses mesures incitatives pour les politiques de remplacement des sources conventionnelles d'énergie, aux fins d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (GES) en Ontario. Ils calculent deux valeurs concernant les combustibles liquides pour les transports faisant l'objet de subventions en l'Ontario, c'est-à-d le biodiesel à base de canola et l'éthanol de maïs, ainsi qu'ils considèrent des solutions de rechange à la production d'énergie électrique écologique ou l'énergie éolienne, la petite énergie de biomasse ou l'énergie photovoltaïque solaire. Ces valeurs constituent (1) le coût en dollars des subventions pour chaque unité d'énergie produite (\$/GJ) et (2) les économies nettes en GES réalisées si la source énergétique de substitution remplaçait une source de combustible fossile traditionnelle par unité d'énergie produite (kgCO₂e/GJ). En combinant ces deux valeurs, l'étude détermine les coûts en subventions gouvernementales visant à réduire une tonne d'équivalents CO₂ (\$/t CO₂e) pour chaque source de remplacement.

Les auteurs ont découvert que la réduction des émissions de GES coûte 379 \$/t CO₂e au chapitre des subventions gouvernementales lors de l'utilisation d'éthanol de maïs et 98 \$/t CO₂e lors de l'utilisation de biodiesel à base de canola pour compenser l'essence et le diesel, respectivement. Ils ont remarqué que le biodiesel à base de canola présente une plus grande compensation des GES par énergie produite (57 kg CO₂e/GJ par rapport à 21 kg CO₂e/GJ pour l'éthanol de maïs) ainsi qu'un coût pour les mesures incitatives moins élevé (5,61 \$/GJ par rapport à 8 \$/GJ pour l'éthanol de maïs), ce qui en fait donc une stratégie d'atténuation des GES plus rentable. À l'opposé des combustibles liquides, les mesures incitatives pour les sources de remplacement d'énergie électrique à petite échelle ont tendance à être plus rentables, surtout parce qu'elles remplacent le charbon, soit le plus « sale » des combustibles fossiles. Les mesures incitatives pour l'énergie éolienne se sont avérées les plus rentables, à 52 \$/t CO₂e lors du remplacement de l'énergie alimentée au charbon, alors que l'énergie électrique de biogaz à petite échelle était légèrement plus dispendieuse à 57 \$/t CO₂e. Cependant, l'énergie photovoltaïque solaire, bien que très efficace pour éviter les émissions de CO₂, est très coûteuse selon les calculs (374 \$/t CO₂e), en raison des grandes subventions (101 \$/GJ) reçues de l'Ontario.

La principale conclusion du rapport est que les mesures incitatives du gouvernement mises en application avec des biocarburants solides à grande échelle (qui ne reçoivent pas actuellement de mesures incitatives provinciales ou fédérales directes) surpasseraient même les subventions actuelles les plus efficaces, soit celles attribuées à l'énergie éolienne, pour ce qui est de réduire les émissions de GES. Si les programmes de chauffage écologique (chauffage résidentiel et industriel) et les mesures incitatives à grande échelle pour l'électricité étaient fournis au taux de 4 \$/GJ pour les granules de biomasse, les compensations des équivalents CO₂ seraient créées à un coût de moins de 50 \$/t CO₂e quand on remplace le charbon. Les biocarburants solides ont également un avantage par rapport à l'énergie éolienne, en ce sens qu'on peut les stocker et les utiliser au moment opportun selon les besoins en énergie. De plus, la production et le transport de biocarburants solides à cette échelle pourraient stimuler l'économie rurale. Les auteurs concluent qu'une mesure incitative pour les biocarburants solides pourrait coûter moitié moins par tonne d'équivalents CO₂ évités que des programmes de biodiesel comparables, ainsi que huit fois moins que les programmes d'éthanol actuels.

Lien Web disponible à:

http://www.reap-canada.com/online_library/grass_pellets/BIOCAP_REAP_bioenergy_policy_incentives08Jan18-Final.pdf

Life Cycle Assessment of Biogas from Maize Silage and from Manure, par Thyo et Wenzel,
Institute for Product Development, Aalborg, 2007, 47 pages

Ce rapport présente une analyse du cycle de vie (ACV) environnementale du biogaz produit à partir de maïs fourrage et de fumier de ferme. L'ACV se compose à la fois des répercussions et des effets environnementaux sur la consommation des ressources, en plus de couvrir l'utilisation du biogaz produit soit pour la production de chaleur ou d'électricité, ou encore pour le transport sous forme améliorée (propre) et comprimée. L'étude est comparative et illustre les conséquences de la fabrication de biogaz compte tenu des solutions de remplacement non choisies. Par exemple, d'un côté, le biogaz provenant du fumier est comparé au stockage et à l'utilisation du fumier comme engrais agricole. De l'autre côté, le biogaz produit à partir de maïs fourrage est comparé à l'utilisation de la même terre agricole à d'autres fins bioénergétiques, comme la culture de maïs pour le bioéthanol, de colza pour le biodiesel et de saule pour le chauffage et l'électricité.

Les auteurs tirent les conclusions suivantes à propos du biogaz produit par co-digestion du fumier et du maïs. Premièrement, le biogaz à base de fumier présente des réductions très élevées des émissions de GES ainsi que des économies aussi très élevées en termes de combustibles fossiles, comparativement à l'application sur le sol et au stockage habituels du fumier. Le fumier devrait constituer la principale priorité parmi les types de bioénergie de l'étude et servir à la production de biogaz avant d'être appliqué sur le sol. Plusieurs raisons expliquent ce constat : son potentiel élevé de remplacement des combustibles fossiles, ses émissions de CH₄ évitées en évitant le simple stockage du fumier, ses émissions réduites de N₂O provenant de l'application au sol du fumier et la disponibilité accrue pour les plantes de l'azote du fumier. Deuxièmement, le biogaz à base de maïs démontre, avec la chaleur et l'électricité provenant du saule, les réductions les plus élevées d'émissions de GES ainsi que les meilleures économies de combustible fossile parmi les types de bioénergie comparés. Ces réductions et économies s'expliquent par le rendement élevé par hectare de terre, la grande efficacité en termes de remplacement des combustibles fossiles et les aspects de l'infrastructure énergétique de la technologie bioénergétique. On doit établir l'ordre de priorité du territoire consacré aux cultures énergétiques pour les cultures expressément vouées au chauffage, à l'électricité ou au biogaz.

Dans l'ensemble, l'étude permet de conclure que sur le plan environnemental et en termes d'économies de combustible fossile, on doit donner la priorité aux cultures énergétiques à des fins de chauffage et d'électricité soit par (1) une production de biogaz ou (2) l'incinération ou la gazéification directe de la biomasse. Ces deux solutions mènent à des réductions de CO₂ et des économies en combustible fossile presque égales. Les cultures énergétiques converties directement en carburant de transport présentent des réductions de CO₂ et des économies en combustible fossile beaucoup moindres. Par exemple, le biodiesel de colza a un très faible rendement énergétique par hectare et le processus de conversion du bioéthanol de 1^{re} et 2^e génération est associé à de grands besoins énergétiques.

Lien Web disponible à:

<http://www.biogas-e.be/Pdf/LCA%20of%20biogas%20from%20maize%20and%20manure.pdf>

2.3 Questions liées à la base géographique

Bio-Ethanol Production in Brazil, par Boddey et coll., tiré de « Biofuels, Solar and Wind as Renewable Energy Systems-Benefits and Risks », publié par D. Pimentel, Springer Science, 2008, pages 321-356

Ce document présente, de façon détaillée, le programme brésilien de production de bioéthanol à partir de la canne à sucre. Il aborde des aspects de l'histoire du programme, ainsi que la situation actuelle quant à la portée et aux pratiques agricoles et industrielles. Il permet essentiellement d'évaluer les répercussions environnementales du programme tant en termes d'échelle globale, comme le bilan énergétique et les émissions de GES, ainsi que les conséquences locales et régionales, telles que l'érosion du sol et la pollution de l'air et de l'eau.

En matière de répercussions mondiales, on a constaté que le bilan énergétique (le rendement énergétique total [RÉT] divisé par l'énergie fossile investie [ÉFI]) de la production brésilienne d'éthanol à base de canne à sucre est égal à 8,8. Ce calcul intègre les intrants énergétiques généraux. Parmi ceux-ci, on retrouve le combustible pour les opérations agricoles, les facteurs de production agricoles tels que le travail physique, les engrais, les pesticides, le matériel végétal et l'irrigation, les machines agricoles et le transport lors de toutes les étapes du cycle de vie, ainsi que les intrants des usines, surtout ceux en lien avec la construction, le pompage de l'eau et la production d'éthanol. La canne à sucre présente un rendement de 76,6 Mg ha⁻¹, ce qui peut produire 6 280 litres d'éthanol par hectare. Les auteurs ont ensuite calculé les émissions de GES totales à environ 2,36 Mg CO₂e ha⁻¹ an⁻¹, ce qui indique que l'utilisation de bioéthanol produit à base de canne à sucre en vertu des pratiques actuelles mènerait à une réduction de 79 % des émissions de GES comparativement à l'essence « pure » ou de 73 % comparativement à l'essence-alcool brésilienne (soit de l'essence à laquelle on ajoute de 22 % à 24 % d'éthanol).

En termes de répercussions locales et régionales, les auteurs ont constaté que même si la production brésilienne d'éthanol présente de graves conséquences négatives pour l'environnement, dont la pollution de l'air à la suite du brûlage pré-récolte de la canne à sucre et la pollution de l'eau par les résidus de distillerie (vinasse), les conditions vont en s'améliorant. Il existe un abandon progressif du brûlage de la canne à sucre et du retour de la vinasse et autres effluents dans les champs. Les auteurs font ressortir que du point de vue historique, l'érosion intense du sol a constitué un problème, mais que le lancement de techniques de semis direct et de la récolte écologique de la canne à sucre a permis de réduire cette érosion. Dans le même ordre d'idées, les répercussions sur la forêt pluviale amazonienne et autres réserves de la biodiversité sont infimes; les paysans pauvres n'auront pas à composer avec des pénuries de vivres, puisque le Brésil ne manque pas de terres arables. La mécanisation accrue de la production de canne à sucre aura des effets négatifs sur les emplois en milieu rural (mais des effets positifs sur les salaires et les conditions de travail). Toutefois, elle devrait faire augmenter le bilan énergétique de l'éthanol à base de canne à sucre et réduire les émissions de GES au cours de son cycle de vie, en plus des autres répercussions environnementales, par davantage d'abandon du brûlage pré-récolte et l'introduction du semis direct. Les auteurs croient qu'avec des politiques adéquates en matière d'environnement et d'emploi, le programme de bioéthanol brésilien pourrait procurer de grands avantages environnementaux et économiques aux pays, en plus de jouer, à l'échelle mondiale, un rôle petit, mais important, d'atténuation des émissions de GES des véhicules automobiles et de réduction de la consommation de pétrole.

III. Évaluation socio-économique de la durabilité de la production bioénergétique

RÉSUMÉ

Le développement de biocarburants a non seulement des conséquences sur l'environnement, tel qu'indiqué aux parties I et II, mais il est également associé à divers effets socio-économiques. La partie III aborde, de ce fait, les considérations socio-économiques de la durabilité associées à la production bioénergétique.

Cette partie analyse dans quelle mesure la production de différentes cultures et leur transformation en biocarburants ont des répercussions sur le développement économique rural et les niveaux d'emploi. Les résultats varient considérablement selon le type de culture, l'ampleur de la technologie, le degré de propriété par les agriculteurs et, notamment, les contextes économiques locaux et régionaux. De plus, cette partie examine les répercussions, sur le prix des aliments et la sécurité alimentaire mondiale, du changement d'affectation des terres arables de la production alimentaire vers une production accrue de cultures pour les biocarburants. Ces répercussions se produisent quand les agriculteurs sont poussés à produire de la biomasse dans le but de mieux gagner leur vie par rapport aux cultures alimentaires.

Les questions ci-dessus traitent d'une série de compromis complexes. Par exemple, la hausse de la demande pour les biocarburants (et l'augmentation connexe des prix des cultures) a le potentiel d'accroître la production agricole et les revenus agricoles (et probablement de réduire les émissions de GES) tant au sein des pays en développement qu'industrialisés. Néanmoins, s'il est mis à l'échelle trop rapidement ou établi sur une trop grande échelle, le développement des biocarburants peut mener à une augmentation du prix des aliments, ainsi qu'à de fortes répercussions négatives sur la population défavorisée des pays en développement et la sécurité alimentaire mondiale. Une préoccupation particulière est la possibilité de voir la croissance de la demande pour des cultures alimentaires à des fins non alimentaires (c.-à-d., pour des biocarburants) l'emporter sur la croissance annuelle de la production de ces produits, amenant de ce fait une diminution des stocks de report mondiaux. L'incertitude règne concernant l'interaction de ces facteurs, ce qui complique drôlement le débat aliments contre carburant. D'autres recherches sur ce sujet, et sur le potentiel des approvisionnements énergétiques de 2^e génération, aideraient beaucoup à cet égard. Il est important de déterminer l'incidence d'une hausse des prix des cultures, de même que la production accrue de co-produits tels que les drêches de distillerie, sur le coût des aliments pour animaux et, par la suite, sur les fermes d'élevage et les consommateurs de viande. Il est également nécessaire d'obtenir plus d'information sur la manière avec laquelle les technologies de conversion des biocarburants à petite échelle (c.-à-d., le biogaz ou les granulats) et à grande échelle (c.-à-d., l'éthanol) ont des répercussions sur la durabilité locale et la propriété, par les agriculteurs, de la technologie.

Dans l'ensemble, on constate qu'en général, les analyses du cycle de vie ne font pas une évaluation socio-économique complète. Il serait utile d'aborder les questions de la création d'emplois (qualité et permanence), la responsabilité sociale et l'équité sociale. Par exemple, en ce qui concerne la répartition de la richesse et le débat aliments contre carburant.

Sustainable Bioenergy: A Framework for Decision Makers, par UN-Energy, 2007, 64 pages

Ce document aborde neuf questions sociales, économiques et écologiques d'importance concernant la durabilité qui découlent d'applications à petite et grande échelle de la bioénergie. Il est principalement axé sur la bioénergie moderne comme les biocarburants liquides, le biogaz et la biomasse solide pour le chauffage et l'électricité. Ces questions comprennent la capacité de la bioénergie moderne à fournir des services énergétiques pour les populations pauvres. Elles abordent également ses répercussions sur le développement agro-industriel et la création d'emplois, la santé et les rapports sociaux entre les sexes, la structure de l'agriculture, la sécurité alimentaire, le budget gouvernemental, le commerce, les soldes de devises et la sécurité énergétique, la gestion de la biodiversité et des ressources naturelles, ainsi que le changement climatique.

Une des questions clés de la durabilité se rapporte aux répercussions de la bioénergie sur le développement agro-industriel et la création d'emplois. Les auteurs notent qu'alors que la bioénergie procure des emplois dans des domaines comme l'agriculture, les transports et la transformation, le développement d'une agriculture mécanisée visant à bénéficier d'économies d'échelle peut entraîner le déplacement des travailleurs, ainsi que de mauvaises conditions de travail. La création d'emplois peut, par la suite, être mise en valeur en encourageant les approvisionnements bioénergétiques à forte main-d'œuvre, le biodiesel par rapport à la production d'éthanol ou les applications bioénergétiques axées sur la collectivité. De plus, on peut établir des structures coopératives au sein desquelles plusieurs petites et moyennes entreprises (PME) indépendantes productrices de biomasse collaborent pour alimenter de plus grandes installations ou de plus grands marchés. Toutefois, bien que les avantages du développement économique de la bioénergie s'accroissent de façon spectaculaire quand un plus grand nombre de personnes possèdent une plus grande part de la chaîne de valeur ajoutée, la production à petite échelle à forte main-d'œuvre peut réduire l'efficacité de la production et la compétitivité économique.

Une autre question découle des conséquences de la bioénergie sur la structure de l'agriculture, comme des concentrations toujours plus grandes de propriété particulièrement néfastes pour les agriculteurs qui ne possèdent pas leurs propres terres. De plus, la demande accrue pour des terres conduit à des hausses des prix des aliments et des difficultés pour les populations rurales et urbaines pauvres.

Dans l'ensemble, le développement bioénergétique mène à des coûts et avantages incertains pour la société. Par exemple, alors que les petites industries bioénergétiques offrent des rendements sociaux plus élevés sur les investissements publics, elles peuvent également être associées à une efficacité de production moindre (nécessitant probablement de grandes subventions gouvernementales). De plus, certains approvisionnements conviennent mieux à la production à grande échelle, alors que d'autres conviennent bien aux applications à petite échelle. Par conséquent, il est important de peser les coûts et avantages de la production et la distribution de la bioénergie à petite échelle par rapport à grande échelle dans divers contextes locaux et régionaux.

Cependant, sans égard à l'échelle de production, une chose est certaine : plus les agriculteurs participent à la production, à la transformation et à l'utilisation des biocarburants, plus ils ont de chance d'en partager les avantages. Par exemple, quand les producteurs de biomasse ont un intérêt dans un segment à valeur ajoutée comme la transformation, ils amortissent le risque de voir les prix des produits agricoles chuter. Ils sont donc mieux placés pour assurer un approvisionnement de qualité supérieure d'intrants à l'installation de transformation; ainsi, l'effet multiplicateur économique au sein des collectivités rurales s'accroît de façon spectaculaire. La bioénergie provenant des produits forestiers (et des cultures vivaces en particulier) peut offrir de telles occasions aux PME et jouera un rôle important dans l'avenir de la bioénergie.

Lien Web disponible à:

<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1094e/a1094e00.pdf>

Ethanol and the Local Economy: Industry Trends, Location Factors, Economic Impacts, and Risks, par Isserman et Low, à être publié dans la revue *Economic Development Quarterly*, February 2009, 42 pages

Ce document fournit les réponses à trois questions : (1) Où aux États-Unis se trouvent les usines d'éthanol? (2) Quels sont les facteurs qui rendent un emplacement attrayant pour une usine d'éthanol? et (3) Quelles sont les conséquences d'une usine d'éthanol ordinaire pour l'économie locale?

La plupart des usines d'éthanol sont situées en milieu rural et les deux tiers se trouvent au Midwest. Les usines ont tendance à être placées tout près des fournitures d'intrants comme l'énergie, le maïs et autres approvisionnements, l'eau, les infrastructures de commercialisation et de transport, ainsi que des utilisateurs de sous-produits, comme les installations d'alimentation des bovins utilisant les drêches de distillerie, soit le principal sous-produit de l'éthanol de maïs.

La mesure des retombées économiques locales d'une usine d'éthanol se fait en deux étapes. Elles portent les noms d'élaboration des scénarios et d'établissement de modèles économiques; le document met ces approches en application avec les usines d'éthanol hypothétiques de quatre pays choisis possédant des ressources, des économies et des niveaux d'urbanisation différents.

Chacun de ces quatre scénarios présente quatre façons par lesquelles une nouvelle usine d'éthanol profitera sans aucun doute à l'économie locale : (1) En produisant de l'éthanol, ce qui nécessite l'acquisition de main-d'œuvre et autres facteurs de production locaux. (2) En payant une prime pour le maïs, ce qui fournit un revenu supplémentaire aux propriétaires de terres agricoles. (3) En convertissant d'autres terres à la production de maïs. (4) En rendant de la drêche humide à moindre coût disponible, ce qui pourrait accroître la production bovine. Toutefois, la portée de ces retombées économiques dépendra, au bout du compte, de la taille de l'usine, de la complexité de l'économie locale, des produits et services locaux offerts, des bénéfices générés à l'échelle locale par la prime sur le prix du maïs et autres facteurs particuliers. Dans les conditions les plus favorables (une économie complexe avec des valeurs élevées pour les terres agricoles), l'usine d'éthanol peut créer 250 emplois directs et indirects. Par conséquent, les usines d'éthanol peuvent offrir, à une collectivité, les prestations d'emploi d'une usine de fabrication habituelle, en plus d'une meilleure sécurité d'emploi, en raison des liens avec les ressources suivantes de l'économie locale : le maïs, le train, l'eau, l'énergie et les marchés.

En même temps, toutefois, la sécurité d'emploi des usines d'éthanol est menacée par la dépendance de l'industrie envers les prix relatifs fluctuants du maïs, du pétrole et de l'éthanol, les politiques d'incitations fédérales et provinciales, ainsi que les grandes quantités d'eau et d'énergie requises. Les usines doivent également composer avec une organisation industrielle qui évolue rapidement, les nouvelles technologies et la concurrence potentielle de l'éthanol importé, qui constituent des menaces envers leur avantage concurrentiel et leur rentabilité.

Donc, somme toute, une usine d'éthanol contribue à un pays sans être une panacée économique. Ses contributions économiques sont suffisamment petites pour mériter que l'on regarde de plus près les contraintes imposées par une usine sur les ressources, les infrastructures et les services locaux, ainsi que pour reconnaître les incertitudes qui entourent l'industrie de l'éthanol et la viabilité d'une usine en particulier.

Lien Web (à l'ancienne version) disponible à :

http://www.farmdoc.uiuc.edu/policy/research_reports/ethanol_report/Ethanol%20Report.pdf#page=6

A Review of the Economic Rewards and Risks of Ethanol Production, par Swenson, tiré de « Biofuels, Solar and Wind as Renewable Energy Systems-Benefits and Risks », publié par D. Pimentel, Springer Science, 2008, pages 57-78

David Swenson parle de la durabilité socio-économique de l'industrie de l'éthanol aux États-Unis. Dans ce chapitre du livre, il évalue les retombées économiques et la résurgence rurale potentielles associées à l'industrie en étudiant les conséquences de l'implantation d'usines d'éthanol au Midwest et à l'échelle du pays.

L'analyse de l'auteur comprend l'examen d'un rapport préparé pour l'Iowa Renewable Fuels Association (IRFA) en 2007, qui a conclu que l'industrie de l'éthanol de l'Iowa a permis la création de 46 938 emplois, en plus de contribuer au produit intérieur de l'État à l'échelle de 7,315 milliards de dollars. Bien que le développement de l'éthanol ait amené une certaine création d'emploi au sein de l'État, en particulier pour les usines d'éthanol et les secteurs économiques, chimiques et de l'entretien, l'auteur soutient que les chiffres liés aux emplois cités sont surestimés dans l'étude de l'IRFA. Il mentionne que bon nombre de ces « nouveaux » emplois associés au développement des investissements et à la construction, à la production de maïs et au transport existaient déjà ou étaient géographiquement temporaires. Par exemple, puisque la production d'éthanol n'a augmenté pas la production de maïs, maïs détourne des livraisons de maïs de l'exportation vers la transformation locale, l'expansion des installations d'éthanol de l'Iowa ne se traduit pas par un plus grand nombre de producteurs de maïs. Par conséquent, quand toutes les soustractions nécessaires sont faites, on obtient, pour l'Iowa, le nombre plus probable d'environ 5 431 emplois directs et indirects au total, ou 200 emplois par usine, attribuables à la production d'éthanol dans 28 usines.

Par la suite, l'article offre un ensemble de conséquences probables associées au développement de l'éthanol. Pour commencer, les usines d'éthanol peuvent être achetées par des investisseurs étrangers ou voir leur rentabilité à la baisse, ce qui signifie que le développement local de l'usine n'apporte pas inévitablement des retombées économiques positives localisées. De plus, les hausses des prix du maïs sont souvent associées à des coûts d'intrants et de loyer foncier haussés, rendant l'amélioration de la situation économique des producteurs de maïs selon les hausses des prix des produits sans grande relation. Cependant, les répercussions du développement de l'éthanol s'étendent au-delà des producteurs de maïs et de leurs collectivités. Par exemple, les hausses des prix du maïs font augmenter les coûts des aliments pour animaux et des coûts de production des producteurs de viande et de volailles, ce qui a des conséquences sur les prix payés par les consommateurs. De plus, la production accrue de maïs crée de nouveaux besoins en termes de transport et de stockage (qui pourraient se traduire pas une capacité excédentaire en cas de développement de l'éthanol cellulosique) et occupe des terres anciennement consacrées à d'autres cultures. Par conséquent, elle provoque une hausse des importations, fait augmenter la demande pour des intrants énergétiques, hausse le prix pour d'autres utilisateurs et mène à des répercussions environnementales discutables.

Dans l'ensemble, Swenson désigne l'industrie des biocarburants comme capitalistique et, par conséquent, sujette à obtenir des économies d'échelle pour des usines plus grandes et, donc, plus efficaces exigeant un nombre toujours plus petit d'employés et autres facteurs de production locaux. La production accrue d'éthanol peut, par conséquent, permettre de continuer, sinon d'accélérer, les facteurs fondamentaux qui sapent déjà les régions rurales étatsuniennes. Ainsi, alors que la progression à venir au chapitre de la production d'éthanol cellulosique peut amener plusieurs conséquences sur les régions rurales, les hypothèses actuelles concernant le développement de l'éthanol faisant revivre les milieux ruraux par l'emploi semblent incertaines.

Lien Web disponible à:

<http://www.springerlink.com/content/g3226700t15610u4/>

The Ripple Effect: Biofuels, Food Security, and the Environment, par Naylor et coll.,
Environment, volume 49, numéro 9, 2007, pages 32-43

Ce document a pour but de comprendre la transmission des prix agricoles pour les grands pays producteurs et consommateurs de biocarburants sur le marché international et, par la suite, sur les marchés locaux des pays en déficit vivrier.

Il décrit d'abord les effets potentiels, sur les marchés des produits et l'environnement, de grands acteurs du marché des biocarburants, ainsi que leurs rôles au sein de la production, de l'exportation et de l'importation mondiale d'approvisionnements essentiels pour la bioénergie. Les quatre études de cas suivantes sont donc dérivées. (1) La production étatsunienne de maïs pour le bioéthanol intérieur. (2) Les importations de manioc chinois pour le bioéthanol intérieur. (3) L'expansion de la canne à sucre et du soya au Brésil. (4) Les palmiers à huile indonésiens pour le biodiesel mondial. Dans l'ensemble, ces études de cas démontrent que les biocarburants peuvent entraîner une hausse soudaine de la demande pour certains produits agricoles. Cette situation peut, par la suite, modifier la superficie cultivée de grandes cultures, comme passer de plantations de soya au maïs pour produire de l'éthanol, ce qui accentue la pression exercée sur les prix des récoltes, en plus d'amener une hausse indirecte du prix des aliments et des coûts de production du bétail.

Les auteurs résument également les prévisions en termes de prix de sept études clés qui projettent les prix agricoles à venir liés au développement des biocarburants. Bien que l'on ne puisse pas comparer ces études de façon directe les unes aux autres, étant donné qu'elles utilisent différents scénarios de développement de biocarburants, elles prévoient néanmoins plusieurs tendances. Par exemple, de fortes hausses des prix du manioc, des hausses moyennes à fortes des prix du blé, des hausses faibles à fortes des prix du sucre, des hausses moyennes des prix de l'huile de palme et végétale, ainsi que des effets ambigus sur les prix du soya. À l'opposé, les prix de la viande et du pétrole diminuent. Les répercussions de cette hausse des prix du marché international sur le potentiel de développement agricole demeurent incertaines.

Quatre conclusions principales découlent de ces études de cas et prévisions de variation de prix. Premièrement, la croissance rapide des marchés du bioéthanol et du biodiesel accroît la demande pour les produits agricoles essentiels, ce qui fait augmenter les prix des denrées agricoles pour les principaux approvisionnements des marchés internationaux. Cette situation provoque des remplacements au chapitre de la production et de la consommation et, donc, mène à des hausses de prix pour un large éventail de marchés agricoles. Deuxièmement, l'expansion de la production de biocarburants continuera probablement, malgré les fluctuations des prix du pétrole, grâce au soutien politique. Troisièmement, les principaux produits agricoles utilisés comme approvisionnements comprennent également une part plutôt grande de l'alimentation des personnes en situation d'insécurité alimentaire aux quatre coins du monde. Dernièrement, la croissance des biocarburants continuera de compter principalement sur ces produits alimentaires pour humains et animaux (contrairement aux approvisionnements celluloseux) au cours des dix prochaines années. Elle sera surtout limitée par la capacité de production de cultures alimentaires et les prix en hausse de ces approvisionnements.

Les auteurs concluent qu'une meilleure compréhension des effets d'entraînement des biocarburants de culture sur la sécurité alimentaire et l'environnement est résolument nécessaire. Ces effets doivent être considérés avec soin lors de la conception des politiques de développement et investissements, surtout par égard pour les populations les plus pauvres du monde. Ils proposent que des vérifications de la durabilité pour l'industrie des biocarburants soient conçues et mises en œuvre. De plus, ces efforts doivent rester fidèles aux objectifs de durabilité, plutôt que de servir d'obstacles au commerce afin de protéger les marchés agricoles intérieurs.

Lien Web disponible à:
http://iis-db.stanford.edu/pubs/22064/Naylor_et_al_Env.pdf

Food Outlook: Global Market Analysis, par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome, novembre 2008, 98 pages

Ce rapport semestriel fournit des analyses du marché à propos de diverses denrées agricoles d'une importance cruciale pour les marchés mondiaux des aliments pour les humains et les animaux. Ces analyses replacent, dans leur contexte les développements du marché au cours des derniers mois et visent à fournir un aperçu des perspectives en matière de produits pour les mois à venir. D'une pertinence particulière pour les biocarburants, le rapport comprend des inventaires des stocks mondiaux de grains et d'oléagineux, résume les changements apportés aux niveaux de production et de consommation et met en évidence l'évolution de cultures pour des utilisations non alimentaires (y compris les biocarburants) d'année en année. Il démontre que la consommation de céréales, et de céréales secondaires en particulier (maïs, orge, sorgho, millet, seigle, avoine, etc.) a augmenté rapidement au cours des dernières années.

Les auteurs expliquent que la hausse fulgurante du prix des aliments a mené à de graves problèmes, surtout pour les groupements de population vulnérables qui dépendent une bonne part de leurs revenus pour se nourrir. De plus, ils indiquent que les prix ne redescendront probablement pas aux niveaux des années précédentes en raison des augmentations en flèche des coûts intrants et de divers facteurs de consommation, dont les hausses prévues au chapitre de l'utilisation. Par conséquent, les prix des aliments resteront élevés malgré une perspective favorable pour la production mondiale.

Le développement ayant le plus d'influence sur la hausse internationale des prix des aliments de base a été le faible niveau des exportations. Dans cette situation, l'utilisation l'emporte sur la production pour plusieurs cultures dans bon nombre de grands pays exportateurs. Pour certains produits, la majeure partie de cette utilisation accrue provient d'utilisations autres que les aliments pour humains et animaux. Par exemple, de 2006-2007 à 2008-2009, on prévoit une augmentation de 10,3 % de la production céréalière mondiale, avec une augmentation de 2,9 % de l'utilisation pour l'alimentation humaine et de 3,6 % de l'utilisation pour l'alimentation animale, mais une augmentation de 24,0 % de l'utilisation des céréales à d'autres fins. Cependant, les stocks en fin d'année semblent vouloir s'améliorer, avec une croissance annoncée de 9,4 % de 2007-2008 à 2008-2009, comparativement à 1,6 % pour l'année précédente. La perspective pour les céréales secondaires est moins favorable : de 2006-2007 à 2008-2009, on prévoit une augmentation de 13,1 % de la production de céréales secondaires à l'échelle mondiale (maïs, orge, sorgho, millet, seigle, avoine, etc.), avec une augmentation de 5,0 % de l'utilisation pour des aliments pour humains et de 3,0 % de l'utilisation pour des aliments pour animaux (en plus d'un changement de -0,7 % de 2007-2008 à 2008-2009 possiblement lié à la stagnation des extrants des viandes à l'échelle mondiale en 2008), mais une augmentation de 29,9 % de l'utilisation de céréales secondaires à d'autres fins. Cette hausse des niveaux d'utilisation découle principalement d'une utilisation accrue des biocarburants. En outre, la situation du maïs constitue une préoccupation particulière, puisque les extrants pour cette année ne dépasseront probablement pas le record de l'année dernière et la demande pour la production d'éthanol ne semble pas s'essouffler. En conséquence, les stocks de l'année à venir connaîtront probablement une baisse et cette perspective soutient les prix, qui sont déjà très élevés. Les stocks en fin d'année de céréales secondaires ont connu une croissance de 4,3 % de 2006-2007 à 2007-2008, mais on prévoit une croissance de 1,9 % de 2007-2008 à 2008-2009.

Dans l'ensemble, ce rapport de la FAO constitue probablement le meilleur document de référence pour l'obtention de renseignements précis au sujet des tendances en production de céréales, des changements apportés au chapitre de l'utilisation et des répercussions ultérieures des stocks de report des denrées céréalières.

Lien Web disponible à:

<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai466e/ai466e00.pdf>

IV. Commerce et normes des biocarburants durables

RÉSUMÉ

Le développement de biocarburants et ses conséquences socio-économiques ultérieures amènent, en premier lieu, un accroissement du commerce de la biomasse entre les producteurs et les clients et, en second lieu, des mesures incitatives accrues permettant de vérifier les caractéristiques de durabilité de l'origine d'un biocarburant. Par conséquent, la partie IV décrit les caractéristiques actuelles du commerce international pour la biomasse et les récents progrès en matière d'homologation de la durabilité des biocarburants.

Cette partie présente les principales motivations et restrictions du commerce international pour les biocarburants. Elle souligne également les points particuliers des importations (surtout d'éthanol), des exportations (principalement de granulats de bois) et du potentiel commercial des biocarburants du domaine de la bioénergie au Canada. On doit noter que les données sur le commerce de la biomasse sont limitées, ce qui complique le calcul de statistiques commerciales précises pour le moment.

Les normes de production durable de biomasse influenceront de plus en plus le commerce bioénergétique international. Cette partie passe en revue les systèmes d'homologation des biocarburants existants et proposés. Par exemple, la récente table ronde multilatérale sur les biocarburants durables (Roundtable on Sustainable Biofuels) fournit un projet de norme en douze critères pour la production de biocarburants durables. La carte de pointage de la durabilité des biocarburants (Biofuels Sustainability Scorecard) de la Banque Interaméricaine de Développement présente des initiateurs de projet possédant d'importantes mesures de la durabilité. On peut appliquer ces mesures à la création et au suivi des projets de biocarburants. Une vue d'ensemble d'autres normes de durabilité des biocarburants se trouve à l'adresse suivante : <http://bioenergytrade.org/downloads/ieatask40certificationpaperannexesdraftforcomm.pdf>.

Dans l'ensemble, ces normes font ressortir ce qui est nécessaire pour monter une industrie des biocarburants durables. En outre, elles sont utiles à la fois pour les agriculteurs et les promoteurs de projet, tout comme pour les décideurs. Cependant, d'autres études sont nécessaires, notamment sur la meilleure façon d'appliquer ces normes et critères de durabilité aux politiques gouvernementales actuelles, ainsi qu'à d'utiles initiatives d'homologation internationale.

Ce document offre un résumé des principaux développements et incitatifs du commerce bioénergétique international, en mettant l'accent sur les granulats de bois et le bioéthanol. L'utilisation de la biomasse pour produire de l'énergie varie d'un faible pourcentage de l'approvisionnement énergétique national à des parts importantes selon les pays (c.-à-d., 15 % à 25 % en Finlande, en Suède et au Brésil). Dans de nombreux pays européens tels que la Belgique, la Finlande, les Pays-Bas, la Suède et le RU, la biomasse importée constitue déjà une grande partie de l'utilisation totale de biomasse (entre 21 % et 43 %). Ces chiffres semblent en voie d'augmenter au cours des prochaines années. Alors que l'utilisation de biomasse produite l'emporte toujours sur l'utilisation de biomasse importée, cette situation peut changer, surtout avec certains biocombustibles.

Les granulats de bois constituent un des produits bioénergétiques connaissant le plus de succès en termes de commerce international. La demande pour ce produit est montée en flèche en raison de sa faible teneur en eau et de son pouvoir calorifique relativement grand, ce qui permet de l'expédier à grande distance sans incidence sur le bilan énergétique. En ce moment, les granulats de bois sont exportés par le Canada, la Finlande et, à plus petite échelle, par le Brésil et la Norvège, et sont importés par la Suède, la Belgique, les Pays-Bas et le RU. Aux Pays-Bas et en Belgique, les importations de granulats contribuent de manière considérable à la production totale d'électricité renouvelable.

Le commerce du bioéthanol se veut un autre exemple de l'évolution rapide du marché international. Parmi les membres actuels de Task 40, le Brésil (par la canne à sucre) constitue le plus important producteur et utilisateur de bioéthanol comme carburant de transport. Le Canada est un autre producteur de bioéthanol, mais à une échelle beaucoup plus petite. Étant donné que l'UE établit actuellement des objectifs en termes d'utilisation de biocarburants pour les transports, les exportations de bioéthanol du Brésil et autres pays vers l'Europe devraient augmenter.

En général, les facteurs stimulants le commerce bioénergétique international sont les importantes ressources potentielles et les coûts de production relativement bas des pays producteurs tels que le Canada et le Brésil, ainsi que les prix élevés des combustibles fossiles et les diverses politiques d'incitation visant à stimuler l'utilisation de la biomasse au sein des pays importateurs. Cependant, certaines préoccupations entravent le développement supplémentaire des marchés. Premièrement, on doit améliorer l'infrastructure logistique des pays exportateurs et importateurs dans le but d'accéder à de plus grands volumes physiques de biomasse, ainsi qu'à un plus grand nombre d'utilisateurs finaux. Deuxièmement, le peu d'accessibilité aux données et les problèmes méthodologiques associés au commerce direct et indirect (en particulier dans les pays possédant de grands secteurs des pâtes et papiers) entravent le calcul de statistiques précises concernant le commerce de biomasse. Il est important de se pencher sur cette question. Troisièmement, les politiques favorables pour la production et l'utilisation d'énergie renouvelable constituent le principal motif d'importation de biomasse (surtout en Europe). Les changements soudains apportés à ces politiques peuvent avoir une grande influence sur les structures commerciales. Enfin, alors que le commerce bioénergétique international connaît une croissance rapide, des mesures de protection sont nécessaires pour assurer que la biomasse est produite d'une manière durable. Il existe un débat à savoir si les systèmes de soutien doivent être nationaux ou internationaux, obligatoires ou volontaires; de plus, chaque méthode proposée a ses inconvénients (voir le document de van Dam et coll.). La production durable de biomasse est une préoccupation qui devrait influencer de plus en plus le commerce bioénergétique international.

Ce document est basé sur les dix pays, y compris le Canada, parties au Task 40 (intitulé « Sustainable International Bioenergy Trade-Securing Supply and Demand ») de la division de la bioénergie de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE). Il se sert de l'information fournie par ces pays membres comme principale source de données. Veuillez consulter le <http://bioenergytrade.org/> pour de plus amples renseignements sur le Task 40 de l'AIE et ses activités.

Canada Report on Bioenergy 2008, par Climate Change Solutions, pour Environnement Canada (membre de Task 40-Biotrade de la division de la bioénergie de l'AIÉ), Ottawa, 2008, 48 pages

Ce rapport fournit un aperçu de l'industrie, du commerce et du potentiel bioénergétiques canadiens en 2008. Tout d'abord, il souligne les politiques canadiennes fédérales et provinciales en matière de bioénergie; les ressources de la biomasse, dont la biomasse forestière, les résidus agricoles et les déchets urbains solides; les diverses utilisations de la biomasse comme le chauffage et l'électricité; la production de biocarburants; l'huile pyrolytique et les granulats de bois; les utilisateurs actuels de la biomasse; les habitudes de production et de consommation de la biomasse, ainsi que les prix de la biomasse.

Ensuite, l'auteur explique la nature des importations et exportations de la biomasse au Canada, mettant expressément l'accent sur l'éthanol et le biodiesel, l'huile pyrolytique et les granulats de bois. Premièrement, bien qu'aucune statistique commerciale officielle n'existe pour l'éthanol-carburant ou le biodiesel, on peut affirmer que le Canada n'a pas de capacité excédentaire d'éthanol à exporter. Les importations actuelles d'éthanol-carburant tournent autour de 70 à 100 millions de litres par année, principalement des États-Unis. Deuxièmement, les exportations potentielles à venir d'huile pyrolytique seront déterminées selon plusieurs facteurs. Ces facteurs comprennent les prix, les mesures incitatives pour l'énergie renouvelable en Europe et au sein d'autres marchés, les taux de fret maritime, les mesures incitatives intérieures à venir pour les bioproduits et l'échange de droits d'émission de carbone. De plus, on doit considérer la durabilité de l'huile pyrolytique comme intrant pour la production d'essence dans les raffineries de pétrole existantes. Troisièmement, en 2007, 32 % de la production canadienne de granulats de bois a été exportée aux États-Unis et 54 % a pris la direction de l'Europe. On s'attend à ce que les ventes étatsuniennes demeurent constantes à 450 000 tonnes par année et que les exportations en Europe triplent pour atteindre deux millions de tonnes. Les granulats sont actuellement exportés en premier de la Colombie-Britannique, de la Nouvelle-Écosse et du Québec. Les exportations de granulats de bois devraient représenter la meilleure occasion potentielle d'exportation de bioénergie, puisque 2,4 millions de tm de résidus excédentaires existaient entre 2005 et 2007.

L'auteur termine en présentant les obstacles et occasions du commerce canadien de la biomasse. D'une part, les obstacles comprennent les frais de transport océanique, l'emplacement d'une partie de la biomasse canadienne loin des ports océaniques (c.-à-d., en Ontario), le nombre limité de ports ouverts à l'année au Canada et les chaînes d'approvisionnement inexploitées pour la récolte forestière des produits de la biomasse. De plus, on compte l'augmentation des mesures incitatives intérieures et de la pression pour conserver et non exporter la biomasse, les barrières commerciales européennes et l'absence d'essais, jusqu'à maintenant, visant à prouver la fiabilité et la compétitivité des chaînes d'approvisionnement de l'huile pyrolytique. D'autre part, voici une liste des meilleures occasions de commerce de la biomasse au Canada. (1) Établir des usines de granulats au Québec pour les chaînes d'approvisionnement rapprochées (5 000 km) vers l'Union européenne (UE). (2) Créer des partenariats entre des clients potentiels de l'UE pour l'huile pyrolytique et des propriétaires nationaux de biomasse, et ce, dans le but de bâtir des usines de pyrolyse consacrées à l'exportation. (3) Réussir en recherche pour la production de granulats surdensifiés. (4) Hausser la capacité de transport océanique pour réduire les frais. (5) Établir une industrie de la biomasse à Terre-Neuve-et-Labrador. (6) Continuer de transformer le bois endommagé par le dendroctone du pin ponderosa en produits énergétiques transportables.

Lien Web disponible à:

<http://www.bioenergytrade.org/downloads/canadacountryreportjun2008.pdf>

Overview of Recent Developments in Sustainable Biomass Certification, par van Dam et coll., Biomass and Bioenergy, volume 32, numéro 8, 2008, pages 749-780

Préparer la production et l'utilisation de biomasse pour l'énergie renouvelable a mené à un marché international pour la biomasse, en plus d'augmenter le commerce des ressources de la biomasse. La production durable de biomasse et de biocarburants constitue maintenant une préoccupation principale qui pourrait devenir une exigence d'accès au marché. Les normes et mécanismes d'homologation sont perçus comme des stratégies pouvant aider à assurer la production durable. Le but de ce document est d'examiner en détail les initiatives concernant l'homologation de la biomasse en se fondant sur les divers points de vue des intervenants, dont les gouvernements nationaux, les entreprises, les ONG et les organisations internationales.

De plus, le document indique les limites du développement de l'homologation de la biomasse. Parmi ceux-ci, on retrouve les difficultés rencontrées lors de la mise en œuvre d'un véritable processus décisionnel multilatéral généralisé, les contraintes imposées par le droit commercial international, ainsi que le manque de critères, d'indicateurs, de suivi et de contrôle adéquats. Il y a également les obstacles que doivent affronter les intervenants à petite échelle, les niveaux variables de la capacité législative de l'État, les coûts élevés d'homologation et les questions d'inégalités au sein du développement et du commerce international. Les systèmes d'homologation peuvent également détourner l'attention des règlements gouvernementaux en déviant la responsabilité vers d'autres structures de l'autorité. En conséquence, bien que de nombreux gouvernements nationaux fassent la promotion de l'utilisation de la biomasse et de la production de biocarburants pour l'énergie renouvelable, peu d'entre eux ont pris l'initiative d'élaborer des principes et critères pour le commerce durable de la biomasse.

Le document présente cinq stratégies différentes pour la mise en œuvre d'un système d'homologation de la biomasse qui, essentiellement, varient l'un l'autre par leur caractère obligatoire ou volontaire, ainsi que leur champ d'application territorial en termes d'utilisation finale de la biomasse. Les auteurs font également part de plusieurs propositions. Premièrement, on doit tenter d'obtenir une participation accrue des intervenants, en portant une attention particulière aux petits intervenants. Deuxièmement, bien qu'un système d'homologation doive être complet et fiable, il ne doit pas constituer un obstacle aux nouvelles industries. Par conséquent, l'homologation doit être jumelée à l'aide fournie et aux mesures incitatives. Troisièmement, une meilleure coordination internationale entre les initiatives (possiblement par la promotion d'ententes mondiales et la normalisation des critères) est nécessaire et doit être combinée aux instruments correspondants de la politique gouvernementale. Quatrièmement, les critères économiques, sociaux et environnementaux doivent être compris dans l'éventuel système d'homologation de la biomasse. Deux systèmes d'homologation de la biomasse sont présentement en fonction, tous deux lancés par des sociétés énergétiques. On doit prendre d'autres mesures concrètes pour transformer les critères de durabilité, en indicateurs, en suivi et en vérification sur le plan opérationnel. L'expérience et le temps sont nécessaires; un processus axé sur l'apprentissage peut aider en ce sens. Cinquièmement, un processus visant à déterminer la conformité aux règles de l'OMC d'un système d'homologation de la biomasse, ainsi qu'à fournir aux pays l'occasion de partager différents points de vue en la matière, est nécessaire. Dernièrement, on en arrive à la conclusion que l'homologation ne constitue pas un but en soi, mais un moyen de parvenir à ses fins et qu'on doit utiliser d'autres outils d'élaboration de politiques, en plus d'assurer la durabilité de l'utilisation de la biomasse.

Lien Web (à l'ancienne version) disponible à:

<http://www.bioenergytrade.org/plaintext/downloads/ieatask40certificationpaperdraftforcomments22..pdf>

Roundtable on Sustainable Biofuels (Version Zero), une initiative du Centre de l'énergie de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Lausanne, 2008, 11 pages

En juin 2007, le conseil de direction de la table ronde sur la durabilité des biocarburants (Roundtable on Sustainable Biofuels) a publié un projet de principes pour la production de biocarburants durables. Ce projet a constitué la base d'une discussion mondiale entre intervenants axée sur les besoins en matière de biocarburants durables. Le résultat est la « Version Zero » (ou une bonne version préliminaire) d'une norme applicable à l'échelle mondiale pour les biocarburants durables. Ce projet de norme mentionne que la production, la transformation et les projets liés aux biocarburants doivent :

- 1) Respecter les lois en vigueur du pays dans lesquels ils sont réalisés et tenter de respecter les traités internationaux se rapportant à la production de biocarburants auxquels le pays adhère;
- 2) Être conçus et utilisés en vertu de procédés appropriés, complets, transparents, consultatifs, et qui englobent l'ensemble des intervenants concernés;
- 3) Contribuer à l'atténuation du changement climatique en réduisant de façon considérable les émissions de GES comparativement aux combustibles fossiles;
- 4) Respecter les droits de la personne ou du travail et assurer un travail décent aux travailleurs, en plus de garantir leur bien-être;
- 5) Contribuer au développement socio-économique des collectivités et peuples locaux, ruraux et indigènes;
- 6) Éviter de porter atteinte à la sécurité alimentaire;
- 7) Éviter les effets négatifs sur la biodiversité, les écosystèmes et les régions à haute valeur pour la conservation;
- 8) Promouvoir des pratiques pour améliorer la santé du sol et minimiser la dégradation;
- 9) Optimiser l'utilisation des ressources d'eau de surface et souterraine, y compris minimiser la contamination ou l'épuisement de ces ressources, ainsi que respecter les droits officiels et coutumiers relatifs à l'eau;
- 10) Minimiser la pollution de l'air à l'échelle de la chaîne d'approvisionnement;
- 11) Être produits de la façon la plus rentable possible lors de toutes les étapes de la chaîne de valeur des biocarburants, et ce, par l'utilisation de technologies qui permettront d'améliorer l'efficacité de la production et le rendement socio-économique;
- 12) Respecter les droits fonciers.

Des critères et suggestions aux fins de mise en œuvre sont fournis, avec ces douze principes, dans le but d'aborder les activités directes que peuvent entreprendre les agriculteurs et producteurs pour empêcher quelques-unes des conséquences involontaires des biocarburants. De plus, la table ronde reconnaît que de nombreux efforts doivent être faits, au chapitre de la politique gouvernementale, afin de réduire ces risques au minimum.

Le conseil de direction de la table ronde a été créé dans le but de représenter, d'une façon équilibrée, des intervenants provenant des quatre coins du monde, ainsi que de différents secteurs de la société et de diverses positions dans la chaîne d'approvisionnement. Les membres du conseil de la table ronde en font partie à titre personnel et ne représentent par leur entreprise ou leur secteur dans leur totalité. Le conseil se dotera de nouveaux acteurs au besoin afin d'atteindre les objectifs ci-dessus.

Le conseil collaborera avec les gouvernements, organisations internationales, organismes intergouvernementaux et intervenants intéressés au cours de l'année. Cette mesure aura pour but d'en venir à un consensus sur les meilleurs indicateurs et mécanismes de mise en pratique pour mesurer et atténuer les risques associés aux biocarburants. Les commentaires des intervenants de partout au monde au sujet de la Version Zero du projet de norme seront recueillis pendant six mois afin de s'assurer que tous les intervenants ont amplement l'occasion de partager leur opinion. Pour de plus amples renseignements, veuillez consulter le <http://cgse.epfl.ch/page65660-en.html>.

Biofuels Sustainability Scorecard, par la Banque Interaméricaine de Développement (BID),
Washington DC, 2008

La Banque Interaméricaine de Développement (BID) a créé une carte de pointage de la durabilité des biocarburants (Biofuels Sustainability Scorecard) fondée sur les critères de durabilité de la table ronde sur les biocarburants durables (Roundtable on Sustainable Biofuels). L'objectif premier de la carte de pointage est de fournir un outil permettant d'examiner en détail les problèmes complexes associés aux biocarburants tout au long de leurs cycles de vie, encourageant de ce fait des niveaux plus élevés de durabilité pour les projets de développement de biocarburants.

La carte de pointage aborde les questions de durabilité environnementale et sociale propres aux projets de biocarburants, par l'utilisation de critères à la fois généraux et particuliers, pendant les étapes de la culture, la production et la distribution de la production de biocarburants. Voici les critères de durabilité en environnement :

- Généraux : rendement, rendement relatif, biodiversité
- Culture : ancienne utilisation du sol, cycle de vie de la récolte, rotation des cultures/éventail des cultures, méthode de récolte, besoins en eau des cultures, utilisation d'engrais, utilisation de pesticides
- Production : source d'énergie pour l'installation, besoins en eau de la production, élimination des résidus, utilisation des coproduits
- Transport : rendement énergétique relatif des transports et de la distribution
- Globaux: bilan énergétique, émissions de gaz à effet de serre

Les critères de durabilité sociale comprennent les droits de la personne et du travail, les propriétés foncières, l'utilisation de la meilleure technique disponible, le renforcement des capacités, la réduction de la pauvreté et la consultation. Les critères de durabilité ci-dessus représentent un éventail d'indicateurs qualitatifs et quantitatifs, étant donné que certains critères sont difficiles à quantifier sur une gamme d'approvisionnements et de projets.

La carte de pointage ne fournit pas de pointage final à l'utilisateur, mais plutôt une « carte couleur » qui indique le rendement pour divers domaines. Elle peut servir lors de nombreux stades du cycle de vie d'un projet et, en retour, aider les utilisateurs à déterminer les domaines à améliorer, puis à mesurer les répercussions des changements apportés dans ces domaines. Quoique que la carte de pointage soit axée principalement sur le secteur privé au stade des projets, elle peut être utilisée à une plus grande échelle pour déterminer les critères à évaluer en vue du développement de biocarburants durables.

Le débat scientifique autour de ces questions complexes continue d'évoluer et, par conséquent, la BID considère la carte de pointage comme un travail en évolution. Elle continuera de réviser la carte de pointage et de la mettre à jour au besoin. De plus, les utilisateurs peuvent prêter main-forte au processus en partageant leurs commentaires après avoir rempli la carte de pointage.

Lien Web disponible à:
<http://www.iadb.org/scorecard/scorecard.cfm>.

V. Résumé des questions et suggestions en matière de politiques

RÉSUMÉ

La partie V fournit un aperçu des questions de durabilité environnementale, sociale et économique découlant du développement de divers approvisionnements pour les biocarburants et technologies d'utilisation finale. Il offre également un résumé des différents procédés de conversion. Cette partie aborde certaines des questions très importantes mentionnées aux parties I, II, III et IV :

- Les biocarburants aident-ils à réduire les GES?
- Les biocarburants aident-ils à atteindre la sécurité énergétique?
- Les biocarburants menacent-ils le sol, l'eau, la biodiversité ou la santé humaine?
- Quel est le potentiel technique des biocarburants?
- Quels sont les biocarburants les plus rentables?
- Les biocarburants aident-ils à la promotion du développement de l'agriculture?
- Les biocarburants menacent-ils la sécurité alimentaire mondiale?
- Quelles sont les répercussions des politiques actuelles en matière de biocarburants?
- Quelles sont les occasions et quels sont les obstacles en termes de commerce international de la biomasse?
- L'homologation peut-elle assurer que les biocarburants sont produits de façon durable?
- Dans l'ensemble, quelles sont les formes de bioénergie qui fournissent plus de solutions que de problèmes?

De plus, puisque la production de biocarburants n'est pas toujours rentable, les interventions en matière de politique, en particulier sous forme de subventions et de programmes pour des biocarburants liquides, ont tendance à stimuler le développement de biocarburants dans de nombreux pays. Par conséquent, cette partie présente des suggestions de politique pouvant maximiser les avantages et minimiser les risques des biocarburants. En général, on peut affirmer qu'il y a beaucoup à dire au sujet de l'orientation des dépenses pour les biocarburants vers la poursuite de la recherche et du développement, surtout pour les technologies de 2^e génération.

Ce rapport de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) met un accent particulier sur les biocarburants liquides pour les transports et aborde plusieurs questions : (1) Les biocarburants menacent-ils la sécurité alimentaire? (2) Les biocarburants peuvent-ils aider à promouvoir le développement agricole? (3) Les biocarburants peuvent-ils aider à réduire les émissions de gaz à effet de serre? (4) Les biocarburants menacent-ils le sol, l'eau et la biodiversité? (5) Les biocarburants peuvent-ils aider à parvenir à la sécurité énergétique? Il fournit un aperçu technique des biocarburants, fait ressortir les principales motivations politiques et économiques des biocarburants liquides et explique les marchés des biocarburants et les répercussions des politiques. De plus, il souligne les effets sociaux, économiques et environnementaux des biocarburants et, enfin, propose des suggestions pour améliorer les politiques.

Le rapport décrit les liens historiques entre l'agriculture et l'énergie en faisant ressortir la demande accrue récente pour la conversion d'approvisionnements agricoles en biocarburants liquides. Les auteurs notent qu'une combinaison de facteurs, dont les baisses de production dues aux conditions météorologiques, les stocks mondiaux réduits de céréales et les coûts en hausse du carburant, ont tous contribué à la montée du prix des aliments. Ainsi, les biocarburants ne constituent pas la seule cause. Cependant, une hausse rapide de la demande pour les cultures d'approvisionnement pour la production biocarburants comme le maïs, le sucre, les oléagineux et l'huile de palme a contribué, en général, à l'augmentation des prix des denrées agricoles ainsi que des ressources utilisées pour les produire. Cette situation a immédiatement menacé la sécurité alimentaire des populations pauvres des zones urbaines et rurales à l'échelle mondiale. À plus long terme et au moyen de politiques et investissements appropriés, la demande élargie et l'augmentation des prix pour les denrées agricoles en lien avec la production de biocarburants pourraient permettre le développement agricole et rural. Le document indique que les répercussions des biocarburants sur les émissions de gaz à effet de serre et l'environnement varient de façon spectaculaire selon l'utilisation des approvisionnements, l'emplacement géographique, la gestion des cultures et la technologie de conversion.

À l'heure actuelle, la production de biocarburants liquides n'est pas viable pour de nombreux pays. Ce phénomène s'explique par la production agricole existante et les capacités en termes de technologie de traitement des biocarburants, conjugués à l'augmentation des prix des intrants des denrées et du pétrole brut. Par conséquent, ce sont les interventions en matière de politique (surtout sous la forme de subventions et de règlements gouvernementaux pour des biocarburants liquides exigeant le mélange des biocarburants avec les combustibles fossiles) qui stimulent la ruée vers la production de biocarburants liquides. Les auteurs pensent que ces politiques sont souvent dispendieuses et présentent des conséquences insoupçonnées, surtout dans la mesure où ils favorisent la croissance rapide de la production de biocarburants à partir de ressources naturelles déjà perturbées. Le document présente les cinq grands domaines d'initiative suivants orientés vers une production de biocarburants durable sur plan environnemental, économique et social : (1) Protéger les populations pauvres et en situation d'insécurité alimentaire. (2) Profiter des occasions de développement agricole et rural. (3) Assurer la durabilité environnementale. (4) Renouveler les politiques actuelles en matière de biocarburants. (5) Accroître le soutien du système international au développement de biocarburants durables. Le rapport conclut en réitérant que même les petites contributions de biocarburants à l'approvisionnement énergétique mondial peuvent avoir de fortes conséquences sur les marchés agricoles mondiaux, la sécurité alimentaire et l'environnement. En effet, ils affirment que les biocarburants liquides ne remplaceront probablement qu'une petite part des approvisionnements énergétiques mondiaux, donc qu'ils ne peuvent pas éliminer à eux seuls la dépendance envers les combustibles fossiles. Ils proposent de mettre une plus grande emphase sur la recherche et le développement, en particulier sur les technologies de deuxième génération.

Lien Web disponible à:
<http://www.fao.org/sof/sofa/>

Risk Governance Guidelines for Bioenergy Policies, par l'International Risk Governance Council (IRGC), Genève, 2008, 67 pages

Ce document résume les politiques et développements actuels en bioénergie et souligne les risques et occasions liées au développement de cette filière, en plus de suggérer des domaines d'amélioration quant aux politiques en matière de bioénergie.

Le développement de la bioénergie peut, entre autres, améliorer la sécurité énergétique, le développement rural et la réduction des émissions de GES. Toutefois, il présente plusieurs risques, notamment des répercussions environnementales négatives sur la biodiversité, l'eau, le sol et l'air, des préoccupations sociales entourant la sécurité alimentaire, les droits fonciers et l'emploi, de même que des problèmes économiques comme la hausse des prix, la rentabilité, ainsi que les distorsions des marchés et des échanges. L'IRGC croit que, contrairement à ce que l'élaboration éclairée de politiques a permis jusqu'à maintenant, la compréhension et la gestion de ces risques fait appel à davantage de compromis importants. Notamment, l'antagonisme de production d'énergie vs la production d'aliments, la foresterie, les écoservices et d'autres utilisations; la sécurité énergétique et l'offre par rapport à l'atténuation des changements climatiques; le court terme par rapport au long terme, ainsi que les intérêts opposés sur le plan local, national et international.

Les auteurs proposent des stratégies de gestion des risques de manière à mieux gérer ces compromis. Lors de l'« évaluation des risques », les décideurs doivent évaluer les demandes et besoins intérieurs en énergie, ainsi qu'analyser la capacité intérieure de production énergétique. Ils doivent également consulter les intervenants, mettre en œuvre des analyses du cycle de vie propres aux cas de la production bioénergétique, ainsi que choisir une technologie appropriée à la situation, des cultures énergétiques, une échelle et des procédés agronomiques. Ensuite, lors de l'« évaluation des risques », le gouvernement doit établir des politiques adéquates en matière d'utilisation du sol, appliquer des critères de durabilité et des systèmes d'homologation, établir des objectifs et des normes de rendement, choisir les instruments économiques appropriés et négocier des accords commerciaux. Dans l'ensemble, les auteurs donnent à penser que les politiques en matière de bioénergie mettent plus d'emphase sur les objectifs et mesures incitatives qui encourageront les occasions et atténueront les risques à long terme. Elles permettent des approches axées sur les marchés qui réduisent les distorsions pour les marchés agricoles et des biocarburants liquides, accroissent la durabilité environnementale et favorisent la réglementation, la production et le comportement adaptatifs pour des procédés de production et de conversion plus efficaces. De plus, elles permettent de porter attention aux préoccupations en matière d'aliments, d'emploi et d'énergie des pays en développement, de favoriser le dialogue multilatéral, de mettre l'accent sur des contextes, capacités et besoins particuliers sur le plan régional et national et, enfin, d'encourager la recherche et le développement. Plus précisément, les pays industrialisés et les grands exportateurs de bioénergie des pays en développement doivent développer la bioénergie, avant tout, pour permettre la diminution des émissions de GES selon l'analyse du cycle de vie complet et, ensuite, pour contribuer à la sécurité énergétique. D'autres pays en développement et économies en transition doivent développer la bioénergie dans le but de fournir du chauffage, de l'électricité et du carburant de transport de façon abordable, sécuritaire et efficace, et ce, d'une manière qui favorise de grands objectifs de développement durable sans mettre en danger la sécurité alimentaire.

Ces stratégies politiques doivent éviter le manque de vigilance quant aux risques souvent associés à la production bioénergétique et à la politique en matière de bioénergie. Par exemple, ne pas considérer des répercussions secondaires et à long terme et ne pas axer les efforts visant l'amélioration de l'efficacité énergétique et de la gestion de la demande en énergie. Parmi les autres déficits, on retrouve la surestimation du potentiel de la bioénergie et la sous-estimation de ses risques, la mauvaise gestion des écosystèmes et de la durabilité, la mauvaise utilisation des subventions et l'élaboration de politiques en matière de bioénergie en tant que politiques agricoles.

Lien Web disponible à:

<http://www.irgc.org/>

Biofuels: Is the Cure Worse than the Disease?, par Doornbosch et Steenblik, Organisation de coopération et de développement économique (OCDE), Paris, 2007, 57 pages

Ce rapport de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) aborde deux questions fondamentales : (1) Existe-t-il des moyens techniques de produire des biocarburants permettant au monde entier de répondre à la demande d'énergie pour les transports et ce, de manière plus sécuritaire et moins nuisible, sans compromettre la capacité d'alimenter une population croissante? et (2) Les politiques nationales et internationales actuelles qui font la promotion des biocarburants constituent-elles le moyen le plus efficace d'utiliser la biomasse et d'aller de l'avant pour le secteur des transports?

Les auteurs concluent qu'en général, la production de biocarburants n'est pas rentable; en effet, les coûts de production sont relativement élevés par unité d'énergie fossile substituée ou par unité d'émissions de CO₂ réduite. À l'exception du Brésil, les biocarburants liquides, sans soutien public considérable, ne sont pas concurrentiels par rapport aux prix du pétrole à 70 \$ le baril. Dans la plupart des pays, des politiques gouvernementales favorables sont requises pour rendre la production de biocarburants attrayante sur le plan financier. Ces politiques (et la ruée en découlant pour la production de cultures énergétiques) ont tendance à s'avérer inefficaces et non rentables. De plus, elles entraînent plusieurs conséquences, notamment des menaces vis-à-vis de l'approvisionnement alimentaire et la biodiversité, des répercussions sur les marchés agricoles, des effets environnementaux (en particulier par les biocarburants faits à partir de grains et d'oléagineux) pouvant être pires que ceux provoqués par les produits pétroliers remplacés, et des conséquences variables sur la sécurité énergétique.

La création d'objectifs en matière de carburants renouvelables et l'incapacité de nombreux pays à atteindre ces objectifs par leur production nationale auraient dû encourager le commerce d'intrants de biomasse et de biocarburants. Cependant, les subventions et obstacles actuels au commerce signifient que le commerce à grande échelle est limité lorsqu'on le compare aux niveaux totaux de production. Ces obstacles réduisent les chances de voir les biocarburants atteindre des coûts moindres et déplacer le pétrole, en ce sens que le commerce international libéralisé améliorerait l'efficacité économique en orientant la production de manière plus efficace.

Les auteurs recommandent cinq modifications fondamentales concernant les politiques. Premièrement, les efforts visant à établir des politiques intérieures doivent s'éloigner des subventions qui ciblent la mise en place des biocarburants en général. Les efforts devraient tendre vers la recherche et le développement, ainsi que vers la mise en place de démonstration des technologies de pointe en matière de biocarburants. Les programmes gouvernementaux en termes de biocarburants doivent être éliminés progressivement et remplacés par des politiques neutres quant à la technologie. Par exemple, une taxe sur le dioxyde de carbone qui stimulera de façon plus efficace les mesures incitatives réglementaires et un marché propice pour l'élaboration de technologies efficaces. Deuxièmement, la priorité doit être accordée à la recherche et au développement de biocarburants de deuxième génération. Ces investissements pourraient devenir plus rentables que le soutien de la production d'installations de première génération. Troisièmement, les gouvernements doivent faire front commun à l'échelle internationale pour élaborer des normes acceptées de tous en termes de biocarburants durables. Quatrièmement, les tarifs de la biomasse et des biocarburants importés doivent disparaître, en particulier pour améliorer l'efficacité économique et permettre aux pays (surtout en développement) de maximiser leurs avantages comparés en production de biomasse. Cinquièmement, en ce qui a trait au problème des carburants pour les transports, les gouvernements doivent mettre un accent proportionnellement plus grand du côté de la demande que du côté de l'offre. Dans l'ensemble, puisqu'une offre beaucoup plus grande d'énergie propre pour les transports sera nécessaire par rapport à ce que les biocarburants peuvent fournir, les gouvernements doivent mettre en place des interventions réglementaires et des ressources fiscales afin d'obtenir la plus vaste gamme d'options technologiques possibles à réaliser.

Lien Web disponible à :

<http://www.oecd.org/dataoecd/48/54/39385749.pdf>

Ce document aborde les enjeux de la durabilité environnementale – et les incidences ultérieures sur les politiques – associés au développement de biocarburants cellulosiques et à base de grains. Il est indiqué que les systèmes de culture de biocarburants à base de grains, tels qu'ils sont actuellement gérés, peuvent nuire à l'environnement. À ce titre, la dette en carbone associée aux changements d'utilisation du sol et diverses répercussions négatives issues de l'agriculture intensive sont mentionnés. Les auteurs soulignent que le développement accru de ces biocarburants à base de grains semble vouloir continuer aux États-Unis.

Le document permet de mettre en lumière les récentes politiques gouvernementales (comme le Farm Bill de 2008 des États-Unis, qui permet de verser d'importantes subventions pour la production d'éthanol cellulosique – 45 \$ la tonne de biomasse pour les agriculteurs et 1,01 \$ le gallon pour les raffineurs) qui devraient accélérer rapidement la production de biocarburants cellulosiques. Ces carburants semblent plus écologiques que les biocarburants à base de grains en raison de la séquestration élevée du carbone par les sols, des faibles émissions d'oxyde nitreux, de la prestation de services fondés sur la biodiversité aux écosystèmes environnants et des bilans énergétiques favorables. Toutefois, ces avantages dépendront de quels types de biocarburants cellulosiques seront produits, de la façon dont ils seront produits et de l'endroit où aura lieu la production. Les auteurs notent que les compromis sont inévitables. Par exemple, l'utilisation de terres marginales pour la culture d'intrants cellulosiques diminue la pression exercée sur l'approvisionnement alimentaire et minimise la dette en carbone; mais, en même temps, elle peut menacer la biodiversité et nécessiter d'importants intrants énergétiques pour leur production. Des compromis doivent également être faits à l'égard du choix des cultures, de l'intensité des facteurs de production, de la stratégie de récolte et autres choix de gestion. Sur ce modèle, l'adoption rapide de biocarburants cellulosiques peut entraver les efforts visant à concevoir et mettre en application des pratiques de production durables, en plus d'entraîner des conséquences environnementales incertaines. Ainsi, les biocarburants cellulosiques risquent de se buter aux mêmes problèmes de durabilité que les biocarburants à base de grains.

Les auteurs proposent le programme de recherche suivant, plus complet et coopératif que celui entrepris jusqu'à maintenant, pour déterminer, de façon précoce, les conséquences environnementales involontaires associées aux biocarburants cellulosiques. Premièrement, on doit mettre sur pied une approche systémique qui évalue le rendement énergétique, les répercussions sur le carbone et l'ensemble des conséquences de la production au sein d'écosystèmes en aval. Deuxièmement, on doit mettre l'accent sur les écoservices (y compris ceux fondés sur la biodiversité) lorsque vient le temps de déterminer les pratiques de gestion des terres à adopter. Troisièmement, on doit considérer les répercussions sur les politiques et la gestion à diverses échelles spatiales, dont la ferme, la forêt, les paysages, les bassins versants, les bassins alimentaires et le globe. Dans l'ensemble, ce programme devrait aider à créer des politiques fondées sur la connaissance et la science en vue d'appuyer la durabilité à long terme, d'éviter des erreurs coûteuses et de créer une économie performante axée sur l'émission de quantités de carbone inférieures aux émissions actuelles.

Lien Web disponible à:

<http://www.sciencemag.org/cgi/reprint/322/5898/49.pdf>

Sustainable Biofuels: Prospects and Challenges, par The Royal Society, London, 2008, 82 pages

Ce document fournit une bonne vue d'ensemble des biocarburants liquides et de leurs mérites individuels. Il est particulièrement axé sur le biodiesel et le bioéthanol aux fins d'utilisation par le secteur des transports, ainsi que sur leurs conséquences et leur utilité lors de la culture, de la transformation, de la distribution et de l'utilisation finale. Il permet de reconnaître que tous les biocarburants sont différents; en conséquence, ils produisent leur propre ensemble de répercussions environnementales, sociales et économiques. Ce document évalue les réalisations scientifiques potentielles pouvant contribuer à une production plus vaste et efficace de biocarburants pour les transports.

Premièrement, l'article présente les divers approvisionnements potentiellement disponibles pour le développement de biocarburants axés sur les transports (parmi eux l'amidon, le sucre, la lignocellulose et les sources possibles à venir produites au moyen de la biologie synthétique), ainsi que leurs répercussions particulières sur l'utilisation des sols et les écosystèmes. Deuxièmement, on présente divers procédés de conversion des biocarburants (biologiques, chimiques et thermiques). Il est indiqué que même si, au bout du compte, les méthodes de transformation utilisées seront déterminées par les intérêts commerciaux, il est également important de mesurer les procédés de conversion par rapport à plusieurs paramètres de durabilité. Entre autres, les émissions de GES nettes produites pendant le cycle de vie, l'efficacité carbonique, l'efficacité énergétique et les effets sur l'environnement comme l'eutrophisation et l'acidification. De plus, le document permet d'analyser les caractéristiques déterminantes de chaque biocarburant aux stades de la distribution et de l'utilisation finale.

L'évaluation du cycle de vie est avancée comme méthode permettant d'analyser les répercussions d'un biocarburant tout au long de son cycle de vie. L'évaluation du cycle de vie permet d'aborder les questions relatives aux émissions de GES, à l'utilisation des sols, à la consommation d'eau, à la pollution et à la biodiversité, et ce, à tous les stades, soit de la production à la conversion, jusqu'à l'utilisation finale. Cependant, il existe certaines restrictions à son utilisation actuelle, dont aucune évaluation complète sur le plan socio-économique. Il serait pratique d'aborder la tranche plus considérable des questions de durabilité sociale entourant la création d'emplois (qualité et permanence), la responsabilité sociale et l'équité sociale. Par exemple, en ce qui concerne la répartition de la richesse et le débat production alimentaire ou production de carburant.

L'article offre une analyse de la recherche et du développement actuels, ainsi que des politiques d'incitation associées au développement des biocarburants. Il indique que certains biocarburants dont on fait la promotion aujourd'hui ont des répercussions sur l'environnement, la sécurité alimentaire et l'utilisation des sols pouvant mener à des chaînes d'approvisionnement de biocarburants inefficaces et dangereuses. The Royal Society note que les exigences gouvernementales en matière de politiques vont souvent au-delà de la recherche scientifique nécessaire pour parvenir aux résultats proposés. Cette situation peut enlever l'accent mis sur le développement de biocarburants de remplacement et de nouvelles technologies (comme les biocarburants lignocellulosiques) possédant une meilleure chance de respecter les exigences des politiques, de mener à de véritables diminutions des émissions de GES et d'établir des systèmes de transport durables. The Royal Society recommande, par la suite, que les cadres stratégiques abordent les incertitudes sociales, économiques et environnementales liées au développement de biocarburants en investissant dans d'autres recherches et développements ciblés et en fondant des décisions stratégiques importantes sur des preuves solides plutôt qu'insuffisantes.

Lien Web disponible à:
<http://royalsociety.org/document.asp?id=7366>