

BIENS ET SERVICES ENVIRONNEMENTAUX EN AGRICULTURE POUR LA LUTTE ET L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Analyse et perspectives d'application au Québec



Emmanuelle HETSCH
Mémoire de fin d'études
Spécialisation : Agriculture et milieu rural
Avril à septembre 2010

Maître de stage : Christine GINGRAS

Nature Québec
870, av. De Salaberry, bureau 207
Québec (Québec) G1R 2T9

Tuteur de stage : Guido RYCHEN

ENSAIA
2, avenue de la Forêt-de-Haye
54505 Vandœuvre-les-Nancy Cedex

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout d'abord ma maîtresse de stage, Christine Gingras, chargée de projet Agriculture et directrice générale adjointe de Nature Québec. Je suis honorée qu'elle m'ait donné l'opportunité d'étudier les biens et services environnementaux au Québec et qu'elle m'ait encadrée tout au long de cette étude fort passionnante. J'ai grandement apprécié sa gentillesse, sa bonne humeur et surtout la confiance qu'elle m'a accordée dès mon arrivée. Sa présence pour répondre à mes questions et son soutien m'ont guidée durant ces cinq mois de stage à l'étranger et permis de mener à bien cette étude.

J'aimerais également remercier l'équipe de la commission Agriculture, Jeanne Camirand et Axelle Dudouet, avec qui j'ai eu la chance de pouvoir partager des moments tout aussi enrichissants qu'agréables. Je leur suis sincèrement reconnaissante pour leur appui, leurs précieux conseils et le dévouement qu'elles m'ont témoigné quand j'en avais besoin.

Un grand merci à tous les intervenants interrogés au cours de cette étude, pour le temps qu'ils ont bien voulu me consacrer et pour avoir démontré leur intérêt dans mon projet. J'ai été ravie de ces échanges constructifs sans lesquels je n'aurais pas pu bâtir ma réflexion et acquérir des connaissances allant bien au-delà de cette étude.

Enfin, je remercie également Marie-Claude Chagnon pour m'avoir soutenue dans la présentation de ce rapport. Je n'oublie pas non plus tout le personnel de Nature Québec, ainsi que son directeur général, Christian Simard, qui m'ont si bien accueillie. Grâce à eux, je me suis rapidement intégrée et sentie à l'aise dans cette structure. J'ai ainsi pu réaliser mon étude dans des conditions idéales.

TABLE DES MATIERES

ACRONYMES	IV
GLOSSAIRE	V
INTRODUCTION	1
1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE	2
1.1 Les changements climatiques, un double défi pour l'agriculture	2
1.1.1 Les changements climatiques et les GES d'origine agricole	2
1.1.2 La mitigation.....	2
1.1.3 L'adaptation.....	3
1.2 Place du concept des BSE en agriculture	3
1.2.1 Les BSE dans le domaine scientifique	3
1.2.2 Les BSE et l'agriculture.....	5
1.3 Territoire étudié : le Québec	5
1.3.1 La production agricole québécoise	5
1.3.2 L'agriculture québécoise et ses enjeux	6
1.4 Les objectifs de Nature Québec	6
1.4.1 Présentation de la structure d'accueil.....	6
1.4.2 Problématique et objectifs.....	7
2. DÉMARCHE SUIVIE	8
2.1 Approche bibliographique	8
2.2 Conception générale de l'étude	8
2.2.1 Objectifs et étapes de l'étude	8
2.2.2 Démarche globale de l'étude	9
3. RÉSULTATS DE L'ÉTUDE	12
3.1 Identification des BSE et des pratiques agroenvironnementales prioritaires	12
3.1.1 Classification et rôle des BSE dans la mitigation et l'adaptation.....	12
3.1.2 Association de pratiques agroenvironnementales aux BSE prioritaires.....	13
3.2 Détermination des freins et leviers pour le développement d'un soutien aux BSE	16
4. ANALYSE DU SOUTIEN DES PRATIQUES PRIORITAIRES PAR LE GOUVERNEMENT	17
4.1 Programmes fédéraux et québécois visant la lutte et l'adaptation aux changements climatiques	17
4.1.1 La lutte aux changements climatiques	17
4.1.2 L'adaptation aux changements climatiques	18
4.1.3 Analyse du soutien des pratiques agroenvironnementales prioritaires.....	18
4.2 Propositions d'outils de soutien	19
4.2.1 Etablissement d'un seuil de référence.....	19
4.2.2 Propositions d'outils économiques	20
5. DISCUSSION	24
CONCLUSION	25
BIBLIOGRAPHIE	26
ANNEXES	28

ACRONYMES

- AAC : Agriculture et agroalimentaire Canada
- AEE : Agence de l'efficacité énergétique
- BSE : Biens et services environnementaux
- CCAE : Clubs-conseils en agroenvironnement
- CIC : Canards Illimités Canada
- CCNUCC : Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
- FAC : Financement agricole Canada
- FAQDD : Fonds d'action québécois pour le développement durable
- FFQ : Fondation de la faune du Québec
- FPPQ : Fédération des producteurs de porcs du Québec
- FSAA : Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation
- GES : Gaz à effet de serre
- GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
- IRBV : Institut de recherche en biologie végétale
- IRDA : Institut de recherche et de développement en agroenvironnement
- MAPAQ : Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec
- MDDEP : Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs
- MRNF : Ministère des ressources naturelles et de la faune
- OEE : Office de l'efficacité énergétique
- PACC : Plan d'action sur les changements climatiques
- RNCan : Ressources naturelles Canada
- SCF : Service canadien des forêts
- UICN : Union internationale pour la conservation de la nature
- UPA : Union des producteurs agricoles

GLOSSAIRE

Adaptation

« Mesures prises par des particuliers ou des systèmes pour éviter, résister ou tirer parti de la variabilité du climat, de ses changements et de ses impacts actuels ou futurs. L'adaptation abaisse la vulnérabilité d'un système ou accroît sa résilience aux impacts » (FAO, non daté).

Ajustement d'un système naturel ou humain en réponse à un stimulus climatique actuel ou attendu, qui permet d'en atténuer les effets négatifs et d'exploiter les bénéfices et opportunités (GIEC, 2007).

Atténuation

L'atténuation s'attaque aux causes profondes des changements climatiques. Le terme également employé est *mitigation* (cf. définition, page suivante).

Biens publics

« Le concept de biens publics est bien établi dans la théorie économique, laquelle définit les biens publics par les caractéristiques suivantes :

- Non-excluable : si le bien est disponible pour une personne, d'autres ne peuvent être exclues des bénéfices qu'il confère.
- Non-rival : si le bien est consommé par une personne, cela ne diminue pas la quantité disponible pour d'autres » (Cooper *et al.*, 2009).

Changements climatiques

Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2007) : « Variation de l'état du *climat*, que l'on peut déceler (par exemple au moyen de tests statistiques) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels, à des *forçages externes* ou à des changements *anthropiques* persistants dans la composition de l'*atmosphère* ou dans l'*utilisation des terres*. »

Selon la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) : « Changements du climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables ».

Ecoconditionnalité

« L'écoconditionnalité est un mécanisme qui subordonne les paiements directs au respect par les agriculteurs de normes de base concernant l'environnement, la sécurité alimentaire, la santé animale et végétale, le bien-être des animaux et le maintien des terres dans de bonnes conditions agricoles et environnementales¹. »

¹ Commission européenne. *Ecoconditionnalité*. [En ligne] http://ec.europa.eu/agriculture/envir/cross-compliance/index_fr.htm (page consultée le 16 août 2010).

Ecosystème

« Un écosystème est un complexe dynamique composé de communautés de plantes, d'animaux et de microorganismes et de la nature inerte, sujet à des interactions en tant qu'entité fonctionnelle. Les êtres humains sont partie intégrante des écosystèmes. » (MEA, 2005).

Equivalent CO₂

Les GES sont ramenés en équivalent CO₂ afin de comparer leur impact et leur concentration. Les émissions de GES sont converties à partir du PRG de chaque gaz en émissions de CO₂. Dans le texte, les émissions sont exprimées en millions de tonnes équivalent de dioxyde de carbone (Mt éq. CO₂), gaz pris comme référence.

Externalités (positives ou négatives)

« Il s'agit de conséquences non intentionnelles de l'activité primaire (par exemple, la production vivrière), et pour lesquelles les particuliers qui en sont affectés ne peuvent influencer sur leur production. Les externalités entraînent généralement des effets « hors site » qui touchent d'autres entités, contrairement aux effets « sur site » dont se ressentent directement les exploitants agricoles. Les externalités peuvent être positives ou négatives, selon la perspective de ceux qui sont concernés » (FAO, 2007).

Fonction écosystémique

Elle désigne la « relation entre deux éléments d'un écosystème (ou de plusieurs écosystèmes) » (Aznar *et al.*, 2009) ou encore « la capacité des éléments et des processus naturels à fournir des biens et des services qui satisfont les besoins humains, directement ou indirectement » (De Groot, 2002).

Gaz à effet de serre (GES)

« Gaz qui empêchent la chaleur émise par la Terre de se dissiper dans l'espace et réchauffent ainsi l'atmosphère, permettant la vie sur la planète. » Les GES « incluent la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), les perfluorocarbones, l'hexafluorure de soufre (SF₆) et les hydrocarbures fluorés ». Ces gaz sont « produits de manière naturelle et par l'activité humaine² ».

Mitigation

« Ensemble de mesures visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre par sources et/ou accroître l'élimination du carbone par les puits de carbone » (FAO, non daté).

Principe du pollueur-payeur

« Selon ce principe, le pollueur doit assumer les dépenses relatives à la prévention ou à la réduction des atteintes à l'environnement dont il pourrait être l'auteur. De façon générale, les

² Forge, F. *Glossaire de programmes, lois et termes agricoles*. [En ligne] http://www2.parl.gc.ca/Content/LOP/ResearchPublications/prb0617_gloss-f.htm (page consultée le 16 août 2010).

agriculteurs doivent, à leurs propres frais, se conformer aux normes environnementales définies et respecter les normes de base obligatoires définies dans le cadre de l'écoconditionnalité³ ».

Résilience

« Capacité d'un système à résister aux impacts négatifs sans perdre ses fonctions de base » (FAO, non daté).

Rétribution des services environnementaux

« Transferts monétaires volontaires effectués entre des acheteurs et des vendeurs en vue de la fourniture d'un service environnemental » (FAO, 2007).

Service écosystémique

Les services écosystémiques sont les « bienfaits que les écosystèmes procurent aux êtres humains » (MEA, 2005).

Seuil de référence

« Le seuil — ou niveau — de référence marque la limite entre les mesures environnementales obligatoires, dont le coût incombe aux agriculteurs, et les mesures volontaires, pour lesquelles ils sont rémunérés. Reconnu au niveau international, le principe du « pollueur-payeur » définit le niveau de référence sur la base des normes obligatoires prévues dans le cadre de la législation environnementale ou de l'écoconditionnalité. Au-delà de ce niveau, les paiements agro-environnementaux s'appliquent⁴ ».

Vulnérabilité

« Possibilité d'un système de subir les conséquences du changement climatique, en tenant compte des impacts du changement climatique sur le système ainsi que de sa capacité à s'y adapter » (FAO, non daté).

³ Commission européenne. *Intégration à la PAC des préoccupations environnementales*. [En ligne] http://ec.europa.eu/agriculture/envir/cap/index_fr.htm (page consultée le 16 août 2010).

⁴ *Idem*.

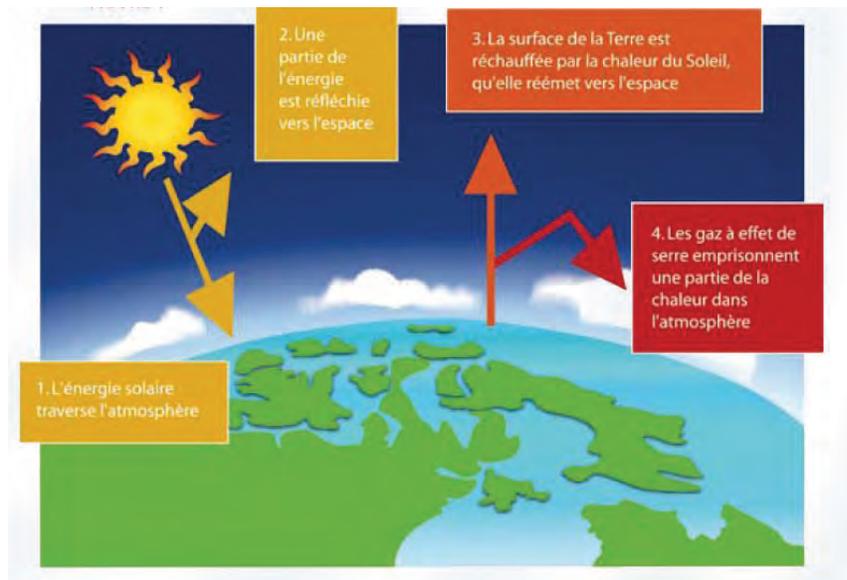
INTRODUCTION

Entre les sécheresses plus fréquentes, la fonte progressive des glaces ou encore les évènements météorologiques extrêmes, les changements climatiques se font de plus en plus ressentir. Le secteur agricole est particulièrement vulnérable aux variations climatiques. Bien qu'elle contribue au réchauffement planétaire en émettant 10 à 12 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES) (OCDE, 2009), l'agriculture possède également la capacité de stocker du carbone. Néanmoins, la mitigation à elle seule ne suffit pas ; des stratégies d'adaptation doivent être rapidement mises en place.

Face à cela, les biens et services environnementaux (BSE) apparaissent comme un moyen de lutte et d'adaptation aux changements climatiques. Le défi à relever pour l'agriculture du 21^{ème} siècle consiste à doubler la production agricole mondiale pour répondre aux besoins d'une population qui ne cesse de croître. Mais elle doit cependant, en parallèle, développer l'offre de BSE, tout en limitant ses retombées négatives.

Ainsi, Nature Québec, en tant qu'organisme non gouvernemental engagé dans la lutte aux changements climatiques, souhaite sensibiliser le gouvernement au rôle des BSE en milieu agricole dans la lutte et l'adaptation aux changements climatiques. Il vise également à encourager le soutien aux agriculteurs offrant ces BSE au Québec.

Par conséquent, ce rapport illustre tout d'abord le contexte de l'étude, afin de dégager l'état des connaissances et la situation du Québec concernant la lutte et l'adaptation aux changements climatiques ainsi que les BSE. De ces constats découle la mise en œuvre d'une méthodologie afin de répondre aux objectifs visés. Les résultats ainsi obtenus seront exposés et une analyse en sera faite afin de mieux cerner les freins actuels au développement des BSE liés au climat. Pour finir, une discussion et une proposition de pistes de réflexion permettront de cerner quelles perspectives peuvent être envisagées pour les BSE au Québec.



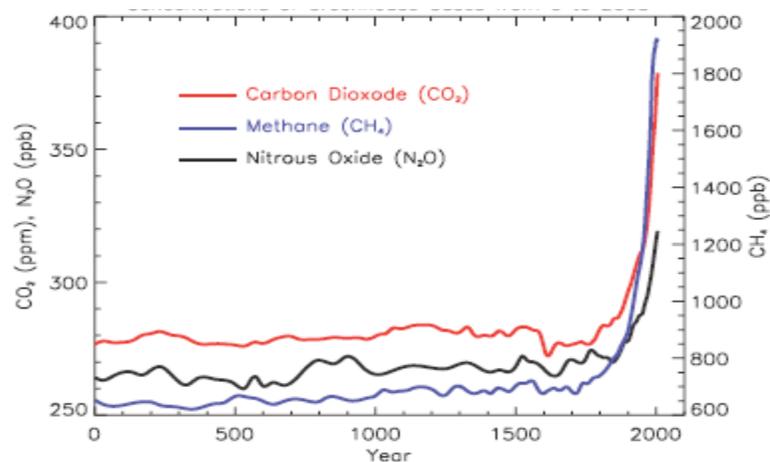
Source : UPA, 2009

Figure 1. Schéma explicatif de l'effet de serre

Tableau 1. Pouvoir de réchauffement global et temps de séjour des trois principaux GES agricoles

Gaz à effet de serre	Potentiel de réchauffement global (PRG)	Temps de séjour dans l'atmosphère
Dioxyde de carbone (CO ₂)	1	50 à 200 ans
Méthane (CH ₄)	21	12 ans
Protoxyde d'azote (N ₂ O)	310	114 ans

Source : GIEC, 2007



Source : GIEC, 2007

Figure 2. Concentration de GES de l'an 0 à 2005

1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

1.1 LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, UN DOUBLE DÉFI POUR L'AGRICULTURE

1.1.1 Les changements climatiques et les GES d'origine agricole

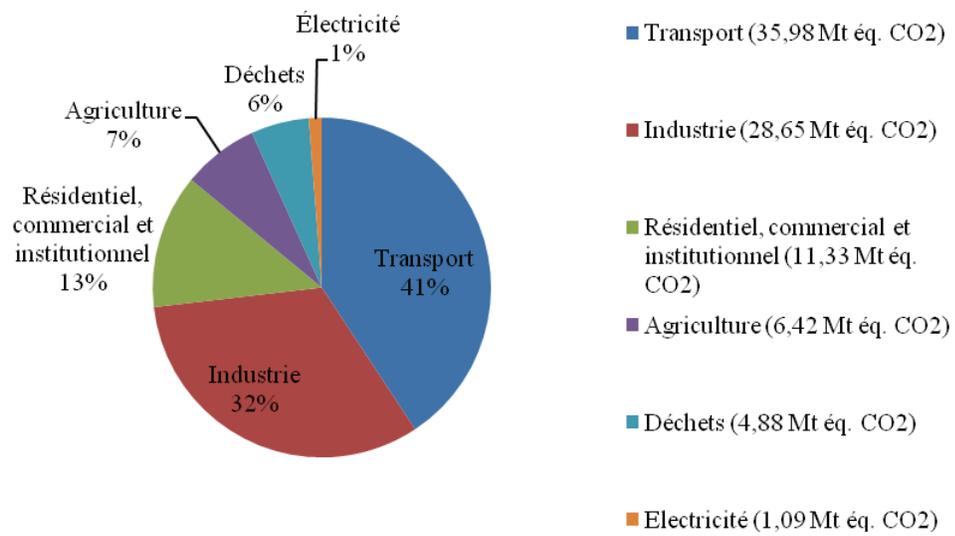
Les scientifiques du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) se sont accordés sur le fait que l'agriculture est une des **activités humaines** qui affecte le climat. Dans ce rapport, sera désigné sous l'expression « changements climatiques » toute variation du climat causée directement ou indirectement par les activités humaines, lesquelles altèrent la composition de l'atmosphère par l'**émission de GES** (cf. Figure 1). Au cours du siècle précédent, la hausse globale de la température moyenne était estimée à 0,6 °C, alors qu'en réalité elle a augmenté de 0,74 °C (GIEC, 2007). Des stratégies de lutte et d'adaptation au réchauffement planétaire doivent donc être rapidement mises en place en agriculture. Ce **double défi** consiste d'une part à réduire l'ampleur et le rythme des changements climatiques par la réduction des GES, autrement appelée **atténuation ou mitigation** ; d'autre part, à promouvoir l'**adaptation** à l'évolution du climat et à ses répercussions.

Trois GES sont émis par le secteur agricole : le **dioxyde de carbone** (CO₂), le **méthane** (CH₄) et le **protoxyde d'azote** (N₂O) (cf. Annexe 1, figure 1). Le pouvoir de réchauffement global (PRG) est 310 fois plus élevé pour le N₂O comparé au CO₂ et 21 fois pour le CH₄ (cf. Tableau 1). Alors que la concentration de ces trois gaz était relativement stable, elle a augmenté avec l'ère industrielle (vers 1750) (cf. Figure 2).

1.1.2 La mitigation

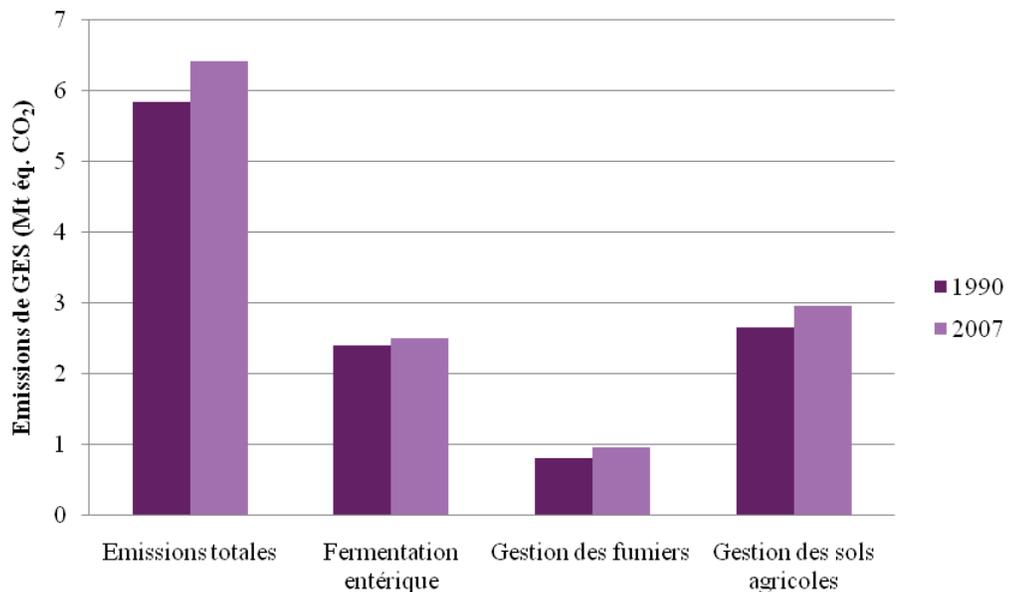
Afin d'éviter que le climat se modifie de façon dangereuse et imprévisible, il faut limiter le réchauffement à une élévation de 2 °C (GIEC, 2007). Pourtant, des **hausse de températures moyennes de 2 à 4,5 °C d'ici 2100** sont prévues. Il s'agit donc d'un réchauffement majeur par rapport aux précédents cycles climatiques. Face à cet enjeu, un engouement mondial pour les changements climatiques a été lancé par le **Protocole de Kyoto**, signé en 1997 par 160 pays, dont le Canada. Le Québec s'est alors engagé à diminuer ses émissions de GES de 6 % par rapport à 1990 d'ici 2012, soit de passer d'un niveau de 83,7 Mt éq. CO₂ en 1990 à 78,7 Mt éq. CO₂ émis pour 2012. Or, en 2007, 88,3 Mt éq. CO₂ ont été relâchés dans l'atmosphère (MDDEP, 2009).

Pourtant, le Québec veut s'imposer comme un leader dans la lutte aux changements climatiques avec une nouvelle cible : **réduire de 20 % ses émissions d'ici 2020. Les émissions de GES d'origine agricole représentaient 7,3 % des émissions au Québec en 2007**, soit 6,4 Mt éq. CO₂ (cf. Figure 3). Ceci n'inclut pas l'utilisation de la machinerie agricole et la modification d'affectation des terres. Or, au Québec, les émissions de GES d'origine agricole ont **augmenté de 9,6 % entre 1990 et 2007**. Ces émissions proviennent essentiellement de la fermentation entérique (39 %), laquelle produit du CH₄, et de la gestion des sols (46 %), en



Source : MDDEP, 2009

Figure 3. Répartition des émissions de GES par secteur d'activités au Québec en 2007



Source : adaptation de MDDEP, 2009

Figure 4. Émissions de GES d'origine agricole au Québec en 2007 en comparaison à 1990

raison des pratiques culturales et engrais, sources de N₂O et de CO₂. Le reste est émis par la gestion des fumiers (15 %) qui, lors de la manutention, relâche du CH₄ et du N₂O (cf. Figure 4).

Au regard de ces chiffres, il paraît essentiel de se tourner vers des mesures d'atténuation dans le secteur agricole afin de freiner cette augmentation des émissions et les réduire. Ceci permettra de limiter l'effort d'adaptation nécessaire, ainsi que son coût, et de diminuer le risque de déclencher des changements catastrophiques.

1.1.3 L'adaptation

L'atténuation seule ne suffit pas ; même si plus aucun GES n'était émis à partir d'aujourd'hui, leurs effets dureront encore des années. Le processus étant engagé et les impacts déjà constatés, il est nécessaire de faire face aux changements inévitables en développant des stratégies d'adaptation. Selon la modélisation réalisée par Ouranos (consortium de 250 scientifiques et professionnels sur les thèmes : sciences du climat ; impacts et adaptation), une **élévation des températures moyennes** se fera ressentir au Québec de façon plus marquée en hiver (2,5 °C à 3,8 °C dans le sud du Québec d'ici 2050) qu'en été (1,9 °C à 3 °C) (Ouranos, 2010). **Les précipitations augmenteront** avec des printemps plus pluvieux, tout comme les hivers (8,6 % à 18,1 % dans le sud d'ici 2050). De plus, des inondations et des sécheresses plus fréquentes, ainsi que davantage d'**événements météorologiques extrêmes** (orages, tornades, vent et grêle) sont attendus.

Même si l'agriculture a un long passé d'adaptation, l'intensité des changements climatiques imposent de réévaluer sa capacité d'adaptation, elle sera **moins vulnérable par une atténuation des impacts négatifs** sur les productions agricoles et en tirant parti des impacts positifs. L'adaptation permettra de réduire la fragilité des systèmes agricoles touchés, d'anticiper et de changer leur exposition tout en augmentant leur **résilience**.

Sous la pression des impacts des changements climatiques, les producteurs agricoles n'auront d'autre choix que de s'adapter. Ceci engendrera des coûts d'autant plus élevés que cette démarche sera entreprise tardivement. L'intervention de la politique publique doit agir à trois niveaux pour promouvoir l'adaptation en agriculture : réduire la vulnérabilité des personnes les moins en mesure de s'adapter, fournir de l'information pour une adoption généralisée des techniques et opportunités d'adaptation, et **rehausser la fourniture de biens publics** (cf. Glossaire) liés à l'agriculture (OCDE, 2009). Autrement dit, l'offre de BSE doit être encouragée dans un contexte de réchauffement climatique.

1.2 PLACE DU CONCEPT DES BSE EN AGRICULTURE

1.2.1 Les BSE dans le domaine scientifique

Les BSE, confondus avec les notions de services écosystémiques ou de services écologiques, ont fait l'objet de nombreuses publications scientifiques avec une croissance exponentielle depuis 2000, et surtout 2005 (Méral *et al.*, 2010).

Tableau 2. Classification des services écosystémiques

SERVICES D'APPROVISIONNEMENT Produits tirés des écosystèmes	SERVICES DE RÉGULATION Bienfaits tirés de la régulation des processus écosystémiques	SERVICES CULTURELS Bienfaits non matériels tirés des écosystèmes
Nourriture Eau douce Bois de feu Fibre Produits biochimiques Ressources génétiques	Régulation du climat Régulation des maladies Régulation de l'eau Épuration des eaux Pollinisation	Spirituels et religieux Agrément et écotourisme Beauté écologique Inspiration Éducationnel Instinct géographique Héritage culturel
<p style="text-align: center;">SERVICES D'AUTO-ENTRETIEN Services nécessaires à l'octroi de tous les autres services fournis par les écosystèmes</p>		
Constitution des sols	Développement du cycle nutritionnel	Production primaire

Source : adapté du MEA, 2005

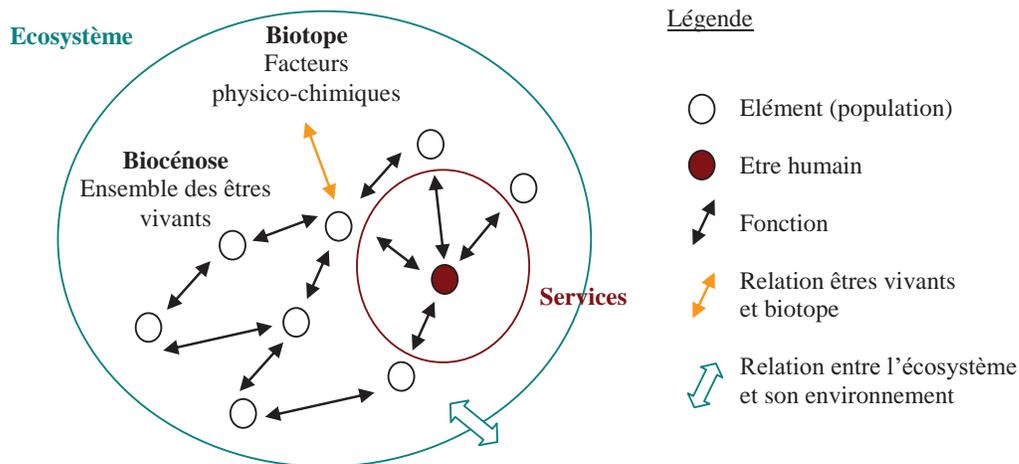
La première évaluation monétaire, publiée par Costanza *et al.*, chiffre à 33 trillions de dollars par an l'ensemble des services rendus par la nature, alors que la somme des produits intérieurs bruts nationaux (PIB) de la planète s'élevait à cette époque à 18 trillions de dollars. La même année, la définition du service écosystémique, qui est aujourd'hui la plus reprise, voit le jour : « bénéfices fournis aux sociétés humaines par les écosystèmes naturels » (Daily *et al.*, 1997). Mais c'est en 2001 que le terme « service écologique » bénéficie d'une reconnaissance politique grâce à l'**évaluation des écosystèmes pour le millénaire** (MEA : Millennium Ecosystem Assessment). 1360 experts de 95 pays ont travaillé durant quatre ans pour aboutir, entre autres, à la mise en valeur du lien entre les services écosystémiques et le bien-être de l'homme. Le MEA a évalué 24 services rendus par les écosystèmes, subdivisés en quatre catégories : services d'approvisionnement, d'auto-entretien, de régulation et culturels. 15 services ont été déclarés comme dégradés ou non utilisés de façon durable (MEA, 2005). Pour remédier à cette situation, une intégration des BSE dans la politique voit le jour en 2005 avec le concept de paiement pour les services environnementaux (PSE), lequel se développe progressivement aujourd'hui à l'échelle internationale.

Le constat découlant de ces publications est que le **concept de services écosystémiques n'est pas stabilisé** mais plutôt en développement. Des interrogations et ambiguïtés demeurent. Il n'existe **ni listes ni classifications officiellement reconnues** de ces services. Toutefois, deux classifications principales ressortent de la littérature, celle de De Groot *et al.* (2002) (cf. Annexe 2, Tableau 1) et celle du MEA (2005) (cf. Tableau 2).

Bien qu'elle soit la plus reprise, la classification du MEA est encore remise en question. En effet, **les auteurs ne s'accordent pas sur le choix et la définition des BSE**. Beaucoup d'auteurs, notamment au Québec, utilisent les termes services « écosystémiques », « écologiques » et « environnementaux » au même titre les uns que les autres, alors que d'autres les distinguent. Dans un premier temps, il paraît donc primordial pour un concept encore en évolution de remettre au clair ces notions pour asseoir la suite de l'étude.

Les définitions renvoient à des idéologies différentes et se basent sur la perception de la **place de l'homme par rapport à l'écosystème** (cf. Glossaire). En fait, puisqu'ils rassemblent seulement les interactions qui renvoient à l'homme (cf. Figure 5), les services font référence aux **bénéfices que l'homme peut tirer des écosystèmes**. Les services découlent donc de fonctions (cf. Glossaire) assurées par les processus et éléments des écosystèmes.

La nuance entre les notions de services écosystémiques / écologiques / environnementaux est plus complexe à percevoir et de multiples définitions parsèment la littérature. Les plus répandues ont été retenues et sont présentées dans l'encadré 1. A la différence des services écosystémiques, où l'activité humaine n'est pas nécessaire mais représente un levier de leur fourniture (Aznar *et al.*, 2009), dans le cas de l'agriculture, les **BSE réfèrent aux services rendus par les producteurs** (Méral *et al.*, 2010). A noter que d'autres termes peuvent référer à ces concepts dans la littérature, comme par exemple « éco-services » ou « services naturels ». Mais pour la poursuite de cette étude, nous utiliserons la notion de **biens et services**



Source : adapté de la discussion avec B. Limoges, 2010.

Figure 5. Schématisation d'un écosystème avec ses fonctions et services

Service écosystémique : Ce terme renvoie à la participation de la nature au bien-être des hommes. Cette notion est limitée aux fonctions qui bénéficient aux êtres humains (Costanza *et al.*, 1997). Les services écosystémiques est la notion la plus employée et désignent « les bienfaits que les écosystèmes procurent aux êtres humains » (MEA, 2005).

Services écologiques : Les services écologiques sont les bénéfices que tire la société de la biodiversité et du fonctionnement des écosystèmes. La littérature ne met pas en évidence une distinction claire par rapport à la notion de service écosystémique.

Biens et services environnementaux (BSE) : Les BSE réfèrent à l'action humaine qui est pourvoyeuse de services (positifs, vertueux) pour la société, à travers l'environnement (Aznar *et al.*, 2009). Ils désignent aussi la transformation des éléments naturels en fonctions utiles pour l'humain (MAPAQ, 2005), rôle joué par l'agriculteur.

Encadré 1. Définitions de base clés

environnementaux (BSE). En effet, l'étude cible les pratiques que l'agriculteur peut mettre en œuvre, autrement dit elle considère l'**action de l'homme**. De plus, cette expression est en général utilisée pour le monde agricole⁵. Le terme « biens » sera conservé car il renvoie à une notion de capital naturel dans lequel il est possible d'investir pour qu'il procure ce bien⁶, par exemple les biens alimentaires.

1.2.2 Les BSE et l'agriculture

Lors du Sommet de Rio sur le développement durable en 1992, le terme de multifonctionnalité fait son apparition. Ainsi, l'agriculture n'est plus réduite à sa fonction initiale de production alimentaire mais est reconnue comme une activité qui génère d'autres services au travers de ses fonctions économiques, sociales et environnementales. En 1998, les ministres de l'agriculture des pays membres de l'OCDE ont adopté la multifonctionnalité (OCDE, 2001). Le concept des BSE peut donc être rattaché à la **composante environnementale de la multifonctionnalité** de l'agriculture.

Ainsi, l'agriculture, en produisant des biens alimentaires, crée des externalités positives ou négatives (limitation de la pollution). Les BSE sont des **externalités positives** qui ne sont pas intégrés dans les marchés classiques⁷. Cette **défaillance du marché** nécessite une **intervention publique** afin de valoriser cette production de biens publics et d'inciter les producteurs à les fournir au nom de la société. C'est ainsi que des propositions de paiements des agriculteurs se sont développées.

1.3 TERRITOIRE ÉTUDIÉ : LE QUÉBEC

1.3.1 La production agricole québécoise

Le Québec, la plus grande province du Canada, située à l'est, est un territoire vaste de 1,54 millions de km² pour seulement 7,8 millions de personnes. En raison du climat et des sols, l'agriculture occupe le sud du Québec, soit **2 % de la superficie du territoire**, principalement en bordure du fleuve Saint-Laurent.

En 2008, le territoire agricole comptait environ **29 000 exploitations** (7,5 milliards \$ de recettes) (MAPAQ, 2009a). La ferme québécoise est essentiellement familiale. Près de 75 % de la production est issue de l'élevage en raison des caractéristiques du sol, propice aux prairies (CAAAQ, 2008). L'**élevage** de bovins est majoritaire (38 %), avec 60 % de production laitière, ce qui en fait la spécialisation principale, et 40 % d'engraissement. L'agriculture québécoise a également pour atout d'être diversifiée. Toutefois, son recul est net, avec une **baisse de 68 % du nombre d'exploitations** entre 1961 et 2006. La tendance est à l'**agrandissement** et la

⁵ Limoges, Benoît, 2010. Communication personnelle, Québec, MDDEP, Direction du patrimoine écologique et des parcs.

⁶ Boutin, Denis, 2010. Communication personnelle, Québec, MDDEP, Direction du secteur agricole et des pesticides, Service agricole.

⁷ La production agricole est un BSE, cependant elle n'est pas une externalité puisqu'elle est captée par les marchés. Elle sera tout de même conservée dans l'étude puisque la fonction première de l'agriculture ne peut pas être écartée lorsqu'une évaluation de pratiques agroenvironnementales est entreprise.

spécialisation. La superficie moyenne était de 113 ha selon le recensement de 2006, contre 60 ha en 1961 (Statistique Canada, 2008).

1.3.2 L'agriculture québécoise et ses enjeux

Actuellement, l'agriculture au Québec se trouve dans une **position difficile**. La hausse des revenus a ralenti, voire stagné, comparativement aux dépenses des exploitations. Près d'un tiers des entreprises ont des recettes inférieures aux dépenses. La dépendance à l'aide gouvernementale s'accroît, avec un taux d'endettement qui s'est multiplié par deux ces dix dernières années. Certaines productions sont déficitaires, telle la production porcine pour laquelle le prix du marché ne comble pas les dépenses des producteurs.

Ainsi, pour redresser et relancer la production agricole québécoise, **l'agriculture doit être repensée** sous une nouvelle forme, comme l'a souligné le rapport Pronovost (CAAAQ, 2008). Ainsi, parmi les points évoqués, l'agriculture du futur devra être une activité multifonctionnelle, en soutenant les relations entre l'agriculture et les autres activités. En effet, Pronovost met en avant la **nécessité de la production de « biens environnementaux »**. Pour cela, il recommande que cette production de BSE fasse l'objet d'une compensation des pertes de revenu du producteur ou d'un défraiement des coûts liés à l'aménagement.

1.4 LES OBJECTIFS DE NATURE QUÉBEC

1.4.1 Présentation de la structure d'accueil

Créé en 1981, Nature Québec est un **organisme national à but non lucratif** ayant souscrit aux objectifs de la Stratégie mondiale de conservation de l'Union mondiale pour la nature (UICN). Appuyé par des bénévoles, des donateurs et une centaine d'organismes affiliés dans la **protection de l'environnement** et le **développement durable**, il a pour objectifs de maintenir les processus écologiques essentiels à la vie, de préserver la diversité biologique et de favoriser l'utilisation durable des espèces, des écosystèmes et des ressources. Nature Québec est structuré en 6 commissions : agriculture, aires protégées, biodiversité, eau, énergie et forêt. En tant qu'intervenant d'appui sollicité par le gouvernement, son rôle pour le secteur agricole est de faire avancer la cause environnementale au travers de ses publications, tout en sensibilisant et formant les agriculteurs.

La **commission Agriculture** rassemble 3 employés : Christine Gingras, agronome (chargée de projet Agriculture et directrice générale adjointe de l'organisme), Jeanne Camirand, agronome (agente de projet Agriculture) et Axelle Dudouet (agente de projet Agriculture). Financée par les Fonds d'action québécois pour le développement durable (FAQDD) et le Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation (MAPAQ), la commission a lancé en 2008 un projet intitulé *Agriculture climat : vers des fermes 0 carbone* et visant à proposer l'adoption de pratiques agricoles contribuant à la réduction des gaz à effet de serre. Pour cela, outre la production de publications, elle forme et accompagne les producteurs agricoles. Dans le cadre

de ce projet, elle s'intéresse aux rôles des BSE en milieu agricole dans la lutte aux changements climatiques.

1.4.2 Problématique et objectifs

La documentation rassemblée pour cette étude a permis de constater que la notion de BSE est un concept en plein essor nécessitant d'être éclairci et soutenu. Pourtant, la province veut s'afficher comme un leader dans la lutte aux changements climatiques et le secteur agricole a le pouvoir de l'aider. Mais, il doit d'ores et déjà aussi s'adapter pour maintenir durablement ses fonctions. C'est pourquoi, l'une des solutions est de soutenir les BSE.

Ainsi, Nature Québec s'intéresse à la **place des BSE** dans le milieu agricole et à leur lien avec les changements climatiques. Il vise donc à ordonner les connaissances autour des BSE afin de **mettre au clair ce concept** et sa place en agriculture dans le cadre des changements climatiques. Puis, avec l'urgente nécessité de mettre en place des politiques appropriées, son but est de voir quels sont les outils et les programmes de soutien les plus pertinents pour encourager ces BSE au Québec. Ainsi découle la problématique suivante :

Identifier les pratiques agroenvironnementales optimisant l'offre de BSE et proposer des pistes de réflexion pour leur soutien au Québec dans un contexte de lutte et d'adaptation aux changements climatiques.



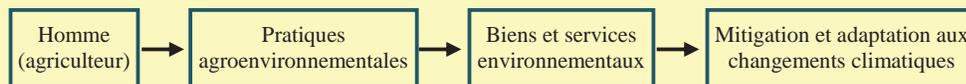
- Objectif 1 :** Identifier les pratiques agroenvironnementales prioritaires fournissant les BSE participant à la lutte ou à l'adaptation.
- Objectif 2 :** Proposer des actions pour soutenir les BSE au Québec.
- Objectif 3 :** Aboutir à des pistes de réflexion pour un soutien du gouvernement québécois aux pratiques agroenvironnementales prioritaires dans le cadre de la lutte et de l'adaptation aux changements climatiques.

- Trois GES en milieu agricole : CO₂, CH₄ et N₂O
- Agriculture au Québec : 7,3 % des émissions de GES
- Emissions en hausse : + 9,6 % entre 1990 et 2007
- Objectif : réduction de 20 % des émissions de GES d'ici 2020
→ Mettre en place des stratégies de mitigation

- Réduire la vulnérabilité et augmenter la résilience des agrosystèmes face aux impacts des changements climatiques
→ Mettre en place des stratégies d'adaptation

- Concept des BSE à éclaircir : diversité de termes et pas de classifications officielles
- Définition des BSE : services rendus par les agriculteurs à la société au travers de l'environnement
- Externalités positives et défaillance des marchés
- Agriculture québécoise en difficulté et à repenser
→ Soutenir les BSE pour une agriculture davantage multifonctionnelle

- Modèle établi pour l'étude :



Encadré 2 : Idées à retenir (chapitre 1)

2. DÉMARCHE SUIVIE

2.1 APPROCHE BIBLIOGRAPHIQUE

En plus d'approfondir le sujet, l'approche bibliographique a pour but d'évaluer, à partir des études déjà existantes, l'état de la situation actuelle au Québec concernant les BSE. En découlent le cadrage du sujet et les enjeux majeurs à approfondir.

Une vaste recherche bibliographique s'est articulée autour de différents thèmes :

- l'agriculture au Québec et les bonnes pratiques agricoles ;
- les changements climatiques : impacts, mitigation (GES) et adaptation ;
- les services écosystémiques : définitions, classifications, méthodes de soutien ;
- les programmes politiques du Canada ciblés sur les changements climatiques ;
- la rétribution des BSE : étude des exemples existants.

2.2 CONCEPTION GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE

2.2.1 Objectifs et étapes de l'étude

Le but de l'étude est d'apporter des éléments tangibles pour envisager des perspectives et orienter le soutien des BSE au Québec dans le cadre des changements climatiques. L'étude se découpe en trois parties, selon les objectifs fixés, dont les étapes sont les suivantes (cf. Figure 6) :

Objectif 1

Identifier les pratiques agroenvironnementales prioritaires fournissant les BSE participant à la lutte ou à l'adaptation

- Cibler les BSE prioritaires pour la lutte et l'adaptation.
- Évaluer les pratiques agroenvironnementales susceptibles de délivrer chacune des BSE prioritaires.
- Sélectionner les pratiques agroenvironnementales prioritaires pour les BSE participant d'un côté à la mitigation et de l'autre à l'adaptation.

Objectif 2

Proposer des actions pour soutenir les BSE au Québec

- Dégager les freins entravant le développement des BSE au Québec.
- Suggérer des leviers d'action pour les contourner.

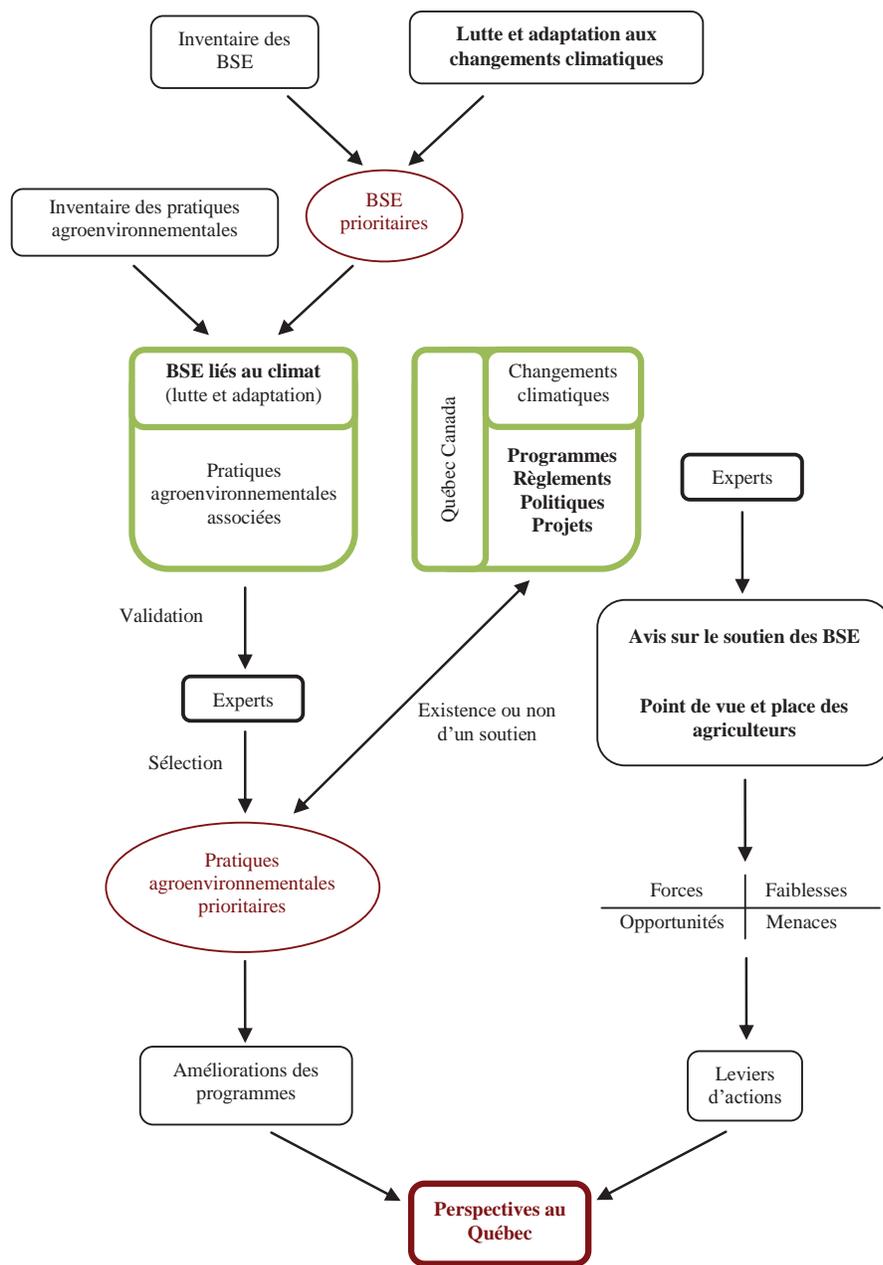


Figure 6. Schéma de conception de l'étude

Objectif 3

Aboutir à des pistes de réflexion pour un soutien du gouvernement québécois aux pratiques agroenvironnementales prioritaires dans le cadre de la lutte et de l'adaptation aux changements climatiques

- Inventorier les programmes axés vers la lutte et l'adaptation aux changements climatiques en agriculture au Québec.
- Analyser le soutien des pratiques agroenvironnementales prioritaires au Québec.
- Situer chaque pratique agroenvironnementale prioritaire par rapport à un seuil de référence afin de leur associer des instruments économiques des politiques publiques.
- Cibler les approches et outils les plus efficaces et les plus pertinents pour le Québec afin de soutenir les pratiques agroenvironnementales prioritaires.

2.2.2 Démarche globale de l'étude

Pour mener à bien les diverses étapes exposées précédemment, une approche bibliographique a, dans un premier temps, permis d'extraire des données et de construire des documents de base de travail. Dans un second temps, des consultations d'experts ont été réalisées afin de réajuster les outils élaborés à partir des recherches bibliographiques et de les valider. Enfin, le traitement et la synthèse des informations ont été effectués (cf. Annexe 3).

■ *Elaboration des outils*

Pour répondre aux objectifs, deux outils ont été élaborés :

- La classification des BSE prioritaires contribuant à la lutte ou à l'adaptation aux changements climatiques en agriculture.
- La grille des pratiques agroenvironnementales associées aux BSE prioritaires.

■ *Réalisation d'entretiens*

Pour cette étude qualitative, la technique choisie a été celle des **entretiens semi-directifs** en face-à-face, en raison des documents préparés au préalable sur lesquels les discussions devaient reposer. De plus, cette technique correspond parfaitement au sujet qui concerne des domaines connexes qui peuvent être abordés sous différents axes thématiques rassemblés dans le guide d'entretien. L'objectif est que la personne interrogée soit libre de s'exprimer concernant les thèmes pour lesquels elle pense être la plus apte à répondre, et qu'elle puisse orienter son discours en développant des points qu'elle juge pertinents. Etant donné que certains experts se trouvaient éloignés géographiquement, une partie des entretiens se sont déroulés par téléphone.

Pour mener à bien ces entretiens, diverses étapes ont été nécessaires :

Nombre d'entretiens

Le nombre d'entretiens semi-directifs à réaliser pour arriver au point de saturation (plus de nouvelles connaissances apportées) se situe en théorie entre 10 et 30⁸. Compte-tenu des contraintes temporelles, de la longueur des entretiens versus l'ampleur des sujets abordés (1 h 30 en moyenne) et des moyens attribués, **19 entretiens** ont été effectués (11 se sont déroulés en face-à-face et 8 au téléphone).

Choix des experts

Étant donné l'amplitude des domaines concernés par l'étude, le choix des experts s'est basé sur quatre thèmes : BSE, changements climatiques, pratiques agroenvironnementales, programmes provinciaux, fédéraux et à l'étranger (cf. Annexe 4). Le but était de rencontrer des intervenants ayant une grande **diversité de profils**, et également des représentants des principales organisations en lien avec l'agriculture.

Deux profils d'experts peuvent être distingués dans cette étude. D'un côté, se trouvent des personnes qui travaillent dans l'un ou plusieurs des domaines suivants : BSE, changements climatiques et agroenvironnement. Ces intervenants ont permis de répondre aux objectifs 1 et 2, en validant deux outils : la classification et la grille. D'un autre côté, des personnes ont été choisies pour leur expertise dans le domaine de l'économie de l'environnement, dans les programmes et ont été interrogées pour les objectifs 2 et 3. Ces entretiens apporteront une vision globale du soutien des BSE au Québec, des éléments clés pour l'analyse des programmes.

Construction du guide d'entretien

Le guide d'entretien (cf. Annexe 5) répertorie les **quatre axes thématiques** sur lesquels sont centrés les discours des personnes interrogées (BSE, changements climatiques, pratiques agroenvironnementales, programmes).

Prise de contact

Les personnes ont d'abord été avisées et introduites à l'étude par courrier électronique avec en accompagnement un **document présentant l'étude et les outils élaborés** au préalable. Ainsi, les personnes ont pu disposer du temps nécessaire pour s'imprégner du sujet et des outils. Ceci a permis de rendre les entretiens plus efficaces puisque les intervenants étaient plus à l'aise face à l'étude et ont pu cibler les points sur lesquels ils souhaitaient intervenir.

Déroulement des entretiens

Les entretiens ont été menés en différentes étapes : présentation du projet et du contexte, objectifs des entretiens, identification du profil de l'interviewé et mise en confiance par interrogation sur ses dossiers, discussion sur les thèmes choisis et prise de notes, conclusion et perspectives de l'étude.

⁸ Euréval. *Réaliser un entretien semi-directif*. [En ligne] http://www.eureval.fr/IMG/File/FT_Entretien.pdf (page consultée le 7 septembre 2010).

■ **Analyse des informations**

Pour analyser les résultats obtenus grâce aux entretiens, une **analyse thématique** a été réalisée à partir des parties du guide d'entretien.

Concernant les BSE prioritaires, un premier entretien avec Benoit Limoges (MDDEP) a permis de retravailler la **classification des BSE** et de poser ainsi les bases pour les entretiens suivants. Ensuite, cette classification a été réajustée progressivement à partir des conseils des experts.

Pour la grille des BSE prioritaires et des pratiques agroenvironnementales, les **évaluations des pratiques ont été comparées** afin d'arriver à une grille qui soit la plus fidèle possible aux réponses des intervenants.

Enfin, pour la partie abordant le soutien des BSE et les programmes, les avis des intervenants et les obstacles perçus aux BSE ont été regroupés dans une **matrice SWOT** (présentant les forces, faiblesses, opportunités, menaces). Les connaissances apportées concernant les programmes ont fait l'objet d'une synthèse. Une analyse globale du contenu en a été tirée, comparant les idées et les interprétant pour proposer des perspectives applicables au Québec.

Tableau 3. BSE participant à la lutte ou à l'adaptation aux changements climatiques

BSE		Explication	Mitigation	Adaptation	
Régulation	Qualité de l'air	Réduction des émissions de NH ₃ , piégeage des polluants autres que GES		X	
	Climat global	Séquestration du carbone (biomasse aérienne et racinaire)	Améliorer le bilan des émissions de GES en favorisant l'accumulation de carbone et en évitant les émissions de GES.	X	
		Augmentation ou maintien du carbone des sols			
		Evitement des GES			
	Microclimat	Ombrage, réduction du vent, effet albédo, évapotranspiration.		X	
	Rivières et niveaux de nappes	Recharge des aquifères, réduction des inondations.		X	
	Disponibilité en eau	Rétention et stockage de l'eau dans les sols, réduction de l'irrigation.		X	
	Qualité de l'eau	Amélioration et maintien de la qualité de l'eau.		X	
	Augmentation de la fertilité des sols	Hausse de la matière organique, maintien de la vie des sols.		X	
	Contrôle de l'érosion	Maintien de terres arables, prévention des glissements de terrain.		X	
Gestion naturelle des nuisibles et préservation des habitats des alliés	Gestion des ennemis des cultures et réduction des dommages aux cultures ; Régulation de l'abondance des pathogènes et des organismes porteurs.		X		
Pollinisation des cultures et de la végétation naturelle	Pollinisation des espèces de plantes sauvages, pollinisation des cultures.		X		
Production	Biens alimentaires, fibres, fourrages et biocombustibles	Produits alimentaires dérivés des plantes, des animaux et des microbes. Matériaux (bois, chanvre...), constructions de bâtiments. Biocombustibles et énergie (bois énergie, matière organique...) Fourrages et engrais (feuilles, litière).		X	
	Diversité spécifique et génétique	Espèces rares et races patrimoniales, variétés végétales. Gènes et information génétique pour l'amélioration des plantes, les biotechnologies et autres applications.		X	

Source : adapté de Swinton et al., 2005 ; MEA, 2005 ; De Groot et al., 2002

3. RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

3.1 IDENTIFICATION DES BSE ET DES PRATIQUES AGROENVIRONNEMENTALES PRIORITAIRES

3.1.1 Classification et rôle des BSE dans la mitigation et l'adaptation

Étant donné la méconnaissance quant au choix et à la définition des BSE, la base de l'étude doit reposer sur une identification et une description des BSE prioritaires.

■ *Identification des BSE prioritaires*

La première étape consiste à inventorier les BSE à partir de la littérature. Même s'ils sont nombreux et bien souvent propres aux auteurs, certains sont tout de même reconnus par les scientifiques. Ainsi, la sélection des BSE s'est basée sur les classifications suivantes :

- Bilan du millénaire relatif aux écosystèmes, 2005 (cf. Tableau 2) ;
- Swinton *et al.*, 2005 (cf. Annexe 2, tableau 1) ;
- De Groot *et al.*, 2002 (cf. Annexe 2, tableau 2).

Pour identifier les BSE prioritaires dans le cadre de cette étude, **quatre critères de sélection** (classés par ordre de priorité) ont permis d'éliminer progressivement les BSE :

- présence dans le milieu agricole ;
- niveau de reconnaissance dans la littérature ;
- existence d'un rôle dans la lutte ou l'adaptation aux changements climatiques ;
- perceptibilité : BSE facile à identifier à partir d'une pratique agricole.

Les BSE sélectionnés comme prioritaires pour la lutte ou l'adaptation aux changements climatiques en milieu agricole figurent dans le tableau 3.

■ *Choix des catégories pour la classification*

Les BSE sont généralement classés sous quatre catégories : les services d'approvisionnement, les services de régulation, les services culturels et les services d'appui. Les BSE identifiés ont donc été reclassés pour aboutir, suite aux avis des experts, à une **classification propre au cadre des changements climatiques** en agriculture (cf. Tableau 3) se composant uniquement des **services de régulation et de production**.

En effet, dans le cadre de cette étude, les BSE de la catégorie « services culturels », regroupant par exemple les services esthétiques (paysage) et récréatifs ne présentaient pas d'intérêt. La catégorie des services d'appui se distingue par le fait qu'elle présente des services nécessaires à l'ensemble de la production des autres services et au maintien des conditions de vie sur terre (formation des sols, cycle de l'eau, cycles des nutriments, production primaire, photosynthèse et production d'oxygène). Cependant, elle a été écartée pour la poursuite de l'étude car les services rattachés ont des impacts indirects sur l'homme (par le biais d'autres BSE) ou à long terme (comme la production d'oxygène).

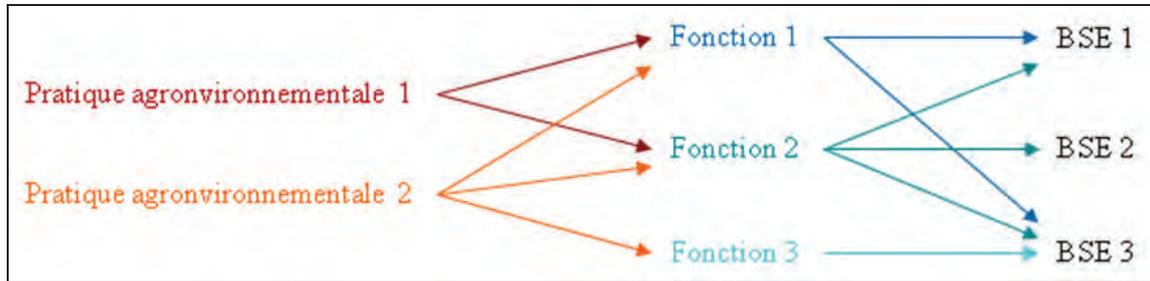


Figure 7. Non bijectivité des relations entre pratiques, fonctions et BSE

■ **Rôle des BSE dans la lutte ou l'adaptation aux changements climatiques**

L'un des critères de sélection était l'existence d'un rôle du BSE dans la lutte ou l'adaptation aux changements climatiques. La description des BSE prioritaires et leur rôle dans les changements climatiques sont détaillés à l'annexe 6 et synthétisés dans le tableau 3. Seul le rôle majeur est précisé dans le tableau, sous forme de croix. Par exemple, le contrôle de l'érosion contribue à l'adaptation, en conservant la couche arable de sol. Mais, il a également un rôle mineur dans la mitigation via le transport de nutriments à l'extérieur de la ferme, à l'origine d'émissions indirectes de GES.

3.1.2 Association de pratiques agroenvironnementales aux BSE prioritaires

Une fois le tri des BSE fait et leur rôle majeur dans la lutte ou l'adaptation mis en évidence, la question qui se pose est de savoir par quels moyens l'agriculteur va pouvoir fournir ces BSE. Pour s'en assurer, des **pratiques agroenvironnementales ont été définies** (cf. Annexe 7) et reliées selon leurs fonctions aux BSE. A une pratique peuvent être associés plusieurs BSE, et inversement : c'est la non bijectivité (cf. Figure 7). Les pratiques ont été évaluées dans la grille se trouvant à l'annexe 8. Le but est d'**analyser qualitativement quels BSE pourraient être engendrés par ces pratiques**. Ensuite, une analyse en découle pour déterminer les pratiques qui devraient être favorisées en priorité et soutenues pour fournir les BSE permettant la lutte et l'adaptation aux changements climatiques.

■ **Choix des pratiques agroenvironnementales pour la construction de la grille**

Etant donné que le but de l'étude est de promouvoir les pratiques jouant un rôle dans la lutte et l'adaptation aux changements climatiques, le choix a été fait de traiter un éventail de pratiques qui permettent de fournir les BSE sous le chapeau des changements climatiques. Ainsi, les pratiques ne contribuent pas de la même façon à la fourniture de BSE, certaines sont foncièrement bénéfiques tandis que d'autres réduisent simplement les impacts négatifs sur certains BSE. Toutefois, ces dernières ont un intérêt du fait qu'elles ne sont pas adoptées unanimement encore au Québec. En effet, au premier abord une réduction des apports en fertilisants réduit les impacts négatifs de l'agriculture, mais cette pratique participe également à la maximisation des BSE « qualité de l'eau » et « évitement de GES ». Cette problématique sera contournée par la **distinction entre les externalités négatives et les externalités positives** à partir du choix d'un **seuil de référence**. Ce seuil de référence se situe au niveau des attentes des consommateurs de l'agriculture en termes de protection de l'environnement et correspond à des objectifs environnementaux à atteindre. Le seuil de référence a pour objectif de respecter le principe du « pollueur-payeur » (cf. Glossaire), reconnu internationalement.

Par conséquent, la **grille** a été construite à partir des **BSE prioritaires**, identifiés précédemment, et de **pratiques agroenvironnementales** tirées du *Guide des bonnes pratiques agroenvironnementales* (MAPAQ *et al.*, 2005). Etant donné que l'étude se situe dans le cadre des changements climatiques, il paraissait pertinent de rajouter des pratiques concernant l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables à la ferme. Lors des entretiens, d'autres

pratiques ont été proposées, notamment celles relevant de la conservation des habitats. Une description des pratiques de la grille se trouve à l'annexe 7.

■ **Codification de la grille**

La grille a pour but de voir quelles pratiques sont les plus aptes à produire des BSE. Ainsi, seuls les liens positifs et évidents sont retracés, c'est-à-dire ceux qui viennent le plus rapidement à l'esprit et sont les plus significatifs. En plus d'**identifier l'existence du lien positif** entre la pratique et le BSE, le choix a été fait de **qualifier les impacts** de directs ou indirects.

Ainsi, la codification qui a été établie est la suivante :

- « D », impact direct : relation de cause à effet entre la pratique agroenvironnementale et le BSE.
- « I », impact indirect : l'effet sur le BSE découle d'un impact direct par un lien de causalité avec des intermédiaires (dont le nombre sera limité à un, car l'intensité de l'effet décroît d'autant plus que la distance par rapport à l'effet direct augmente).
- « ± » : l'effet d'une pratique sur un BSE est variable selon la technologie employée ou selon la manière dont elle est gérée.
- Case grise : l'effet positif de la pratique sur le BSE n'est pas établi ou est en débat.
- Case blanche : le lien de causalité n'a pu être décelé.

Pour le remplissage des cases, la grille a été soumise à l'avis d'experts spécialisés dans divers domaines de l'agroenvironnement (cf. Annexe 4). Un seul effet est considéré pour simplifier la lecture ; ainsi, le « D » est prioritaire sur le « I ». La grille finale présentée à l'annexe 8 est un outil de réflexion, qui synthétise au mieux les résultats issus de la consultation des experts. Alors que certaines pratiques ne laissaient pas place au doute quant aux impacts engendrés, d'autres ont généré des avis divergents. Dans ce dernier cas, la case a été remplie selon l'occurrence des réponses et la justification des experts.

A défaut de pouvoir toujours évaluer l'impact d'une pratique, cette grille permet de cibler les problématiques, de repérer les points qui nécessitent un approfondissement ou encore ceux pour lesquels les experts ne sont pas en accord.

■ **Identification des pratiques agroenvironnementales prioritaires**

Afin de faire ressortir les pratiques phares parmi les **41 pratiques agroenvironnementales** étudiées, une hiérarchisation puis une sélection ont été établies. Celles-ci se feront séparément pour le volet mitigation (BSE du climat global) et le volet adaptation (les autres BSE).

Pour **hiérarchiser** ces pratiques, différentes méthodes peuvent être employées. Un simple comptage par pratique des cases remplies pour l'ensemble des BSE ne serait pas représentatif puisque les impacts n'ont pas tous le même poids. Le choix a été fait de créer deux indices pour chaque pratique. Un **indice mitigation** sera calculé à partir des BSE participant à la mitigation selon la méthode de calcul du paragraphe suivant. De même, un **indice adaptation** sera calculé avec les autres BSE relevant de l'adaptation.

Tableau 4. Les 21 meilleures pratiques pour la mitigation

Pratiques agroenvironnementales	Indice mitigation (total : 3)
Engrais verts	3
Biomasse lignocellulosique	2,5
Bonne régie des pâturages	2
Rotation des cultures	2
Haies brise-vent	2
Cultures intercalaires d'arbres	2
Sylvopastoralisme	2
Prairies permanentes	2
Travail réduit ou semis direct	2
Couverture étanche sur les ouvrages de stockage et brûlage du CH ₄	1
Pratiques de régie alimentaire	1
Taux de remplacement recommandé	1
Réduction des doses d'engrais	1
Périodes d'épandage adaptées	1
Fractionnement des apports en fertilisants	1
Bandes riveraines élargies	1
Réduction de la compaction du sol	1
Milieux aquatiques et riverains	1
Milieux humides	1
Ecosystèmes forestiers	1
Méthanisation	1

Tableau 5. Les 20 meilleures pratiques pour l'adaptation

Pratiques agroenvironnementales	Indice adaptation (total : 11)
Haies brise-vent	11
Cultures intercalaires d'arbres	11
Sylvopastoralisme	11
Milieux aquatiques et riverains	10
Ecosystèmes forestiers	10
Rotation des cultures	9
Engrais verts	9
Milieux humides	9
Prairies permanentes	8,5
Bandes riveraines élargies	8
Bonne régie des pâturages	7
Travail réduit ou semis direct	6
Sites d'abreuvement contrôlé	5
Réduction de la compaction du sol	5
Bonne gestion des pesticides	5
Gestion intégrée des ennemis des cultures	4,5
Diversité végétale	4
Voie d'eau engazonnée	3,5
Avaloir	3
Ajustement de l'irrigation	3

Légende :

Gras : 13 pratiques prioritaires

Jaune : 6 meilleures pratiques prioritaires

Les impacts directs sont plus évidents et ont, comme il l'a été précisé précédemment, une plus grande intensité que les impacts indirects. Ainsi, le choix a été fait de considérer qu'un impact indirect vaut la moitié d'un impact direct. Les effets variables (« ± ») ou encore en questionnement (case grise) ne sont pas pris en compte dans la hiérarchisation. Ainsi, pour classer les pratiques, le choix a été fait d'attribuer les points suivants :

- 1 point pour un « D » ;
- 0,5 point pour un « I » ;
- 0 point pour une case grise ou une « ± ».

La somme de ces points donnera les deux indices. L'indice mitigation, additionne les points pour les BSE ayant un rôle dans la mitigation et ayant pour valeur maximale 3 (trois BSE : séquestration du carbone, augmentation du carbone des sols, évitement de GES). L'indice d'adaptation, quant à lui, réfère au reste des BSE, soit une notation sur un total de 11. **Les pratiques ont ensuite été classées** d'un côté pour leur indice de mitigation et de l'autre pour leur indice d'adaptation (cf. Annexe 9, tableaux 5 et 6).

Il ne faut pas voir dans cette notation une quantification des pratiques. Par exemple, la présente codification, dans le cas des pratiques de mitigation, n'est pas construite de façon à comparer les pratiques en regard de leur intensité de réduction d'émissions de GES ou d'accumulation de carbone. Le total des indices n'est pas non plus une pondération de la mitigation et de l'adaptation. Cette codification permet seulement de savoir si les pratiques identifiées fournissent ou non ces BSE en mettant en lumière les pratiques les plus bénéfiques. Ainsi, pour la suite de l'étude, une dizaine de pratiques sera développée plus en détail.

Concernant la sélection, un graphique présente chaque indice selon les pratiques (cf. Annexe 9, figures 2 et 3) pour voir où un écart suffisant se remarque, afin de cibler les meilleures pratiques. Ainsi, pour la mitigation, 21 pratiques ont été retenues et 20 pour l'adaptation (cf. Tableaux 4 et 5).

Si nous comparons les pratiques sélectionnées pour les BSE mitigation et celles pour les BSE adaptation, nous pouvons remarquer que **13** d'entre elles sont communes. Nous appellerons ces pratiques « **pratiques agroenvironnementales prioritaires** ». En effet, des synergies entre les pratiques de mitigation et d'adaptation sont fréquentes. Ainsi une pratique de conservation des sols menant à un accroissement de leur fertilité est favorable pour l'adaptation, mais aussi pour la lutte aux changements climatiques puisque le puits de carbone sera renforcé.

Nous pouvons remarquer que 6 pratiques se démarquent fortement puisqu'elles sont très impliquées à la fois dans la mitigation et dans l'adaptation :

- haies brise-vent ;
- cultures intercalaires d'arbres ;
- engrais verts ;
- rotation des cultures ;
- sylvopastoralisme ;
- prairies permanentes.

Tableau 6. Matrice SWOT des BSE en milieu agricole au Québec

		FORCES	FAIBLESSES
INTERNE		<p>Transversalité du concept :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lutte et adaptation aux changements climatiques ▪ Protection de l'environnement ▪ Durabilité à l'échelle environnementale 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manque de clarté et de connaissances autour du concept de BSE ▪ Pratiques agroenvironnementales pas encore dans les mœurs ▪ Agriculteurs réfractaires aux changements ▪ Points de vue divergents selon les scientifiques ▪ Engagement insuffisant et ponctuel des acteurs du secteur ▪ Pas de quantification ou d'évaluation monétaire des BSE
		OPPORTUNITES	MENACES
EXTERNE		<p>Création envisagée d'un marché du carbone</p> <p>Marché vert en essor</p> <p>Développement des préoccupations environnementales</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réglementation (législation) sous-développée en matière de protection de l'environnement ▪ Écoconditionnalité légère et dont l'efficacité est remise en question ▪ Ressources financières du gouvernement limitées ▪ Rétribution inexistante actuellement ▪ Pas de valorisation indirecte des produits (marketing environnemental) ▪ Contexte agricole critique du point de vue économique ▪ Société pas prête à intégrer le coût des BSE ▪ Consommateur exigeant mais pas prêt à payer plus cher ses produits

Tableau 7. Leviers d'action pour l'essor des BSE en milieu agricole au Québec

		FAIBLESSES	Leviers d'action	
INTERNE		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manque de clarté et de connaissances autour du concept de BSE ▪ Pratiques agroenvironnementales pas encore dans les mœurs ▪ Agriculteurs réfractaires aux changements 	<p>Action 1 : Vulgariser les BSE et sensibiliser la société</p>	
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Points de vue divergents selon les scientifiques ▪ Engagement insuffisant et ponctuel des acteurs du secteur 		<p>Action 2 : Rassembler et coordonner les acteurs</p>
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pas de quantification ou d'évaluation monétaire des BSE 		<p>Action 3 : Promouvoir la recherche et les projets pilotes</p>
EXTERNE		<p>Menaces</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Réglementation (législation) sous-développée en matière de protection de l'environnement ▪ Ecoconditionnalité légère et dont l'efficacité est remise en question ▪ Ressources financières du gouvernement limitées 	<p>Action 4 : Améliorer les outils politiques et économiques déjà en place</p>	
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rétribution inexistante actuellement ▪ Pas de valorisation indirecte des produits (marketing environnemental) ▪ Contexte agricole critique du point de vue économique 		<p>Action 5 : Mettre en place des programmes de soutien</p>
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Société pas prête à intégrer le coût des BSE ▪ Consommateur exigeant mais pas prêt à payer plus cher ses produits 		<p>Action 1 : Vulgariser les BSE et sensibiliser la société</p>

Dans la suite de cette étude, nous nous intéresserons au soutien existant ou à développer autour de ces 13 pratiques prioritaires.

3.2 DÉTERMINATION DES FREINS ET LEVIERS POUR LE DÉVELOPPEMENT D'UN SOUTIEN AUX BSE

Lors des entretiens, divers éléments clés sont ressortis à titre de facteurs entravant le développement et l'essor des BSE. Ces éléments, synthétisés dans une matrice SWOT⁹ (cf. Tableau 6) ont permis de dégager **cinq leviers d'action** (cf. Tableau 7) afin de contourner les faiblesses et les menaces :

- vulgariser les BSE et sensibiliser la société ;
- rassembler et coordonner les acteurs ;
- promouvoir la recherche et le développement de projets pilotes ;
- améliorer les outils politiques et économiques déjà en place ;
- mettre en place des programmes de soutien.

L'ensemble de ces leviers est étroitement lié ; l'efficacité de l'un dépendant de l'autre. Par conséquent, la volonté gouvernementale de s'impliquer dans le soutien des BSE sera déterminante pour entraîner une dynamique globale et un succès assuré. Les deux derniers leviers d'action, complexes mais déterminants pour le soutien des BSE seront développés dans la partie suivante, abordant le soutien des pratiques agroenvironnementales identifiées prioritaires.

⁹ Matrice des forces (Strengths), faiblesses (Weaknesses), opportunités (Opportunities) et menaces (Threats).

- 3 BSE contribuant à la mitigation :
 - BSE de la catégorie « régulation » du climat global (Séquestration du carbone dans la biomasse, maintien ou hausse du carbone des sols, évitement des GES)
- 11 BSE contribuant à l'adaptation :
 - BSE de la catégorie « régulation » (liés à l'eau, l'air, les sols, la biodiversité et ses habitats)
 - BSE de la catégorie « production » (biens alimentaires et matières premières, diversité spécifique et génétique)
- 13 pratiques agroenvironnementales prioritaires participant fortement à la mitigation et à l'adaptation en fournissant les BSE retenus :
 - 4 pratiques agroforestières
 - 3 pratiques de conservation des habitats
 - 6 pratiques de conservation des sols et de l'eau (rotation, engrais verts, etc.)
- 2 actions majeures pour développer un soutien aux BSE au Québec :
 - Améliorer les outils politiques et économiques déjà en place
 - Mettre en place des programmes de soutien

Encadré 3 : Idées à retenir (chapitre 3)

4. ANALYSE DU SOUTIEN DES PRATIQUES PRIORITAIRES PAR LE GOUVERNEMENT

L'analyse des programmes s'appliquant au secteur agricole s'effectuera au niveau provincial, c'est-à-dire au Québec, mais également au niveau fédéral, c'est-à-dire à l'échelle du Canada. En effet, le gouvernement fédéral apporte son soutien au Québec via des programmes qui lui sont spécifiquement dédiés ou via ceux qui sont accessibles à l'ensemble des provinces. Ainsi, il sera possible de voir si les pratiques agroenvironnementales prioritaires ont leur place parmi ces programmes.

4.1 PROGRAMMES FEDERAUX ET QUEBECOIS VISANT LA LUTTE ET L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

4.1.1 La lutte aux changements climatiques

■ Au niveau fédéral

Le tableau 7 de l'annexe 10 présente les programmes fédéraux ciblés de manière explicite vers la lutte et à l'adaptation aux changements climatiques. Il montre que le Canada a mis principalement sur les **énergies renouvelables** et l'**efficacité énergétique** pour répondre à ses objectifs de réduction des émissions de GES. En effet, 4,2 milliards de dollars ont été investis pour améliorer la conservation de l'énergie et l'efficacité énergétique via les programmes « écoEnergie » de Ressources naturelles Canada. Ces programmes phares, qui ne visent pas uniquement le secteur agricole, ont également pour but d'accroître la part des énergies renouvelables. Le soutien vise surtout l'essor des biocarburants. En effet, des incitatifs financiers à l'exploitation agricole pour la production de biocarburants sont mis en place avec le programme « écoENERGIE pour les biocarburants » (1,5 milliard de dollars sur 9 ans). De plus, « l'initiative pour un investissement écoagricole dans les biocarburants » vient s'y greffer avec 200 millions de dollars pour la construction ou l'agrandissement d'installations de production de biocarburants.

En dehors du Programme de pâturages communautaires de l'Administration du rétablissement agricole des prairies (ARAP), qui participe au maintien des prairies en tant que puits de carbone, les bonnes pratiques ne semblent pas suffisamment soutenues. **L'agriculture bénéficie surtout des programmes axés sur l'énergie et visant l'ensemble des secteurs d'activités**, tels ceux concernant l'efficacité énergétique, mais dispose de peu de programmes où elle est directement concernée. Par ailleurs, certains programmes environnementaux majeurs en agriculture n'ont pas été poursuivis, alors qu'ils contribueraient fortement à la protection de l'environnement ou à la réduction des GES en agriculture (cf. Annexe 10). C'est le cas du programme PAGES (cf. Annexe 10), qui avec ses projets de démonstration et de sensibilisation sur les exploitations agricoles, constituait une base solide pour diffuser et favoriser l'adoption de ces pratiques efficaces dans la réduction des émissions de GES. Mais, ce programme, achevé en 2006, n'a pas été reconduit.

**Tableau 8. Volets du programme Prime-Vert
concernant la réduction des émissions de GES**

Volet	Objectif
13	Projets d'envergure pour la réduction des émissions de GES.
5.2.2	Captage du biogaz produit par les ouvrages de stockage.
6.2	Technologies de réduction des émissions de GES liées à la gestion des fumiers.
7	Équipement d'épandage des fumiers.
8.4	Évaluation, information et sensibilisation en matière de technologies et de pratiques agricoles de réduction des émissions de GES.
12	Remplacement de sources d'énergie et valorisation énergétique de la biomasse.

Source : MAPAQ, 2009b

■ **Au niveau provincial**

L'annexe 10 présente les programmes mis en place au niveau du Québec.

Dans son plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012, le Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs (MDDEP) dresse 24 mesures, dont une seule concerne directement l'agriculture dans la lutte aux changements climatiques (traitement du lisier et valorisation énergétique de la biomasse agricole).

D'après le tableau 8 de l'annexe 10, tout comme au niveau fédéral, la majorité des programmes pour la lutte aux changements climatiques vise davantage l'amélioration de l'**efficacité énergétique** et la promotion des **énergies renouvelables**, plutôt que de viser directement la réduction des émissions de GES. La forme de soutien est souvent un **paiement direct**, ponctuel, sous forme de **partage des coûts engagés**.

Le **programme Prime-Vert** constitue un programme d'ampleur en agriculture au Québec. Il est administré par le MAPAQ et reconduit jusqu'en 2013. Incitant à l'adoption des bonnes pratiques agricoles, il intègre des mesures de lutte aux changements climatiques suivant le plan d'action 2006-2012 du Québec (cf. Tableau 8).

4.1.2 L'adaptation aux changements climatiques

L'annexe 10 témoigne du **manque de programmes** touchant à l'adaptation aux changements climatiques en milieu agricole aussi bien au niveau fédéral qu'au Québec. Un programme semble ressortir, *Initiatives de collaboration pour l'adaptation régionale* (RNCAN), dans lequel quatre projets sont en cours au Québec traitant de la phytoprotection, la gestion des eaux et des sols, des outils de gestion et la mission agroclimatique du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ).

Le gouvernement n'en est qu'**à ses débuts** dans le sujet de l'adaptation. De plus, l'agriculture ne semble pas être sa priorité, mais elle peut bénéficier indirectement des programmes soutenant les pratiques durables. Le gouvernement provincial s'appuie sur le principe que les entreprises agricoles s'adapteront d'elles-mêmes aux changements climatiques. Pour cela un soutien doit permettre à ce secteur d'avoir des bases solides, d'être innovant et dynamique.

4.1.3 Analyse du soutien des pratiques agroenvironnementales prioritaires

L'adoption de pratiques de mitigation ou d'adaptation aux changements climatiques est souvent visée par des objectifs qui ne sont pas directement reliés aux changements climatiques, mais qui sont plus larges tels que l'agroenvironnement ou le développement durable. Nous pouvons citer à titre d'exemples d'autres volets et sous-volets du programme Prime-Vert qui, même s'ils ne visent pas spécifiquement la réduction des émissions de GES, peuvent contribuer à la réduction du bilan des émissions de GES de l'entreprise agricole. En effet, le sous-volet 10.1, axé sur la réduction de la pollution diffuse et l'amélioration de la qualité de l'eau, soutient l'implantation de couvre-sols, de bandes riveraines et de haies brise-vent.

A la vue du tableau 9, les pratiques agroforestières, la **haie brise-vent** et la **bande riveraine**, **bénéficient d'un soutien** grâce à deux principaux programmes. Le programme de mise en

Tableau 9. Programmes de soutien au milieu agricole pour les 13 pratiques agroenvironnementales prioritaires

Pratique agroenvironnementale	Organisme	Programme
Haies brise-vent	MAPAQ	Prime-Vert, volet 10
	FFQ (avec l'UPA)	Mise en valeur de la biodiversité des cours d'eau en milieu agricole
	MRNF	Distribution de plants d'arbres pour le reboisement des forêts publiques et privées
Bandes riveraines élargie	MAPAQ	Prime-Vert, volet 10
	FFQ (avec l'UPA)	Mise en valeur de la biodiversité des cours d'eau en milieu agricole
CONSERVATION d'habitats (écosystèmes forestiers, milieux aquatiques et riverains et milieux humides)	Environnement Canada	Programme de conservation de l'habitat
		Programme des dons écologiques
		Programme de conservation des zones naturelles
		Programme de l'intendance de l'habitat (PIH)
	MDDEP	Programme de conservation du patrimoine naturel en milieu privé
	FFQ	Protéger les habitats fauniques
	CIC	Programme de conservation des habitats
	FFQ	Mise en valeur de la biodiversité des cours d'eau en milieu agricole
CONSERVATION d'habitats	FFQ	Faune en danger
	FFQ	Découvrir les habitats fauniques
Conservation des milieux aquatiques et riverains	FFQ	Amélioration de la qualité des habitats aquatiques
Conservation des milieux humides	FFQ	Programme d'aide pour la protection des milieux humides forestiers sur terres privées
	CIC	Programme de conservation des milieux humides et de la sauvagine
Prairies permanentes	ARAP	Programme de pâturages communautaires
Engrais verts	MAPAQ	Prime-Vert, volet 10
Travail réduit ou semis direct	MAPAQ	Prime-Vert, volet 10
Cultures intercalaires, sylvopastoralisme, rotation des cultures, bonne régie des pâturages, réduction de la compaction du sol	X	

valeur de la biodiversité des cours d'eau en milieu agricole (Fondation de la faune du Québec en collaboration avec l'UPA) vise l'amélioration de la qualité de l'eau et des habitats fauniques en milieu agricole à l'échelle du bassin versant, à travers l'aménagement de bandes riveraines, de haies brise-vent, de corridors fauniques. Dix projets-pilotes, dans différents bassins versants, ont été ciblés, engageant ainsi 483 producteurs agricoles à améliorer leurs pratiques agricoles. Dans le cas de Prime-Vert, deux conditions sont mentionnées au sujet de la bande riveraine :

- Elle doit dépasser les exigences de la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* si elle est herbacée permanente.
- Elle doit faire plus de 5 m si elle est arborescente ou arbustive.

Deux autres pratiques disposent de la même aide financière au travers du volet 10 de Prime-Vert en tant que pratiques de conservation des sols : les **engrais verts** et le **travail réduit** ou le semis direct. La réduction de la compaction des sols n'est pas en soi une pratique soutenue, mais elle résulte du soutien apporté à d'autres pratiques.

Concernant les pratiques de conservation, des lois et règlements les protègent et toute intervention dans ces milieux doit faire l'objet d'une demande d'autorisation préalable (cf. Annexe 11, tableau 9). Les **programmes de conservation des milieux naturels sont nombreux** et prennent diverses formes : ententes de protection, servitudes pour la conservation, retrait des terres et dons écologiques, etc.

Les provinces perçoivent de l'argent du fédéral et elles décident parmi une liste de bonnes pratiques agricoles (BPA) où elles le redistribuent. Or, **le choix du Québec a été de ne pas soutenir la rotation** mais de faire de la sensibilisation et il en est **de même pour la bonne régie des pâturages**. Concernant les **cultures intercalaires d'arbres** et le **syvopastoralisme**, étant des pratiques agroforestières émergentes, elles ne disposent **pas d'aide** actuellement.

Nous pouvons constater que certaines pratiques productrices des BSE ne sont pas soutenues. Cependant, il ne faut pas seulement soutenir à l'aveugle et de façon massive, mais cibler pour chercher un retour sur investissement. Pour cela, l'agroforesterie est intéressante puisqu'elle apporte un ensemble de BSE utiles à la lutte et à l'adaptation aux changements climatiques. Reste à convertir cela en revenu par hectare que pourrait toucher le producteur¹⁰.

4.2 PROPOSITIONS D'OUTILS DE SOUTIEN

4.2.1 Etablissement d'un seuil de référence

Les services de production sont favorisés en tant que biens privés, contrairement aux services de régulation qui sont des biens publics non valorisés par les marchés. En raison de cette défaillance des marchés pour les BSE et d'un manque d'information sur leur coût et leur valeur, une intervention du gouvernement est nécessaire. Le but est d'**internaliser les externalités** dans les décisions des producteurs grâce à des règlements, des incitations économiques (taxes ou subventions) ou par une meilleure définition des droits de propriétés. Mais pour cela, **un seuil**

¹⁰ Gariépy, Stéphane, 2010. Communication personnelle, Québec, AAC, Direction générale des services agroenvironnementaux.

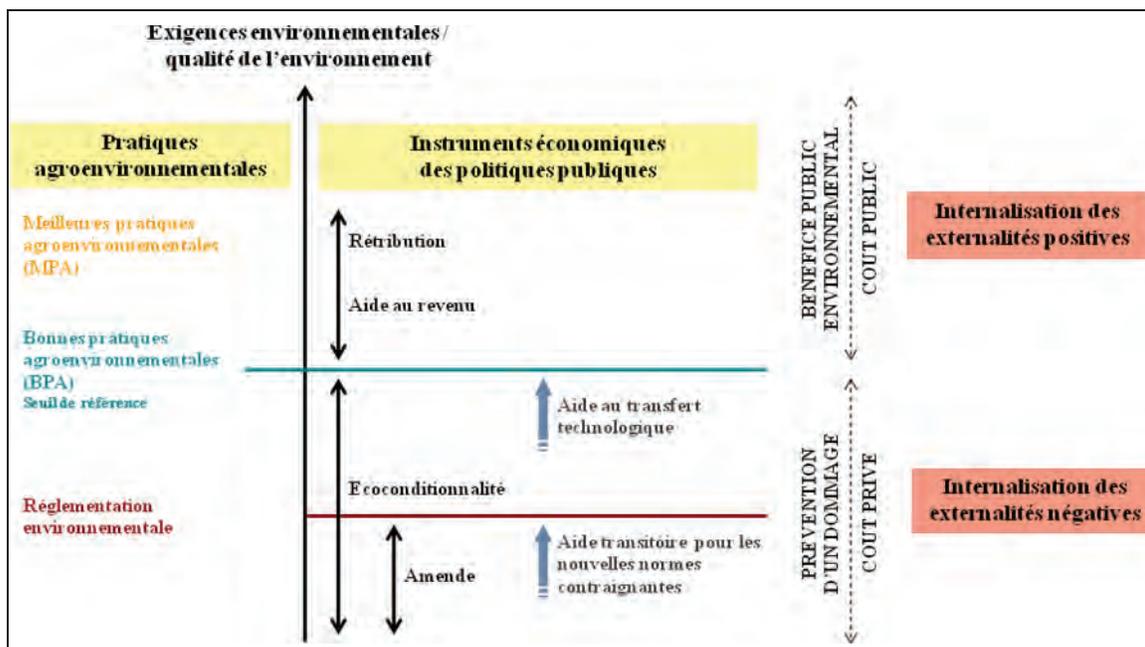


Figure 8. Seuil de référence de bonnes pratiques et instruments des politiques publiques

Tableau 10. Seuil de référence des 13 pratiques agroenvironnementales prioritaires

Bonnes pratiques agroenvironnementales (BPA)	Meilleures pratiques agroenvironnementales (MPA)
Haies brise-vent	Bandes riveraines élargie
Bonne régie des pâturages	Cultures intercalaires d'arbres
Rotation des cultures	Sylvopastoralisme
Travail réduit ou semis direct	Conservation des écosystèmes forestiers
Réduction de la compaction du sol	Conservation des milieux aquatiques et riverains
Prairies permanentes	Conservation des milieux humides
Engrais verts	

de référence doit être posé pour articuler les instruments bâtissant une politique économique adéquate.

Le seuil de référence le plus appliqué dans les pays se situe au niveau des BPA (Ecoressources, 2006). C'est celui-ci que nous adopterons pour positionner ensuite les pratiques. A la suite des discussions avec les économistes rencontrés, un schéma a été construit pour associer le seuil de référence aux instruments économiques des politiques publiques (cf. Figure 8). Ce niveau de référence sépare la prévention des dommages de la création de bénéfices. De cela découle l'application du principe économique de l'internalisation des externalités négatives sous le seuil, c'est-à-dire que les frais de dépollution sont à la charge de l'agriculteur. Au-dessus du seuil, l'internalisation des externalités positives se fait par le biais de subventions.

Les **13 pratiques agroenvironnementales définies comme prioritaires dans la partie 3 ont été classées** selon qu'elles relevaient de la réglementation environnementale, des bonnes pratiques ou qu'elles dépassaient les bonnes pratiques. Dans ce dernier cas, nous parlerons de « **meilleures pratiques agroenvironnementales** » (MPA). Nous pouvons remarquer qu'aucune des pratiques clés pour la mitigation et l'adaptation sont du niveau de la réglementation. Une moitié se situe au niveau des bonnes pratiques et l'autre va au-delà des bonnes pratiques (cf. Tableau 10).

4.2.2 Propositions d'outils économiques

Les BSE ne font pas toujours l'objet de marchés, c'est pourquoi un panel d'outils est disponible pour intervenir en favorisant leur production. Cela peut aller de la formation des agriculteurs avec de la sensibilisation jusqu'aux outils économiques plus ou moins interventionnistes pour internaliser les externalités dans des échanges marchands. L'annexe 12 présente les approches possibles (MAPAQ, 2005) : exigences réglementaires ; écoconditionnalité ; paiements (ponctuels ou continus) ; approche par le marché (taxes, redevances, outils fiscaux, permis échangeables, crédits de compensation etc.) ; marketing environnemental (certification et labellisation) ; approche volontaire (sensibilisation, formation, assistance technique etc.).

Au Canada, les **outils principalement utilisés sont l'approche réglementaire, les paiements** pour certaines pratiques agricoles **et l'écoconditionnalité** (cf. Glossaire), mais de façon marginale. Le choix des outils pour la suite de l'étude dépend des 13 pratiques prioritaires et du seuil de référence. Parmi les outils coercitifs, l'écoconditionnalité sera abordée par la suite pour passer du respect de la réglementation à l'intégration des BPA. Concernant les pratiques prioritaires établies comme des MPA (cf. Tableau 10), la rétribution est, selon le schéma du seuil de référence, l'outil adapté, et sera par conséquent illustré par la suite.

■ Un outil à renforcer : l'écoconditionnalité

L'écoconditionnalité est un outil puissant s'il est contrôlé¹¹ et s'avère être un incitatif financier intéressant dans le contexte québécois. Comme le montre la figure 8, cet instrument est utile

¹¹ Gouin, Daniel-Mercier, 2010. Communication personnelle, Québec, université Laval, Département d'économie agroalimentaire et des sciences de la consommation.

pour faire respecter la réglementation en vigueur et aller jusqu'à l'atteinte des bonnes pratiques. Cependant, il n'est **pas suffisamment exploité** et sert principalement à la mise en conformité des exploitations alors qu'il pourrait être complété par d'autres exigences environnementales. Par ailleurs, un contrôle plus strict de la bonne application de la réglementation serait souhaitable par une personne mandatée par le MDDEP (CAAAQ, 2008). Certaines exploitations agricoles bénéficiant de cette aide financière ne respectent pas les normes en vigueur, notamment la bande riveraine.

Par conséquent, l'écoconditionnalité pourrait être améliorée en soumettant le versement de l'aide financière à des exigences environnementales plus poussées. Celles-ci pourraient concerner non seulement le bilan phosphore et la bande riveraine d'une largeur de 3 m, mais aussi d'autres mesures. Ainsi, **les sept pratiques agroenvironnementales prioritaires** qui se situent au niveau du seuil de référence, c'est-à-dire, **qui sont des BPA, pourraient être intégrées dans cet outil**. Ainsi, les agriculteurs seraient obligés de produire un minimum de BSE. Ces pratiques, en plus de fournir un panel de BSE, sont en général connues depuis longtemps et leurs avantages supplémentaires ont été démontrés. En effet, elles sont aussi **sources de bénéfices pour l'agriculteur**. Voici quelques exemples pour certaines de ces pratiques :

- Haie brise-vent : hausse du rendement, réduction des frais de chauffage des bâtiments, atténuation des odeurs.
- Rotation : économies d'intrants et réduction de la dépendance à l'égard des engrais et des pesticides.
- Travail réduit ou semis direct : diminution du temps de travail et économie d'énergie (réduction du nombre de passage) et d'intrants.

Pour accompagner les agriculteurs dans ce système, des aides au transfert technologique peuvent être employées, comme c'est souvent le cas au Québec.

Le principe d'écoconditionnalité est un pilier fondamental de la politique agricole commune (PAC) en Europe. En effet, les paiements européens sont subordonnés au respect de 19 directives communautaires en environnement, de bonnes conditions agricoles et environnementales (BCAE) et du maintien des pâturages. Ainsi, parmi les sept pratiques ci-dessus, en plus du maintien des prairies, un pourcentage (1 % en 2010 et 5 % en 2012), de la surface est consacré au maintien ou à l'implantation de prairies permanentes, de bandes tampons, de haies, alignement d'arbres, d'arbres isolés, etc.

■ **Rétribution des BSE**

Pourquoi mettre en place une rétribution ?

Le principe de rétribution des BSE désigne le versement par le bénéficiaire des BSE d'une rémunération aux agriculteurs. Il fait appel à différents modes de paiements : ponctuels ou continus, sous forme de crédits d'impôts ou dans le cadre d'une transaction marchande (MAPAQ, 2005). **Quand les efforts des producteurs dépassent le seuil de référence, il faut**

pouvoir couvrir les éventuelles pertes de revenus et, pour cela, il paraît alors normal d'envisager de les rémunérer.

Toutefois, au niveau fédéral, **peu de programmes ou mécanismes de rétribution existent**. Le paiement ponctuel est la forme de rétribution la plus utilisée au Québec (via Prime-Vert) mais cela ne peut pas vraiment être considéré comme une rétribution étant donné qu'il faudrait aller au-delà d'un simple partage des coûts et viser un paiement supérieur au coût initial engagé pour être incitatif. Par ailleurs, le paiement continu n'est pas répandu au Québec. Pourtant, sa force demeure dans le fait que les BSE sont, pour le producteur, une **source de revenu continue** puisque l'aide est récurrente (rente annuelle par exemple). En effet, une rétribution continue assure la pérennité des pratiques mises en place, et par conséquent la production de BSE. Concernant, les transactions marchandes, au Québec, les marchés ne sont encore que peu ou pas développés. Il existe certains marchés privés mais, en général, le gouvernement paie les BSE via les programmes d'aide. La rétribution est donc à envisager plus sérieusement au Québec.

Les deux conditions majeures pour mettre en place un programme de rétribution sont, d'une part, que la pratique représente un coût pour l'agriculteur et, d'autre part, que les BSE profitent à la société. Ce sont les bénéfices pour la société qui seront rétribués et non l'adaptation de l'agriculture, car il paraît normal que l'entreprise agricole réagisse d'elle-même aux changements climatiques en adoptant des mesures d'adaptation¹². Ainsi, cette rétribution monétaire peut se justifier pour les pratiques qui sont sources de **biens non marchands**, de **bénéfices pour la société**, de **bénéfices privés inférieurs aux coûts privés** et de **bénéfices publics supérieurs aux bénéfices privés**.

Rétribution des six MPA ciblées : pratiques agroforestières

Des paiements ponctuels incitatifs ou des paiements continus peuvent s'appliquer pour les pratiques agroforestières comme la bande riveraine élargie, les cultures intercalaires et le sylvopastoralisme. De nombreux points justifient ce type de soutien :

- coûts d'opportunité (perte de superficie pour le producteur et des assurances liées à ces surfaces en conséquence) ;
- soutien financier existant pour l'implantation, mais pas pour l'entretien ;
- coûts supérieurs aux bénéfices pour le producteur en général (3 fois supérieurs en moyenne, (Nolet, 2010)) ;
- bénéfices publics supérieurs aux coûts nets des agriculteurs en général (Nolet, 2010) ;
- bénéfices peu élevés et diffus (petits fruits, bois, biomasse énergétique : marchés inhabituels ; protection des cultures difficile à mesurer ; économie de chauffage et déneigement : dépenses évitées) (Nolet, 2010).

Avec des bénéfices privés rarement supérieurs aux coûts, les agriculteurs ne sont donc pas incités à mettre en place de telles pratiques. Bien que le soutien de la bande riveraine soit apporté par **deux programmes, cela est insuffisant** puisque seuls les coûts d'implantation sont visés. Par ailleurs, outre les pertes économiques, ces pratiques occasionnent aussi diverses

¹² Sanscartier, Renaud, 2010. Communication personnelle, Québec, MDDEP, Direction du secteur agricole et des pesticides, Service agricole.

contraintes comme le manque de machinerie adaptée ou encore la surcharge de travail liée aux travaux d'entretien. Par conséquent, rien ne garantit qu'une fois implantées, le producteur ne va pas les supprimer quelques années plus tard. Ainsi, avant même de fournir pleinement les BSE, la pratique disparaît. Pour assurer sa pérennité, dédommager, voire rémunérer les agriculteurs pour entretenir les systèmes agroforestiers, paraît essentiel. Ceci peut être vu comme un **partage des risques** (revenu, coûts de production, nouvelles technologies et marchés incertains, etc.) **afin d'aider à développer et appliquer ces nouvelles pratiques.**

D'autres formes de rétribution en dehors des paiements existent pour ces MPA. En effet, certains marchés représentent des sources de revenus pour les pratiques agroforestières, comme le crédit carbone et le bois. Dans ce cas, les BSE font l'objet d'échanges, par exemple la **vente de crédits d'émission** en échange de la séquestration du carbone. Le gouvernement peut donc intervenir sur la demande en mettant en place un marché du carbone. Selon Daniel Bernier¹³ (UPA), au niveau national, les gains du milieu agricole dans la lutte aux changements climatiques ne seront possibles que si ce marché du carbone se met en place en assurant un revenu satisfaisant aux producteurs.

En complément à la rétribution, d'autres outils peuvent être utilisés. A titre d'exemple, pour des pratiques encore en émergence comme les cultures intercalaires et le sylvopastoralisme, des programmes visant la recherche et le développement sont nécessaires pour adapter ces systèmes aux conditions du Québec et voir comment optimiser le rendement et l'environnement. Ensuite, le transfert technologique et du savoir-faire est à intensifier pour obtenir des sites de démonstration avec les incidences, les rendements, les coûts de production.

Rétribution des six MPA ciblées : pratiques de conservation

Selon le tableau 9, les pratiques de conservation semblent relativement bien soutenues. Des ententes et servitudes de conservation sont mises en place. Mais, les transactions sont faibles, d'où le fait que le Québec ne connaît pas un réel marché. Le programme des dons écologiques (de Environnement Canada) offre des avantages fiscaux aux bénéficiaires en échange de leur engagement au maintien à perpétuité de la biodiversité et des caractéristiques du patrimoine naturel des terres. En dehors de l'intervention gouvernementale, des organismes dédiés à la conservation comme la Fondation de la faune du Québec (FFQ) ou Canards Illimités Canada (CIC) sont très actifs dans ce domaine. Ces derniers reçoivent une part des financements du gouvernement. Mais, dans l'ensemble, beaucoup de **ces programmes concernent peu le secteur agricole**, où la conservation n'est encore pas assez répandue. Ainsi, ces programmes mériteraient d'être adoptés et généralisés pour le milieu agricole. Pour une véritable mise en place d'une rétribution, **les agriculteurs pourraient faire l'objet de paiements continus.** Cependant, aucun de ces programmes n'offre cette approche. Pourtant, elle est déjà appliquée en Europe et aux États-Unis avec le *Conservation Reserve Program* (CRP). Ce dernier accorde une rente annuelle aux agriculteurs en échange du retrait de leurs terres de la production. De plus, un soutien financier incitatif devrait être offert aux agriculteurs pour qu'ils puissent gérer, améliorer ou restaurer les habitats fauniques naturels.

¹³ Bernier, Daniel, 2010. Communication personnelle téléphonique.

- Soutien insuffisant des 13 pratiques agroenvironnementales prioritaires
- Seuil de référence basé sur le principe « pollueur-payeur » et reconnu internationalement au niveau des bonnes pratiques agricoles
- 7 pratiques au niveau du seuil de référence : « bonnes pratiques agroenvironnementales » (pratiques de conservation des sols et de l'eau et haies brise-vent)
 - Pratiques à gains connus pour l'agriculteur
 - **A intégrer dans l'écoconditionnalité**
- 6 pratiques au-dessus du seuil de référence : « meilleures pratiques agroenvironnementales » (agroforesterie et conservation des habitats)
 - Pratiques représentant des coûts pour l'agriculteur et des bénéfices importants pour la société
 - **Rétribution avec un paiement continu**

Encadré 4 : Idées à retenir (chapitre 4)

5. DISCUSSION

L'étude a permis de répondre aux objectifs fixés initialement. Des pratiques agroenvironnementales ont été ciblées pour fournir les BSE permettant la lutte et l'adaptation aux changements climatiques, et des outils ont été proposés pour leur soutien au Québec. Toutefois, de nombreuses difficultés ont été rencontrées tout au long de l'étude.

Tout d'abord, la définition même du **concept de BSE fut complexe à éclaircir** et a nécessité un tri considérable dans la bibliographie. L'ampleur du sujet a imposé un **recadrage constant de l'étude**. En effet, étant donné que les BSE sont encore en cours de conceptualisation, des questions et des problèmes apparaissaient au fur et à mesure. Ensuite, la **codification de la grille** d'association des pratiques agroenvironnementales aux BSE était un choix délicat. Elle s'est d'ailleurs révélée complexe à manipuler et a demandé un temps conséquent pour remplir au mieux l'ensemble des cases de la grille. De plus, cette codification peut introduire des **biais** pour les impacts directs et indirects, lesquels peuvent laisser place à la subjectivité. Quant à l'évaluation des pratiques, qui est fonction des connaissances des experts dans divers domaines, elle peut être déficitaire pour certains BSE notamment ceux reliés à la biodiversité, qui est encore peu étudiée.

Concernant la méthode de sélection des pratiques, bien que critiquable, elle aura permis de cibler les pratiques les plus intéressantes, qui sont conformes à la littérature. Cette grille aura permis de faire ressortir les pratiques les moins pertinentes en matière de BSE et celles qui méritent un approfondissement.

Outre ces difficultés, certaines limites peuvent être mises en évidence.

Pour mieux répondre aux contraintes de temps, les entretiens semi-directifs auraient pu être entièrement réalisés par téléphone. Pour un remplissage de la grille plus efficace, la sélection des experts aurait pu être ciblée plus spécifiquement dès le départ en choisissant **davantage de scientifiques spécialisés dans des catégories de pratiques** et moins de personnes généralistes. De plus, les résultats sont très marqués selon les perceptions et les visions différentes des intervenants (biologistes, agronomes ou économistes).

Dans le but d'éclaircir certains concepts, cette étude a développé une **approche théorique** plutôt qu'une approche technique d'évaluation adaptée au terrain. Toutefois, les conditions, les enjeux environnementaux locaux, régionaux, nationaux et internationaux, ainsi que les pratiques existantes engendreront une incidence variable des pratiques sur les BSE. Par exemple, si l'eau dans une zone est très polluée, des pratiques comme les bandes riveraines auront un impact plus fort que dans un site où la qualité d'eau est bonne. Toutes les pratiques ont leur place dans un contexte particulier. Cette étude ouvre la possibilité d'évaluer ces impacts variables au cas par cas.

Enfin, pour aller plus loin, nous aurions pu attribuer un **poids aux BSE** selon leur contribution à la mitigation ou à l'adaptation. De plus, la grille évaluant la fourniture des BSE par les pratiques aurait pu faire l'objet d'une **quantification des services** avec, par exemple, des indicateurs. Seulement, cela aurait exigé un temps considérable et nécessité de réunir des tables d'experts, temps et moyens qui n'étaient pas à notre disposition. En posant des indicateurs évaluant l'impact de la pratique sur les BSE, des résultats plus tangibles peuvent être obtenus et permettre la mise en place des paiements aux producteurs.

CONCLUSION

L'agriculture du Québec a les moyens d'agir pour atténuer les changements climatiques et s'adapter à leurs impacts futurs. En effet, treize pratiques agroenvironnementales fournissent des BSE essentiels afin d'améliorer le bilan des émissions de GES et assurer une résilience des agrosystèmes. Ces pratiques, mises en œuvre par l'agriculteur, sont donc garantes de la pérennité de la production agricole et d'un bien-être pour la société.

Parmi les pratiques phares, nous retiendrons que l'agroforesterie (haie brise-vent, bande riveraine, culture intercalaire d'arbres et sylvopastoralisme) ressort comme une pratique incontournable dans le cadre des changements climatiques. De nombreux BSE sont également apportés par la conservation des milieux naturels présents sur la ferme. Cependant, les outils actuels ne favorisent pas le développement de ces pratiques. La mise en place d'une rétribution sous forme de paiement continu qui, au minimum, compense la baisse de revenu due en partie à la perte de superficie, est une voie à envisager sérieusement. Le marché du carbone peut également s'avérer être une forme de rétribution intéressante pour répondre à l'objectif de réduire les GES, à condition que le prix du carbone soit suffisant pour assurer un revenu pour le producteur. Ainsi, les producteurs agricoles seraient incités à prendre le risque d'implanter des pratiques agroforestières et d'éviter de supprimer les milieux humides, les écosystèmes forestiers et les milieux aquatiques et riverains pour les remplacer par des cultures commerciales.

En second lieu, certaines pratiques sont toutes aussi avantageuses en matière de BSE favorisant la lutte ou l'adaptation, comme la rotation des cultures ou les engrais verts. Celles-ci pourraient être adoptées automatiquement par les agriculteurs pour les gains connus qu'elles apportent en supplément des BSE. Par conséquent, les intégrer dans l'écoconditionnalité serait franchir une étape importante en faveur des BSE.

Ces deux outils économiques proposés afin de soutenir les pratiques agroenvironnementales prioritaires sont certes très efficaces, mais ne sont pas les seuls à considérer. Bien d'autres peuvent les compléter, notamment les outils coercitifs pour rétablir un équilibre respectant le principe pollueur-payeur. Toutefois, l'essor des BSE reste dans les mains du gouvernement, mais aussi de la société, qui doivent démontrer une volonté ferme de s'investir ensemble de façon cohérente.

Bien des pas restent à faire dans le domaine des BSE au Québec, qui ne sont encore qu'à leurs balbutiements. Néanmoins, la prochaine étape serait, par exemple, de favoriser les sites de démonstration tout en continuant à développer des projets pour acquérir des données. Cette étude pourrait se poursuivre en tentant cette fois d'attribuer une valeur monétaire aux BSE fournis par les treize pratiques prioritaires. Ceci, faciliterait la prise de décisions et la mise en place de nouveaux programmes de soutien.

BIBLIOGRAPHIE

- Aznar O., Jeanneaux P. & Déprés C., 2009. *Les services environnementaux fournis par l'agriculture, entre logique sectorielle et logique territoriale : un cadre d'analyse économique*. Montpellier, 3^{èmes} journées de recherches en sciences sociales, 20 p.
- Commission sur l'avenir de l'agriculture et de l'agroalimentaire québécois (CAAAQ), 2008. *Agriculture et agroalimentaire : assurer et bâtir l'avenir*. [En ligne] http://www.caaaq.gouv.qc.ca/userfiles/File/Dossiers%2012%20fevrier/RapportFr_basse.pdf (page consultée le 15 août 2010).
- Costanza R., d'Argen R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R. V., Paruelo J., Raskin R. G., Sutton P. & Van den Belt M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital, *Nature*, 387: 253-260.
- Cooper T., Hart K. & Baldock D., 2009. *The Provision of Public Goods Through Agriculture in the European Union*, Report for DG Agriculture and Rural Development, Contract No 30-CE-0233091/00-28, London, Institute for European Environmental Policy. [En ligne] http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/external/public-goods/summary_en_fr.pdf (page consultée le 16 août 2010).
- Daily G. C., Alexander S., Ehrlich P.R., Goulder L., Lubchenco J., Matson P.A., Mooney H.A., Postel S., Schneider S.H., Tilman D. & Woodwell G.M., 1997. *Ecosystem Services: Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems*. Issues in Ecology. [En ligne] <http://www.epa.gov/owow/watershed/wacademy/acad2000/pdf/issue2.pdf> (page consultée le 16 août 2010).
- De Groot R. S., Wilson M. A. & Boumans R. M. J., 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41: 393-408.
- EcoRessources Consultants, 2006. *Discussion et examen des niveaux de référence agroenvironnementaux utilisés dans d'autres pays*, préparé pour Agriculture Agroalimentaire Canada, juin.
- FAO, 2007. *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Payer les agriculteurs pour les services environnementaux*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, p. 3-131. Collection Agriculture No. 38. [En ligne] <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1200f/a1200f00.pdf> (page consultée le 16 août 2010).
- FAO, non daté. *Agriculture, forêts et pêches : mitigation et adaptation au changement climatique*. [En ligne] <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0142f/i0142f00.pdf> (page consultée le 16 août 2010).
- GIEC, 2007. *Bilan 2007 des changements climatiques*. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Equipe de rédaction principale, Pachauri R.K. & Reisinger A. (publié sous la direction de)]. GIEC, Genève, Suisse, 103 p. [En ligne] http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf (page consultée le 16 août 2010).
- Limoges B., 2009. Biodiversité, services écologiques et bien-être humain. *Le Naturaliste canadien*, 133 :15-19.
- Méral P. & Pesche D., 2010. *La perception du concept de service écosystémique : regards croisés France - Costa Rica - Madagascar*. Québec, Forum science environnement : les services rendus à la société par la biodiversité, 16p.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. 155 p. [En ligne] <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf> (page consultée le 16 août 2010).
- Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation (MAPAQ), 2009a. [En ligne] *La production animale et végétale*. <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/md/statistiques/production/> (page consultée le 16 août 2010).
- Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation (MAPAQ), 2009b. *Prime-Vert*. [En ligne] <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/NR/rdonlyres/32F6530C-9A4F-4CA7-8ECC-3CF48AFEB875/0/PrimeVert.pdf> (page consultée le 15 août 2010).
- Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation (MAPAQ), 2005. *La rétribution des biens et services environnementaux en milieu agricole : éléments d'analyse pour le Québec*. Direction des politiques agroenvironnementales, 76 p. [En ligne] <http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/BSEenmilieuagricole.pdf> (page consultée le 15 août 2010).
- Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec (MAPAQ), Union des producteurs agricoles (UPA), Coopérative fédérée du Québec, Ordre des agronomes du Québec, 2005. 2e édition. *Bonnes pratiques agroenvironnementales pour votre entreprise agricole*. 42 p.

Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs (MDDEP), 2009. *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2007 et leur évolution depuis 1990*. Direction des politiques de la qualité de l'atmosphère. 17 p. [En ligne] <http://www.mddep.gouv.qc.ca/changements/ges/2007/inventaire2007.pdf> (page consultée le 15 août 2010).

Nature Québec, 2009. *Module 1, Des pratiques agricoles ciblées pour la lutte aux changements climatiques*. Document réalisé dans le cadre du projet Agriculture et climat : vers des fermes 0 carbone. 44 p. [En ligne] http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Module1_NatureQuebecpt.pdf (page consultée le 17 août 2010).

Nolet J., 2010. *La production de services écologiques par les aménagements agroforestiers est-elle rentable ?* Québec, Forum science environnement : les services rendus à la société par la biodiversité, 22 p.

OCDE, Joint Working Party on the Agriculture and the Environment, 2009. *Climate change and agriculture: impacts, adaptation, mitigation and options for the OECD*. Trade and Agriculture Directorate, Environment Directorate, 83 p. Document officiel COM/TAD/CA/ENV/EPOC(2009)13/REV1, disponible sur OLIS dans son format d'origine.

OCDE, 2001. *Multifonctionnalité : élaboration d'un cadre analytique*. 172 p. [En ligne] <http://www.oecd.org/dataoecd/62/41/40782819.pdf> (page consultée le 15 août 2010).

Ouranos, 2010. *S'avoir s'adapter aux changements climatiques*. 124 p. [En ligne] http://www.ouranos.ca/fr/pdf/53_ssc_21_06_lr.pdf (page consultée le 16 août 2010).

Statistique Canada, 2008. *Aperçu de l'agriculture, Canada et provinces*. [En ligne] <http://www.statcan.gc.ca/pub/95-629-x/2007000/4182409-fra.htm#farmtype> (page consultée le 15 août 2010).

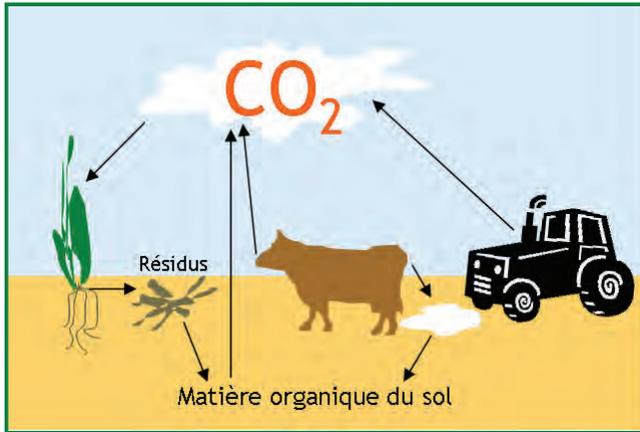
Swinton S.M. & Zhang W., 2005. *Rethinking ecosystem services from an intermediate product perspective*. prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Providence, Rhode Island, 24-27 July 2005, 25 p. [En ligne] http://home.wlu.edu/~kahnj/INTR_110/Swinton_paper.pdf (page consultée le 17 août 2010).

Union des producteurs agricoles (UPA), 2009. *L'agriculture et les GES*. 24 p. [En ligne] http://www.upa.qc.ca/fra/salle_presse/download.asp?file=/documents/4861/fra/BrochureGES-VersionMAPAQ.pdf&idrubrique=69 (page consultée le 17 août 2010).

ANNEXES

ANNEXE 1 — LES ÉMISSIONS DE GES AU QUÉBEC	29
ANNEXE 2 — LES BSE DANS LA LITTÉRATURE	30
ANNEXE 3 — CALENDRIER ET PRINCIPALES ETAPES DE L'ETUDE	32
ANNEXE 4 — EXPERTS CONTACTÉS ET AUTRES SOURCES D'INFORMATION	33
ANNEXE 5 — GUIDE D'ENTRETIEN.....	35
ANNEXE 6 — PRÉSENTATION DES BSE ET DE LEURS RÔLES DANS LA LUTTE OU L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES.....	37
ANNEXE 7 — DESCRIPTION DES PRATIQUES AGROENVIRONNEMENTALES.....	49
ANNEXE 8 — GRILLE BSE ET PRATIQUES AGROENVIRONNEMENTALES ASSOCIEES	58
ANNEXE 9 — INDICES DE MITIGATION ET D'ADAPTATION DES PRATIQUES AGROENVIRONNEMENTALES.....	62
ANNEXE 10 — RÔLE DES GOUVERNEMENTS FEDERAL ET QUÉBÉCOIS DANS LA LUTTE ET L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES.....	65
ANNEXE 11 — RÔLE DES GOUVERNEMENTS FEDERAL ET QUÉBÉCOIS DANS LE SOUTIEN DES PRATIQUES AGROENVIRONNEMENTALES PRIORITAIRES.....	74
ANNEXE 12 — APPROCHES ET OUTILS DE SOUTIEN DES BSE	75

ANNEXE 1 LES ÉMISSIONS DE GES AU QUÉBEC

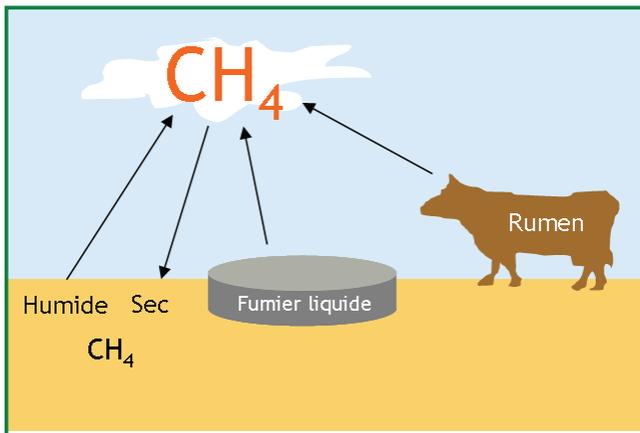


a. Le dioxyde de carbone en milieu agricole

CO_2

Sources principales :

- Combustibles fossiles
- Respiration végétale et animale
- Minéralisation



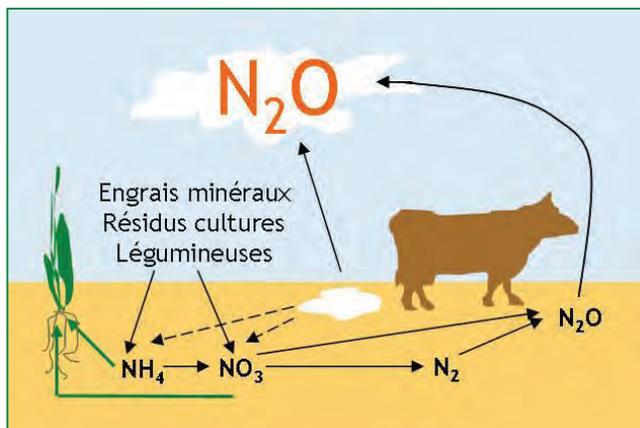
b. Le méthane en milieu agricole

CH_4

Activité des bactéries méthanogènes

Sources principales :

- Fermentation entérique
- Sols humides, compacts ou mal drainés
- Fumier liquide ou compact au centre



c. Le protoxyde d'azote en milieu agricole

N_2O

Activité des microorganismes réalisant la nitrification (conversion de l'ammonium en nitrate) et la dénitrification (conversion du nitrate en azote atmosphérique)

Sources principales :

- Epannage d'engrais
- Sols

Source : Nature Québec, 2009

Figure 1. Cycles des GES d'origine agricole

ANNEXE 2 LES BSE DANS LA LITTÉRATURE

Tableau 1. Services écosystémiques reconnus
dans la littérature récente

	Daily (1997)	Costanza et al. (1997)	ESA	ESP	EcoValue Project	De Groot et al. (2002)	Firth (2004)
<i>Regulation Functions</i>							
1 Purification of air	x		x			x	x
2 Climate regulation	x	x	x	x	x	x	x
3 Regulation of atmospheric chemistry		x			x	x	x
4 Protection from the sun's harmful UV radiation	x		x			x	x
5 Regulation of river flows and groundwater levels	x	x	x	x	x	x	x
6 Water supply		x			x	x	
7 Purification of water	x		x	x		(1)	x
8 Regulation of oceanic chemistry							x
9 Soil formation	x	x	x		x	x	
10 Renewal of soil fertility	x		x	x		x	x
11 Erosion control		x	x	x	x	x	x
12 Nutrient regulations and storage	x	x	x		x	x	x
13 Dispersal of seeds	x		x				
14 Waste absorption and breakdown	x	x	x	x	x	x	x
15 Disease control (Regulate disease carrying organisms)			x			x	x
16 Pollination of crops and natural vegetation	x	x	x	x	x	x	x
17 Ecosystem resistance to invasive species							x
18 Biological control of pests and pathogens	x	x	x	x		x	x
<i>Habitat Functions</i>							
19 Provision of shade and shelter				x			
20 Provision of habitat for various organisms		x		x	x	x	
<i>Production Functions</i>							
21 Production of food, fiber, turf, and fuel		x				x	x
22 Maintenance of biodiversity and genetic resources	x	x	x	x		x	x
23 Medicinal resources						x	
24 Ornamental resources						x	
<i>Information Functions</i>							
25 Aesthetic and spiritual amenities	x			x	x	x	
26 Recreation		x			x	x	
27 Support of diverse human cultures	x	x		x		x	

(1) De Groot et al.'s (2002) water supply function includes provision of water for consumptive use, which may cover the water purification function.

*Table format adapted from De Groot et al.'s (2002) function-based taxonomy.

Source : Swinton et al., 2005

Tableau 2. Fonctions, biens et services des écosystèmes naturels ou semi-naturels

Functions	Ecosystem processes and components	Goods and services (examples)
<i>Regulation Functions</i>	<i>Maintenance of essential ecological processes and life support systems</i>	
1 Gas regulation	Role of ecosystems in bio-geochemical cycles (e.g. CO ₂ /O ₂ balance, ozone layer, etc.)	1.1 UVb-protection by O ₃ (preventing disease). 1.2 Maintenance of (good) air quality. 1.3 Influence on climate (see also function 2.)
2 Climate regulation	Influence of land cover and biol. mediated processes (e.g. DMS-production) on climate	Maintenance of a favorable climate (temp., precipitation, etc) for, for example, human habitation, health, cultivation
3 Disturbance prevention	Influence of ecosystem structure on dampening env. disturbances	3.1 Storm protection (e.g. by coral reefs). 3.2 Flood prevention (e.g. by wetlands and forests)
4 Water regulation	Role of land cover in regulating runoff & river discharge	4.1 Drainage and natural irrigation. 4.2 Medium for transport
5 Water supply	Filtering, retention and storage of fresh water (e.g. in aquifers)	Provision of water for consumptive use (e.g.drinking, irrigation and industrial use)
6 Soil retention	Role of vegetation root matrix and soil biota in soil retention	6.1 Maintenance of arable land. 6.2 Prevention of damage from erosion/siltation
7 Soil formation	Weathering of rock, accumulation of organic matter	7.1 Maintenance of productivity on arable land. 7.2 Maintenance of natural productive soils
8 Nutrient regulation	Role of biota in storage and re-cycling of nutrients (eg. N,P&S)	Maintenance of healthy soils and productive ecosystems
9 Waste treatment	Role of vegetation & biota in removal or breakdown of xenic nutrients and compounds	9.1 Pollution control/detoxification. 9.2 Filtering of dust particles. 9.3 Abatement of noise pollution
10 Pollination	Role of biota in movement of floral gametes	10.1 Pollination of wild plant species. 10.2 Pollination of crops
11 Biological control	Population control through trophic-dynamic relations	11.1 Control of pests and diseases. 11.2 Reduction of herbivory (crop damage)
<i>Habitat Functions</i>	<i>Providing habitat (suitable living space) for wild plant and animal species</i>	Maintenance of biological & genetic diversity (and thus the basis for most other functions)
12 Refugium function	Suitable living space for wild plants and animals	Maintenance of commercially harvested species
13 Nursery function	Suitable reproduction habitat	13.1 Hunting, gathering of fish, game, fruits, etc. 13.2 Small-scale subsistence farming & aquaculture
<i>Production Functions</i>	<i>Provision of natural resources</i>	
14 Food	Conversion of solar energy into edible plants and animals	14.1 Building & Manufacturing (e.g. lumber, skins). 14.2 Fuel and energy (e.g. fuel wood, organic matter). 14.3 Fodder and fertilizer (e.g. krill, leaves, litter).
15 Raw materials	Conversion of solar energy into biomass for human construction and other uses	15.1 Improve crop resistance to pathogens & pests. 15.2 Other applications (e.g. health care)
16 Genetic resources	Genetic material and evolution in wild plants and animals	16.1 Drugs and pharmaceuticals. 16.2 Chemical models & tools. 16.3 Test- and essay organisms
17 Medicinal resources	Variety in (bio)chemical substances in, and other medicinal uses of, natural biota	Resources for fashion, handicraft, jewelry, pets, worship, decoration & souvenirs (e.g. furs, feathers, ivory, orchids, butterflies, aquarium fish, shells, etc.)
18 Ornamental resources	Variety of biota in natural ecosystems with (potential) ornamental use	
<i>Information Functions</i>	<i>Providing opportunities for cognitive development</i>	
19 Aesthetic information	Attractive landscape features	Enjoyment of scenery (scenic roads, housing, etc.)
20 Recreation	Variety in landscapes with (potential) recreational uses	Travel to natural ecosystems for eco-tourism, outdoor sports, etc.
21 Cultural and artistic information	Variety in natural features with cultural and artistic value	Use of nature as motive in books, film, painting, folklore, national symbols, architect., advertising, etc.
22 Spiritual and historic information	Variety in natural features with spiritual and historic value	Use of nature for religious or historic purposes (i.e. heritage value of natural ecosystems and features)
23 Science and education	Variety in nature with scientific and educational value	Use of natural systems for school excursions, etc. Use of nature for scientific research

Adapted from Costanza et al. (1997), De Groot (1992), De Groot et al. (2000).

Source : De Groot et al., 2002

ANNEXE 3 CALENDRIER ET PRINCIPALES ETAPES DE L'ÉTUDE

	Avril			Mai			Juin			Juillet			Août					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18
Conception de l'étude	■																	
Inventaire des programmes sur les changements climatiques		■																
Identification des BSE prioritaires				■														
Construction de la grille BSE / pratiques agroenvironnementales					■													
Liste des experts, préparation aux entretiens, prises de rendez-vous						■												
Validation de la classification et de la grille par les experts							■											
Synthèse des entretiens								■										
Sélection des pratiques agroenvironnementales prioritaires														■				
Matrice SWOT ⁽¹⁾ des BSE															■			
Proposition de leviers d'actions																■		
Analyse du soutien aux pratiques agroenvironnementales prioritaires																		■
Seuil de référence et instruments économiques																		
Pistes de réflexion pour le Québec																		

⁽¹⁾ Matrice SWOT : matrix Strengths (forces), Weaknesses (faiblesses), Opportunities (opportunités), Threats (menaces).

ANNEXE 4 EXPERTS CONTACTÉS ET AUTRES SOURCES D'INFORMATION

Tableau 3. Intervenants consultés dans le cadre de l'étude

Nom, Prénom	Fonction	Organisme	Laboratoire, unité, département
Bernier, Daniel	Agronome	UPA	Direction recherche et politiques agricoles
Brodeur, Jacques	Entomologiste, Ph.D.	IRBV	Axe écologie et environnement
Chabot, Justin	Conseiller, Technologiste agricole.	CCAE des Bois-Franc	
Doyon, Maurice	Economie appliquée, Ph.D.	Université Laval	Département d'économie agroalimentaire et des sciences de la consommation
Duchesne, Raymond-Marie	Biologiste, entomologiste, Ph. D.	MAPAQ	Direction de l'agroenvironnement et du développement durable
Gariépy, Stéphane	Gestionnaire régional, terres agricoles et agroforesterie, ingénieur, M.Sc.	AAC	Direction générale des services agroenvironnementaux
Gouin, Daniel-Mercier	Directeur du département d'économie agroalimentaire et des sciences de la consommation, Ph.D.	Université Laval	Département d'économie agroalimentaire et des sciences de la consommation
Klein, Bert	Biologiste, Ph.D.	MNRF	Service de la mise en valeur de la ressource et des territoires fauniques
Limoges, Benoît	Biologiste, M.Sc. Coordonnateur à la biodiversité	MDDEP	Direction du patrimoine écologique et des parcs
Loreau, Michel	Professeur à la chaire de recherche du Canada en écologie théorique, Ph.D.	Université Mc Gill	Département de biologie
Masse, Sylvain	Analyste, économie forestière	RNCan	Service canadien des forêts
Ouellet, Marc-André	Agronome	MAPAQ	Direction de l'agroenvironnement et du développement durable
Pelletier, Frédéric	Professionnel de recherche en ingénierie de l'environnement agricole, ingénieur, M.Sc.	IRDA	

Nom, Prénom	Fonction	Organisme	Laboratoire, unité, département
Rochette, Philippe	Chercheur scientifique, interactions sol- plante-atmosphère, Ph. D.	AAC	Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures
Roy, Michèle	Agronome-entomologiste, Ph.D.	MAPAQ	Laboratoire de diagnostic en phytoprotection
Sanscartier, Renaud	Agronome	MDDEP	Direction du secteur agricole et des pesticides, Service agricole
Siron, Robert	Coordonnateur scientifique, PACC, Ph. D	Ouranos	
Thivierge, Marie-Noëlle	Agronome, étudiante à la maîtrise en biologie végétale	Université Laval	FSAA
Trudelle, Marc	Agronome, M.Sc., conseiller en agroenvironnement	FPPQ	

Autres personnes ressources

- Journée de formation organisée par Nature Québec : *La réduction des GES dans les élevages au Québec* :
- Stéphane Godbout, ingénieur et agronome, Ph. D., Bâtiments porcins, traitement des odeurs (IRDA).
- Forum science environnement : les services rendus à la société par la biodiversité, organisé par le MDDEP, le 5 mai 2010.
- Réunion sur les BSE : Denis Boutin, agronome et économiste rural, M. Sc. (MDDEP, Direction du secteur agricole et des pesticides, Service agricole).
- Rencontres avec deux stagiaires :
- Rosemarie Bégin : stagiaire sur les BSE (MDDEP, Direction du secteur agricole et des pesticides, Service agricole) ;
- François Bevilacqua : stagiaire agroenvironnement (La Coop fédérée, secteur du Développement durable).
- Visite de deux fermes pour réaliser des bilans GES avec Jeanne Camirand, agronome (Nature Québec).

ANNEXE 5

GUIDE D'ENTRETIEN

Introduction du projet et des documents préparatoires à l'entretien.

Présentation des thèmes abordés dans l'entretien et proposition à l'intervenant de choisir les thèmes pour lesquels il est le plus apte à répondre.

BSE

Introduction des concepts et discussion concernant les notions.

Explication de la construction de la classification et exposé des critères de sélection.

Discussion concernant les catégories des BSE

- Trouvez-vous qu'il soit important de garder les services d'appui dans ma classification ?
L'agriculteur a-t-il vraiment une emprise dessus ?
- Faut-il garder le cycle de l'eau et des nutriments ?
- Faudrait-il conserver la catégorie habitat car elle permet de fournir une grande partie des autres BSE ?

Reprise des BSE de la classification et discussion

- Pourriez-vous me donner votre avis sur les BSE que j'ai gardés, s'ils concernent bien le milieu agricole. Et si vous pensez pouvoir le faire, j'aimerais que vous vérifiiez s'ils participent bien à la lutte et à l'adaptation aux changements climatiques.
- Pensez-vous que je devrais garder la « régulation de la qualité de l'air », sachant que les GES n'en font pas partie ; ils sont dans la « régulation du climat » ?
- Pour vous, le « traitement des déchets organiques » (dégradation des matières organiques) permet-il la mitigation ou l'adaptation aux changements climatiques ?
- Voyez-vous d'autres BSE qui pourraient être rajoutés ?
- Devrais-je rajouter le service « régulation des risques naturels » ?

CHANGEMENTS CLIMATIQUES

- Grâce à quelles pratiques le secteur agricole peut-il lutter face aux changements climatiques ?
- Grâce à quelles pratiques le secteur agricole peut-il s'adapter aux changements climatiques ?
- Rôle des BSE de la classification dans la mitigation ou l'adaptation ?

PRATIQUES AGROENVIRONNEMENTALES

Présentation de la grille et de sa codification

Discussion concernant la codification et sa pertinence

- Qualitative ou quantitative (impact mineur, moyen, majeur) ?
- Pertinence de la codification (impact direct, indirect ou hypothétique) ?

Remplissage de la grille

- Souhaitez-vous traiter l'ensemble des thèmes des pratiques ou vous vous sentez plus à l'aise avec certains ?

Analyse de la grille

- Serait-il plus intéressant une fois le tableau validé de sélectionner des pratiques par BSE ou des pratiques qui fournissent l'ensemble des BSE ?
- Selon vous, est-ce que j'ai oublié des pratiques dans mon tableau ?
- Pour vous, quelles pratiques sont les plus pertinentes à recommander pour délivrer ces BSE liés au climat ?
- Quelles sont les plus faisables au Québec ?

PROGRAMMES PROVINCIAUX, FÉDÉRAUX ET ÉTRANGERS

- Que pensez-vous du soutien actuel des BSE au niveau provincial, fédéral et à l'étranger (facultatif) ?
- Est-ce que vous connaissez des programmes qui soutiennent la production des BSE (au travers des de pratiques agricoles ou d'ententes de conservation) ?
- Entrent-ils aussi dans des objectifs de lutte ou d'adaptation aux changements climatiques ? Si non, pour quels objectifs ?
- En quoi consistent-ils ?
- Quels sont les outils utilisés (paiement ponctuel sous forme de partage des coûts, paiement ponctuel pour l'achat d'un BSE, paiement continu, transactions marchandes, labellisation, approche réglementaire, écoconditionnelle, volontaire, par le marché de type coercitif) ?
- Quels sont, selon vous, les points forts / points faibles de ces programmes ?
- Connaissez-vous des programmes visant la rétribution des BSE ?
- Pour vous, quels seraient les points forts / points faibles de la rétribution ?
- A votre avis, quels sont les freins à la rétribution des BSE ?
- Existe-il des freins au développement des BSE ?
- Comment pourrait-on contourner ces freins ?
- A votre avis, où en est actuellement le Québec dans le développement et le soutien des BSE et quelle devrait être la prochaine étape à envisager ?

AUTRES QUESTIONS

- Selon vous, les agriculteurs se sentent-ils concernés par les changements climatiques ? par les BSE ?
- Sont-ils prêts à s'engager ?
- Quels seraient les déterminants pour les inciter à produire des BSE ?
- Y-a-t-il d'autres personnes que vous me conseillerez de rencontrer pour valider ma classification et la grille ?

Remerciements et proposition d'un retour sur l'étude.

ANNEXE 6

PRÉSENTATION DES BSE ET DE LEURS RÔLES DANS LA LUTTE OU L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Cette annexe présente l'origine des BSE prioritaires ainsi que leur rôle majeur ou mineur dans la lutte ou l'adaptation aux changements climatiques. Seuls les rôles majeurs ont été considérés dans l'étude.

SERVICES DE RÉGULATION

Qualité de l'air

■ *Origine du BSE*

Le choix a été fait de regrouper les deux services écosystémiques de la classification de Swinton *et al.* qui traitent de l'atmosphère, soit « purification de l'air » et « régulation de l'atmosphère », sous l'intitulé « régulation de la qualité de l'air », comme c'est généralement fait dans la littérature. De Groot *et al.* semble aussi faire ce rapprochement en regroupant la qualité de l'air et la régulation de l'atmosphère sous les termes « régulation de l'air ».

■ *Processus biophysiques*

L'équilibre de la composition chimique de l'atmosphère (CO₂/O₂, ozone, SO_x...) est essentiel à la vie sur terre. Il est contrôlé par divers processus bio-géochimiques, qui eux-mêmes sont influencés par de nombreux composants biotiques et abiotiques des écosystèmes (De Groot *et al.*, 2002). En effet, la qualité de l'air dépend d'éléments des écosystèmes qui relâchent et extraient des composés chimiques (CO₂, NH₃, NO_x, SO₂, particules et CH₄). Des procédés naturels détoxifient les contaminants plus ou moins rapidement. Les polluants et les poussières peuvent être piégés par les arbres grâce à leur feuillage qui tient le rôle de filtre naturel. A titre d'exemple, il a été prouvé par Nowak qu'un érable de 75 ans pouvait séquestrer annuellement 1,4 kg de polluants ¹. Par ailleurs, les écosystèmes sont également un puits net d'ozone troposphérique.

■ *Rôle majeur dans les changements climatiques : adaptation*

Ce BSE intervient dans l'adaptation aux changements climatiques sur différents points : **ammoniac (NH₃) et polluants autres que GES (pesticides, poussières etc.)**. En effet, des interactions entre la toxicité des polluants et les conséquences des changements climatiques (évolution des paramètres environnementaux) sont en cours d'étude. Avec la hausse de la température, les polluants deviennent plus toxiques et augmentent ainsi le nombre de personnes

¹ Nowak, D.J. 1994. "Air pollution removal by Chicago's urban forest". Dans : McPherson, E.G, D.J. Nowak et R.A. Rowntree (édit.). *Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project*. USDA Forest Service General Technical Report NE-186, p. 63-81. [En ligne]. http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Services_ecologiques.pdf (page consultée le 17 août 2010)

touchées par cette toxicité. Nous ne considérons pas dans ce service les GES (CO₂, N₂O, CH₄), car ils interviendront dans le service « régulation du climat global ».

Ce BSE cible donc essentiellement l'ammoniac, dont les émissions proviennent à 95 % du secteur agricole et en grande majorité des élevages (surtout de la volatilisation des déjections animales mais également de la production et de l'épandage des engrais azotés). Ce polluant atmosphérique peut causer des irritations et des maladies chez les éleveurs et les animaux et entraîner des pertes de production par la baisse des performances zootechniques. De plus, il peut être transporté dans l'atmosphère sur de longues distances et retomber sur les sols et l'eau, entraînant, selon les caractéristiques physico-chimiques de ces sols et de ces eaux, une acidification (ou un enrichissement azoté) et l'eutrophisation des milieux aquatiques. Non seulement il représente une source de toxicité directe pour la végétation naturelle mais les plantes peuvent aussi être fragilisées par ces retombées, à la fois dans leur alimentation et dans leur résistance aux autres facteurs de stress. Enfin, ce gaz est un précurseur d'aérosols (sulfate et nitrate d'ammonium) engendrant la formation de fines matières particulaires à l'origine de smog causant des problèmes respiratoires.

Bien que ce BSE joue un rôle moins significatif dans les changements climatiques par rapport aux autres étant donné que les GES ne sont pas pris en compte, la problématique de l'ammoniac est primordiale à considérer et la réduction de ses émissions est une mesure qui participe à l'adaptation agricole pour préserver des écosystèmes sains, et par là-même la santé humaine.

■ *Rôle mineur dans les changements climatiques : mitigation*

Une bonne qualité de l'air intervient aussi dans la mitigation. En effet, par exemple, une fraction de l'azote volatilisé se transforme en N₂O qui est un GES. De plus, les polluants et les particules interviennent dans l'effet de serre car plus leur quantité augmente plus l'effet albédo est modifié et des GES sont davantage émis.

Climat global : séquestration du carbone ; maintien ou augmentation du carbone des sols ; évitement des GES

■ *Origine du BSE*

Le service « régulation du climat » se retrouvant dans l'ensemble des classifications étudiées a été éclaté en deux services : la régulation du climat global et la régulation du microclimat. Ceci s'explique par le fait que l'un des objectifs de cette étude est d'atteindre la lutte aux changements climatiques, l'accent a par conséquent été mis sur les divers processus permettant de réguler le climat global. En effet, ce dernier est directement induit par les écosystèmes qui absorbent ou relâchent des GES contrairement au microclimat, qui relève plus de la modification des conditions météorologiques. Ainsi, le climat global a été détaillé en trois processus : séquestration du carbone, maintien du carbone des sols, évitement des GES.

■ *Processus biophysiques*

Les écosystèmes participent à la régulation du climat à l'échelle globale et locale. La régulation du climat global est liée aux GES qui sont absorbés ou relâchés par les écosystèmes. Étant

donné que l'étude porte sur l'agriculture, seuls les GES d'origine agricole, **dioxyde de carbone (CO₂), méthane (CH₄) et protoxyde d'azote (N₂O)**, feront l'objet de la discussion. A travers les processus d'échanges gazeux, les écosystèmes représentent un puits net de CO₂, avec notamment les océans et les forêts, lesquels contribuent ainsi à la lutte aux changements climatiques, bien qu'ils restent aussi une source nette de CH₄ et de N₂O.

■ *Rôle majeur dans les changements climatiques : mitigation*

Dans ce service, trois fonctions sont comprises :

Séquestration du carbone dans la biomasse aérienne et racinaire

Ce processus se réalise via le carbone atmosphérique capté par les plantes lors de la photosynthèse. En effet, parmi le dioxyde de carbone atmosphérique fixé par les végétaux, environ 20 % est incorporé dans le sol sous forme de matière organique².

Maintien ou augmentation du carbone des sols

Une fois ce carbone séquestré, un moyen supplémentaire de lutter face aux changements climatiques est de maintenir, voire d'augmenter, ce puits de carbone des sols. Un sol peut en effet être considéré comme puits de CO₂ par la dégradation et la fixation de la matière organique (particulaire, humus, et micro-organismes). Celle-ci constitue le seul pool de carbone durable dans l'agrosystème. Il faut donc viser à l'augmentation de la matière organique dans les sols pour accumuler du carbone dans le sol. Cette matière peut provenir des résidus de biomasse laissés au sol et de l'application de fumiers. Le stockage du carbone dépend donc de l'occupation du sol et des pratiques agricoles (fertilisation azotée, irrigation, labour...). Ainsi, des pratiques agricoles bien ciblées peuvent augmenter la fertilité des sols et participer à la lutte aux changements climatiques par l'accumulation du carbone (cf. Annexe 8, tableau 4). Plus indirectement, l'augmentation de la matière organique participe à la lutte aux changements climatiques par la réduction des intrants, source d'émissions de GES (évitement d'émissions de GES).

Évitement des GES

Le bilan des émissions de GES variera selon les conditions pédoclimatiques et donnera au sol un caractère de source ou puits de GES. En effet, les sols humides sont des sources d'émissions de CH₄ puisque la fermentation anaérobique est favorisée en milieu humide et que ce sont les bactéries méthanogènes qui décomposent la matière organique. En revanche, un sol compact, mal drainé ou contenant un excès d'azote favorisera les processus de nitrification et de dénitrification réalisés par les bactéries qui émettent du N₂O.

L'amélioration du bilan des GES peut passer par des mesures permettant l'évitement des émissions au travers, par exemple, du développement des énergies renouvelables ou avec des aménagements hydroagricoles pour préserver les sols secs.

² Angers D., non daté. *Rôle des sols agricoles dans la séquestration du CO₂ atmosphérique*. 65^e Congrès de l'Ordre des agronomes du Québec. [En ligne] <http://www.uoguelph.ca/~c-ciarn/documents/angers.pdf> (page consultée le 15 août 2010).

De ces trois processus découlent des biens et services tels que le maintien d'un climat favorable qui préserve notamment la productivité des cultures. Ainsi, ce rôle joué par les écosystèmes est un moyen de limiter les impacts liés à la modification du climat, en favorisant par exemple certaines pratiques agroenvironnementales visant la compensation ou l'évitement des émissions de GES (cf. Annexe 8, tableau 4).

Microclimat

■ *Origine du BSE*

En général, le microclimat est intégré dans le BSE « régulation du climat global » (pour le MEA et pour De Groot *et al.*). Il a été préféré de l'en dissocier, comme cela a été expliqué dans le BSE « régulation du climat global ».

■ *Processus biophysiques*

Le climat varie aussi à l'échelle locale selon les types d'écosystèmes et suivant divers facteurs.

Ombrage et réduction du vent

Apportées par la présence d'arbres, ces conditions particulières sont favorables aux cultures et aux animaux.

Evapotranspiration (évaporation des sols et transpiration des plantes)

Elle agit sur les températures, les précipitations et l'humidité locales.

Effet albédo

Il désigne la proportion de lumière qui est réfléchi en arrivant sur le sol, ce qui varie suivant la couleur et la matière des surfaces (fort albédo pour les surfaces enneigées d'où de basses températures dans les régions polaires).

■ *Rôle majeur dans les changements climatiques : adaptation*

Face à une élévation des températures et des événements extrêmes, l'aménagement des parcelles agricoles et des rives avec des arbres permet de fournir de l'ombre et de l'humidité pour les animaux d'élevage ou pour la biodiversité des cours d'eau. Ainsi, une hausse de la mortalité des animaux d'élevage en raison du réchauffement climatique est évitée et l'adaptation est favorisée.

Le phénomène d'albédo contribue à l'amplification des changements climatiques. Le recouvrement de la couverture végétale peut jouer sur cet effet par sa capacité d'absorption ou de réflexion. En effet, les surfaces en eau et les forêts ont un faible albédo (entre 0,03 et 0,1), de même que les cultures et sols sombres (environ 0,2).

Ainsi, en modifiant l'occupation des sols, le producteur agricole peut être à l'origine d'incidences bénéfiques sur le climat local (températures et précipitations), lui permettant ainsi de faire face aux aléas climatiques.

Rivières et niveaux des nappes

■ *Origine du BSE*

Le BSE « rivières et niveaux des nappes » est tiré de la classification de Swinton *et al.* qui détaille plusieurs BSE se référant à l'eau (régulation de l'eau dans le MEA). Cette version a été préférée dans cette étude puisque nous nous intéressons à l'agriculture et que l'eau est un élément déterminant du bon fonctionnement de l'agrosystème.

■ *Processus biophysiques*

La régulation des flux hydriques est la résultante de divers processus : précipitations, **ruissellement, infiltration, captage, stockage des eaux superficielles et souterraines**, évaporation à partir des sols, végétation, lacs et cours d'eau. Ici, nous nous intéressons à deux compartiments majeurs dans le cycle de l'eau et essentiels en agriculture : les rivières et les niveaux des nappes.

■ *Rôle majeur dans les changements climatiques : adaptation*

La régulation des flux hydriques est primordiale dans un contexte de réchauffement climatique. Avec la modification des précipitations et l'augmentation des inondations liées à l'évolution du climat, cette fonction écologique à laquelle participent les milieux humides, contribue à l'adaptation aux changements climatiques. En effet, elle assure le maintien de l'irrigation naturelle, du drainage, de la régulation du débit en canal et évite les décharges d'eau dans les rivières ou inondations. Par l'adoption de pratiques agroenvironnementales fournissant ce service écologique, il est donc possible de favoriser l'adaptation aux changements climatiques en réduisant le ruissellement et les crues tout en permettant la recharge des aquifères.

Disponibilité en eau

■ *Origine du BSE*

Le service « apport d'eau » (Swinton *et al.*, 2005 ; De Groot *et al.*, 2002) a été intégré dans les fonctions de régulation sous le terme « disponibilité en eau » pour une meilleure compréhension de son rôle dans le milieu agricole. Ce service se rapproche également de celui de la classification du MEA, « eau douce », de sa catégorie « services d'approvisionnement ».

■ *Processus biophysiques*

Cette fonction écosystémique fait appel à la **rétenion** et au **stockage de l'eau**. Ces processus sont assurés par les milieux humides et les aquifères. Ces écosystèmes doivent donc être préservés par les producteurs pour leur rôle de tampon face aux répercussions des changements climatiques.

L'eau disponible pour une culture rassemble les pluies efficaces et les réserves des sols. Les pluies efficaces désignent la fraction d'eau de pluie réellement utilisée par la plante, ce qui est fonction du ruissellement, de l'évaporation au sol et de la longueur et profondeur du système racinaire. Les sols ont un niveau de rétention en eau qui varie en fonction de leurs caractéristiques. Suivant leur texture, leur porosité et leur teneur en matière organique, ils

laissent plus ou moins bien s'infiltrer l'eau des précipitations et donc la recharge des aquifères. Cette infiltration est améliorée par la présence d'une couverture végétale, qui intercepte l'eau de pluie et ralentit son écoulement. Un sol a une capacité de rétention plus importante quand il est enrichi en matière organique ou que sa texture est fine (sol argileux), contrairement à une texture grossière (sol sableux).

■ **Rôle majeur dans les changements climatiques : adaptation**

Avec des sécheresses plus fréquentes et une baisse des précipitations annuelles moyennes, qui se révéleront être des problèmes majeurs, la capacité de stockage en eau est un moyen d'adaptation aux changements climatiques. Une bonne rétention réduit le ruissellement et ainsi participe à la réduction des inondations et au contrôle de l'érosion hydrique. Par ailleurs, ceci permet de réduire l'irrigation et le sol est plus apte à faire face aux sécheresses potentielles.

Qualité de l'eau

■ **Origine du BSE**

Pour l'adapter davantage au milieu agricole et le rendre plus compréhensible, le service écosystémique « purification de l'eau » (du MEA et de Swinton *et al.*) a été renommé « qualité de l'eau », terme plus utilisé en agriculture.

■ **Processus biophysiques**

La purification de l'eau est un service fourni par les écosystèmes à travers plusieurs processus tels le **recyclage des nutriments**, le **piégeage du limon** et la **décomposition des déchets**. Ainsi, les zones humides peuvent filtrer une grande quantité de nutriments et de substances toxiques. Mais cette purification de l'eau passe aussi par des pratiques agricoles, qui visent la protection des cours d'eau contre les apports excessifs de nutriments (cf. Annexe 8, tableau 4).

Dans la qualité de l'eau prend place le processus d'auto-épuration de l'eau faisant référence à l'élimination naturelle des substances présentes (polluantes ou non) dans l'eau grâce à un ensemble de processus biologiques (action des bactéries, protozoaires, algues, plantes, arbres, insectes) et physico-chimiques (filtration, oxydation, absorption sur particules décantées...). Ces organismes animaux et végétaux qui assurent la purification et le maintien de la qualité de l'eau et l'équilibre de son écosystème, vivent sur les berges et dans les milieux aquatiques. La qualité de l'eau est renforcée par le piégeage des particules par les plantes et les sols permettant l'élimination des polluants. En effet, les sols à texture fine et variée piègent mieux les particules transportées dans l'eau. Quant aux végétaux, ils prélèvent les particules de l'eau, tels le phosphore (P) et les nitrates (NO_3^-), ou de l'air, et favorisent leur dépôt en ralentissant la vitesse des vents et des courants. De plus, ils stimulent l'activité des microorganismes responsables de la dégradation des particules, qui est d'autant plus forte qu'une grande diversité de microorganismes est présente.

■ **Rôle majeur dans les changements climatiques : adaptation**

La qualité de l'eau est certes essentielle à préserver pour la santé humaine, surtout dans un contexte de changements climatiques où elle risque de se dégrader. Elle contribue également à la santé des écosystèmes, nécessaire à la durabilité de l'agriculture et à son adaptation aux changements climatiques. Bien que ce service semble être moins significatif dans sa contribution contre les changements climatiques, il est indispensable à considérer pour l'atteinte d'objectifs à long terme. En effet, les écosystèmes eux-mêmes dépendent d'une bonne qualité de l'eau et ceci est un facteur déterminant pour atteindre une résilience des écosystèmes et, par conséquent, une meilleure adaptation de l'agriculture aux changements climatiques.

Les polluants ciblés d'origine agricole sont : **NO³⁻, P, sédiments et pesticides**.

■ **Rôle mineur dans les changements climatiques : mitigation**

A noter, qu'une bonne qualité d'eau peut contribuer de façon indirecte à la mitigation en raison d'une plus faible teneur en nitrates, donc d'une moindre émission de N₂O.

Augmentation de la fertilité des sols

■ **Origine du BSE**

Les services associés au sol (« renouvellement de la fertilité des sols » et « régulation et stockage des nutriments ») ont été intégrés sous le terme « augmentation de la fertilité des sols ».

■ **Processus biophysiques**

Une bonne teneur en **matière organique** et en éléments nutritifs sont caractéristiques d'un sol fertile et sain. La fertilité des sols dépend des apports en fertilisants, des résidus agricoles et de la capacité du sol à réguler et stocker les nutriments. Par ailleurs, la **vie des sols** est tout aussi importante pour la fertilité des sols. L'abondance et la diversité des micro-organismes (bactéries, champignons, invertébrés, etc.) et de la macrofaune sont de bons indicateurs de la fertilité des sols. Une bonne activité biologique est essentielle puisqu'elle assure la décomposition de la matière organique et le recyclage des nutriments, nécessaires au maintien de la fertilité des sols.

■ **Rôle majeur dans les changements climatiques : adaptation**

La fertilité des sols assure une bonne croissance et un bon développement des cultures. Une bonne gestion et disponibilité de ces nutriments évitent les carences lors de la croissance des végétaux. Elle permet donc d'obtenir une bonne productivité agricole, essentielle pour l'adaptation aux changements climatiques. Le bon fonctionnement de l'écosystème permettant une meilleure adaptation agricole est menacé par la simplification des écosystèmes à grande échelle et par les paysages agricoles peu diversifiés. En effet, la capacité des écosystèmes à absorber et stocker les nutriments, issus des fertilisants ou des dépôts soufrés ou azotés, diminue. Ainsi, les excès de nutriments polluent les nappes phréatiques puis les rivières et

causent des problèmes d'eutrophisation. Ils sont également impliqués dans d'autres fonctions, telles la régulation du climat et de l'air.

Une perte nette de matières organiques serait problématique dans une période de réchauffement planétaire en termes de production agricole (élément premier à considérer pour l'adaptation). De plus, le maintien de la santé des sols nécessaire pour une productivité durable des sols fait partie des exigences à remplir pour atteindre l'adaptation du milieu agricole aux changements climatiques.

■ **Rôle mineur dans les changements climatiques : mitigation**

La fertilité des sols représente aussi un réservoir de carbone via la matière organique. Ainsi, une augmentation de la fertilité des sols, permet de compenser des émissions de GES et ainsi de contribuer à la lutte aux changements climatiques. Cependant, le rôle du puits de carbone du sol a déjà été pris en compte dans le BSE : climat global (maintien ou augmentation du carbone des sols).

Contrôle de l'érosion

■ **Origine du BSE**

L'intitulé du service « contrôle de l'érosion » est repris de la classification de Swinton *et al.*. Il est reconnu largement dans la littérature et est souvent inclus dans d'autres services comme pour la classification du MEA et de De Groot *et al.* Cependant, comme nous appliquons les BSE dans le milieu agricole, les BSE liés au sol sont privilégiés. Ainsi, au lieu de parler de qualité des sols (comme pour l'eau et l'air), qui est un terme trop global pour le relier à des pratiques agricoles, nous parlerons du contrôle de l'érosion et de la fertilité des sols (section précédente).

■ **Processus biophysiques**

L'érosion mécanique peut être causée par le vent, l'eau, la glace et les rivières. La texture, la teneur en matière organique, la pente sont des paramètres qui conditionnent la stabilité structurale des sols, donc leur sensibilité à l'érosion. Les types d'érosion considérés ici sont essentiellement l'**érosion éolienne** et l'**érosion hydrique par le ruissellement et l'effet splash** (impact des gouttes d'eau sur le sol). Les pratiques agricoles peuvent favoriser l'érosion (sol nu, labour, surpâturage, etc.) tandis que d'autres l'atténueront par l'implantation d'un couvert végétal, l'hiver par exemple.

■ **Rôle majeur dans les changements climatiques : adaptation**

L'érosion est responsable de la perte de fertilité en raison du transport de matières solides dans les eaux de ruissellement (érosion hydrique) ou par le vent (érosion éolienne). Par conséquent, pour maintenir une productivité agricole suffisante malgré les changements climatiques, ce qui relève de l'adaptation, il apparaît nécessaire de limiter ou d'éviter l'érosion. Par ailleurs, le contrôle de l'érosion évite le transport des éléments, donc la contamination des eaux par les nutriments, la matière organique, les pesticides, les agents pathogènes, les métaux, les sels et

d'autres matières dangereuses. Ainsi, il réduit les phénomènes d'eutrophisation, liés essentiellement au phosphore.

Pour faciliter l'adaptation de l'agriculture, il faut se tourner vers certaines pratiques (cf. Annexe 8, tableau 4). En effet, la rétention des sols et la prévention des glissements de terrain sont assurées essentiellement par les végétaux. Un couvert végétal limite l'érosion hydrique en améliorant l'infiltration de l'eau dans les sols et limite l'érosion éolienne en servant de coupe-vent.

■ *Rôle mineur dans les changements climatiques : mitigation*

En contrôlant l'érosion, le transport d'éléments est limité, ce qui réduit également les émissions indirectes de GES dues aux pertes d'azote. Ce BSE contribue donc de façon mineure à la lutte aux changements climatiques.

Gestion naturelle des nuisibles et préservation des habitats des alliés

■ *Origine du BSE*

Le BSE « gestion naturelle des nuisibles et préservation des habitats des alliés » agglomère les trois BSE suivants : contrôle des maladies, contrôle biologique des ravageurs et des agents pathogènes, provision d'habitats pour divers organismes (Swinton *et al.*, 2005). Sous le terme nuisibles sont compris à la fois les ennemis des cultures, les pathogènes animaux et végétaux, les vecteurs de maladies.

■ *Processus biophysiques*

Un organisme est nuisible lorsqu'il cause des dégâts aux cultures ou aux animaux et entraîne des pertes économiques. Un animal devient nuisible parce que son habitat d'origine ne le satisfait plus (non atteinte des besoins essentiels) et qu'il se tourne alors vers d'autres habitats comme les terres cultivées ou le bétail. D'où l'intérêt de **préserver les habitats ainsi que leur qualité**.

Le **contrôle biologique**, limitant les parasites et la prolifération d'espèces, s'explique par les diverses interactions biotiques (prédation, parasitisme, compétition, facilitation) qui régulent les différentes espèces. Mais ces fonctions ne peuvent s'exercer qu'à condition que les habitats soient protégés, car les espèces ont leurs conditions biotiques et abiotiques spécifiques et ont besoin parfois d'un habitat particulier pour leur reproduction. L'abondance, la diversité, la répartition, la fragmentation et la connectivité des habitats sont donc des critères à ne pas négliger. A titre d'exemple, 4 espèces désignées importantes en tant qu'alliés naturels pour l'agriculteur :

- le vison (prédateur du rat musqué qui fait des dégâts dans les champs) ;
- le crapaud (prédateur de ravageurs) ;
- la mouche tachinaire (parasite de ravageurs) ;
- le ver de terre (décomposeur).

■ **Rôle majeur dans les changements climatiques : adaptation**

Une élévation des températures et des précipitations plus importantes (dans certaines régions) favoriseront la dispersion de nouveaux pathogènes et maladies ainsi que des stress sur les cultures, les rendant plus vulnérables et moins compétitives. Ainsi, avec les changements climatiques va s'associer une redistribution spatiale des maladies en raison de la migration des organismes porteurs. Ces nouvelles maladies toucheront les agriculteurs, qui devront alors faire face à de nouveaux pathogènes également plus nombreux.

De par leur grande diversité spécifique, les écosystèmes réduisent les risques de maladies infectieuses. L'adaptation agricole passe par des écosystèmes ayant la capacité de contrôler ces maladies. Or, les changements dans les écosystèmes influent sur la prévalence des ravageurs et des maladies. Un équilibre des communautés biologiques, tant en abondance qu'en diversité, permet de se prémunir des ennemis des cultures (ravageurs et maladies). En effet, selon Ehrlich³, 95 % des ravageurs potentiels des cultures et des vecteurs de maladies humaines sont contrôlés par l'écosystème. Ainsi, l'adaptation aux changements climatiques passe par la lutte aux nouveaux parasites et aux adventices, qui elles ont l'avantage d'avoir une forte capacité d'adaptation.

Pollinisation des cultures et de la végétation naturelle

■ **Origine du BSE**

La pollinisation des cultures et de la végétation naturelle aurait pu être incluse dans le précédent BSE mais elle se voit attribuer une place particulière dans l'ensemble des classifications. De plus, pour son importance spécifique en agriculture, elle devait être soulignée.

■ **Processus biophysiques**

Processus indispensable à la plupart des plantes, la pollinisation en elle-même est aussi une interaction biotique (mutualisme) qui conditionne en partie la productivité en agriculture. Différents vecteurs assurent les transferts de pollen (animaux, eau, vent, etc.). En récoltant le pollen, les insectes réalisent ce transfert pour un grand nombre de plantes (canola, bleuet, etc.).

■ **Rôle majeur dans les changements climatiques : adaptation**

Quatorze milliards de dollars provenant des récoltes aux États-Unis sont issus de la pollinisation de 90 plantes alimentaires. Ce service est garant d'une production alimentaire, qui risque à l'avenir de devenir primordiale face aux conséquences des changements climatiques. Or des modifications des écosystèmes entraînent un changement dans l'abondance, la distribution et l'efficacité des pollinisateurs. Ainsi, la **préservation des espèces pollinisatrices** (insectes, oiseaux...) par la conservation de leurs habitats agricoles, assure la survie de nombreuses plantes et la possibilité de les cultiver et participe donc à l'adaptation aux changements climatiques.

³ Ehrlich, P.R., 1985. The concept of human ecology: a personal view. *IUCN Bulletin* 16 (4-6), 60-61. Cité dans Limoges, B., 2009. « Biodiversité, services écologiques et bien-être humain ». *Le naturaliste canadien*, 133, 2 : 15-19.

SERVICES DE PRODUCTION

Biens alimentaires, fibres, fourrages et biocombustibles

■ *Origine du BSE*

Toutes les classifications mentionnent la production de biens alimentaires, fibres, fourrages et biocombustibles. Ce BSE a donc été conservé en tant que fonction première de l'agriculture.

■ *Processus biophysiques*

La production alimentaire est possible grâce à la photosynthèse des plantes, lesquelles captent la lumière solaire et le carbone atmosphérique pour produire des molécules constituant de leur biomasse. Une partie est consommée (grain du blé, bois, fourrages etc.). Les biocombustibles désignent l'ensemble des combustibles issus de la matière végétale ou animale comme le bois de feu, la biomasse cultivée, les résidus agricoles (déjections animales ou résidus de cultures).

■ *Rôle majeur dans les changements climatiques : adaptation*

La fourniture de biens alimentaires est une fonction essentielle pour pouvoir s'adapter aux changements climatiques. Certes, le réchauffement climatique pourrait avoir des impacts positifs sur la production agricole au Québec par une hausse du rendement, notamment pour les céréales ou par une période de végétation plus longue. Cependant, les impacts négatifs pourraient l'emporter. En effet, la hausse de la température moyenne aura un impact direct sur le rendement des cultures, et indirect avec la modification des précipitations et la hausse de la concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Or, ces répercussions n'auront pas la même envergure pour tous les secteurs de production. Avec l'accélération des changements climatiques et la croissance de la population, le problème de la sécurité alimentaire pourrait apparaître dans des zones épargnées auparavant et pousser les pays à importer. Les températures élevées et les sécheresses sont susceptibles d'induire des augmentations de la mortalité chez les animaux non habitués à des températures plus élevées (GIEC, 2007). L'adaptation pourra passer par un changement de production, ce qui mènerait à une redistribution spatiale des productions agricoles.

■ *Rôle mineur dans les changements climatiques : mitigation*

La photosynthèse contribue à l'atténuation des changements climatiques puisqu'elle permet l'accumulation du carbone dans la biomasse et les sols. Cependant, ce rôle a déjà été pris en compte dans le BSE climat global. Concernant les biocombustibles, ils peuvent être utilisés pour produire de l'énergie renouvelable mais nous nous intéressons ici seulement à leur production et non leur devenir.

Diversité spécifique et génétique

■ *Origine du BSE*

Au départ intitulé « Maintien de la biodiversité et des ressources génétiques » comme dans la classification de Swinton *et al.* (« ressources génétiques » pour le MEA et pour De Groot *et al.*), ce BSE a été renommé « diversité spécifique et génétique » pour tenir compte au mieux des points de vue des experts.

■ *Processus biophysiques*

La biodiversité n'est pas un BSE mais est à la base de la fourniture des BSE. Il est d'autant plus important par conséquent de produire et **préserv**er une **diversité spécifique (diversité interspécifique) et génétique (diversité intra-spécifique)**.

■ *Rôle majeur dans les changements climatiques : adaptation*

Les événements extrêmes, la variabilité du climat et l'évolution des paramètres climatiques menacent cette diversité. En revanche, la conservation des habitats refuge les protège. Ce patrimoine biologique et génétique est une richesse à préserver pour s'adapter aux changements climatiques. En effet, il alimente une banque génétique, qui nous informe sur l'adaptation des espèces au cours du temps. En plus de fournir des substances pour l'industrie pharmaceutique, les plantes sauvages servent à l'amélioration génétique et sont utilisées pour maintenir la productivité des cultivars, changer ou améliorer certaines propriétés. Cette ressource génétique est particulièrement déterminante pour l'avenir afin d'accroître entre autres la résistance des cultures aux impacts du réchauffement climatique (hausse de température, sécheresse, émergence de maladies et ravageurs). Les croisements génétiques et les biotechnologies sont des techniques pour valoriser ces ressources en créant par exemple de nouvelles variétés, des hybrides plus adaptés au climat futur (résistants aux stress et autres conditions).

ANNEXE 7

DESCRIPTION DES PRATIQUES AGROENVIRONNEMENTALES

La description des 41 pratiques agroenvironnementales était nécessaire pour que les experts puissent les évaluer sur une même base et ainsi éviter les biais lors du remplissage de la grille d'évaluation.

GESTION DES FUMIERS

Couverture étanche et brûlage du CH₄

Cette pratique considère uniquement les ouvrages de stockage des fumiers avec couverture étanche des fosses et récupération du méthane pour le réutiliser ou le brûler avec une torchère. En couvrant les structures d'entreposage de fumier ou lisier, une réduction des volumes de fumier est obtenue en évitant l'accumulation des eaux de pluie.

Passage d'une gestion liquide à solide

Cette pratique concerne les producteurs de bovins.

Au Québec, la majorité de la gestion des effluents d'élevage se fait sous forme liquide. Pour des raisons pratiques, essentiellement, les fumiers sont souvent dilués avec de l'eau, comme cela se fait par exemple pour vider les bâtiments. Le passage à une gestion solide limiterait les risques pour l'environnement. Cependant, il faut nuancer en précisant qu'une gestion liquide, si elle est bien gérée, n'est pas plus dommageable qu'une gestion solide. Ainsi, une gestion solide n'est pas forcément meilleure : un amas au champ qui n'est pas retourné va entraîner de la lixiviation ; or, un épandage uniforme à faible dose pose souvent problème.

Par conséquent, le passage à la gestion solide est bénéfique à condition que les fumiers solides soient bien gérés à trois endroits stratégiques : l'étable, le site d'entreposage et le champ.

Passage d'une gestion solide au compostage

Le compostage est une décomposition biologique de matière organique par des microorganismes sous des conditions aérobies déterminées, en une matière relativement stable qui ressemble à de l'humus et qu'on appelle compost. Ici, le compostage considéré sera celui fabriqué à partir des matières organiques provenant de la ferme : fumiers, litière, résidus de culture (paille, rebuts, déchets de transformation à la ferme, etc.) et résidus horticoles ou maraîchers.

Cette pratique fait partie des bonnes pratiques à condition qu'elle fasse l'objet d'une bonne gestion, c'est-à-dire que nous ne faisons pas référence ici au compostage consistant à mettre le fumier en tas et le laisser se décomposer en attendant d'être prêt à l'utiliser. Autrement dit, le site de compostage doit être étanche, bien placé (respecter les exigences des gestions d'effluents). De plus, l'aération du fumier est essentielle pour assurer une bonne oxygénation, soit en le retournant, ce qui suppose d'être équipé d'un retourneur d'andain, soit à l'aide d'un

système d'aération forcée. Souvent, cette pratique requiert aussi une injection d'eau. Cela demande de la vigilance pour respecter la température, le taux d'oxygène, la teneur en eau, le ratio C-N et pour éviter au maximum les pertes de nutriments et l'émission de GES. Le fumier se transforme en compost en l'espace d'environ deux mois pour deux retournements toutes les trois semaines.

Séparation de phases

La séparation de phases concerne les producteurs de porcs puisque ce traitement primaire touche les lisiers. Elle a pour but de séparer la phase liquide de la phase solide et ainsi de séparer l'azote (N) du phosphore (P), mais sans changer leur quantité. La fraction liquide, riche en azote, peut être directement valorisée sur les terres à proximité, sans autre traitement. La fraction solide riche en matière organique et phosphore peut être utilisée en tant qu'engrais de ferme et peut subir un second traitement (compostage, séchage ou granulation). La séparation de phase ne réfère pas ici à la simple décantation naturelle mais à l'utilisation de séparateurs.

GESTION DES ELEVAGES

Bonne régie des pâturages

Cette pratique concerne surtout les productions laitières. Différentes régies des pâturages sont possibles : tournante, rationnée, continue. La meilleure gestion des pâturages est celle qui évite le surpâturage endommageant les plantes qui n'ont alors plus assez de vigueur pour se régénérer. Une surpâtissance diminue donc la croissance et le rendement de la pâture. Une bonne régie consiste également à offrir aux animaux un fourrage de bonne qualité. Pour répondre à ces exigences, la mise en place d'un pâturage en rotation avec 30 % de légumineuses dans les prairies et pâturages est l'idéal.

Pratiques de régie alimentaire

La régie alimentaire comprend une bonne qualité des fourrages et une haute digestibilité des aliments. Contrôler l'alimentation permet de réduire la quantité d'azote et de phosphore (et autres éléments minéraux) dans les fumiers. L'analyse des aliments constitue la base du contrôle. Ensuite, il faut composer une ration adaptée au stade de vie et de reproduction des animaux (alimentation multiphase). Le contrôle de l'alimentation peut se faire à l'aide, par exemple, d'additifs alimentaires comme les phytases ou les acides aminés. Certains sont encore à l'étude pour mieux en connaître leurs effets (levures, bactériocines, matières grasses, ionophores).

Par ailleurs divers équipements d'approvisionnement en eau ou en alimentation pour les animaux (trémies-abreuvoirs par exemple) peuvent être mis en place. Ils permettent une meilleure qualité d'alimentation tout en évitant le gaspillage de la nourriture.

Aménagement des cours d'exercice étanches

Cette pratique est utilisée surtout pour les bovins de boucherie. Une cour d'exercice étanche est un enclos ou partie d'enclos où sont gardés les animaux (vaches-veaux et génisses à la fin des pâturages jusqu'à leur retour au printemps, et bouvillons toute l'année). Elle se trouve à l'extérieur et est pavée ainsi qu'entourée de murets, avec une légère pente pour que les déjections animales s'écoulent dans la structure d'entreposage. 2 à 6 m² par animal sont recommandés avec des brise-vent et une façade ouverte.

Aménagement des enclos d'hivernage

L'enclos d'hivernage sert à garder les animaux de la fin du pâturage (automne) jusqu'à leur retour (printemps). Il doit être clôturé et aménagé avec des bandes végétales autour des points d'eau, de la litière, ainsi qu'avec des refus de fourrages qui absorbent les déjections. Des brise-vent et des abris sont installés pour la protection du troupeau. Si une forte densité d'animaux est présente (20 kg de poids vif/m²), la portance du sol doit être renforcée à l'aide de copeaux de bois, de matériel granulaire ou de béton.

Sites d'abreuvement contrôlé

Les sites d'abreuvement peuvent être contrôlés en évitant l'accès du bétail aux cours d'eau lors de la pâture, ce en installant des clôtures, ce qui permet de préserver les zones riveraines. Ceci est réglementé dans le *Règlement sur les exploitations agricoles (REA)*, mais n'est pas encore appliqué partout. Un abreuvoir ou autre système d'approvisionnement en eau peut être aménagé.

Amélioration génétique

Le choix de la meilleure génétique et la sélection des animaux les plus productifs avec un bon taux de reproduction est un moyen de réduire la pression animale. En effet, en privilégiant les animaux les plus productifs avec un bon taux de reproduction, le nombre de bêtes peut être diminué pour un même niveau de production.

Diversité animale

La diversité animale désigne la présence de plusieurs espèces et de races animales dans les systèmes d'élevage. Cela peut comprendre les races animales patrimoniales, reconnues au nombre de trois selon la *Loi sur les races animales du patrimoine agricole du Québec* : vache canadienne, cheval canadien, poule Chanteclerc.

Taux de remplacement recommandé

Le taux de remplacement représente la proportion d'animaux ajoutés dans le troupeau pour le renouveler. Il devrait atteindre 20 % sur une ferme laitière. Cependant les producteurs ont tendance à garder plus d'animaux. Les animaux ne sont alors pas pleinement valorisés. Une grande partie est réformée avant de devenir rentable (à la troisième lactation). Or conserver les animaux plus longtemps peut permettre de réduire la taille du cheptel et ainsi de diminuer les impacts environnementaux liés.

GESTION DE LA FERTILISATION

Réduction des doses d'engrais

Réduire les doses d'engrais suppose de prendre en compte les éléments déjà présents dans le système, c'est-à-dire de considérer les précédents culturaux, les engrais verts, les analyses de sol et des fumiers afin d'éviter une surfertilisation. En fonction de ces connaissances, la quantité d'engrais apportée doit être ajustée.

De plus, il faut viser une meilleure efficacité des engrais en n'oubliant pas, par exemple, d'utiliser des machines agricoles bien réglées permettant de respecter ces quantités à apporter (système d'épandage précis assurant un épandage uniforme et un bon déchiquetage).

Incorporation immédiate des déjections

L'incorporation des engrais de ferme (fumiers, lisiers, purins) et minéraux se définit comme le mélange par le travail du sol des éléments nutritifs avec la couche superficielle de sol (épaisse d'au moins 10 cm). Pour une efficacité optimale et pour limiter les répercussions sur l'environnement, elle doit se faire immédiatement après l'épandage. En effet, l'idéal serait de réaliser l'incorporation en même temps que l'épandage, sinon dans les 4 heures qui suivent.

Dans le cas des déjections liquides, seul l'épandage avec rampe basse suivi d'une incorporation (disques, dents de herse ou roues dentées) ou l'injection directe sont considérés ici. Pour le fumier solide, l'injection directe ou sous la voûte végétale ne sont pas adaptées. Mais son incorporation immédiatement après épandage en surface est recommandée également.

Périodes d'épandage adaptées

Avant d'épandre, les conditions météorologiques et les besoins des plantes doivent être connus. En effet, un épandage ne doit avoir lieu que par vent faible et si aucune intempérie n'est prévue dans les 24 heures, ce afin de préserver l'efficacité des fertilisants et d'éviter le lessivage. De même, pour valoriser au mieux les fertilisants, les apports en postlevée avec la présence de résidus de culture ou d'engrais verts sont recommandés. Attendre que le sol soit sec est préférable avant d'entrer dans les champs avec les machines afin d'éviter le compactage. Par ailleurs, pour limiter la volatilisation de l'ammoniac, un épandage en fin de journée est conseillé en raison d'une température plus fraîche. Un apport au printemps est à privilégier plutôt qu'à l'automne.

Fractionnement des apports en fertilisants

Pour une meilleure valorisation des fertilisants, il faut les apporter aux moments où la culture en a le plus besoin. Ainsi, fractionner les apports de fertilisants organiques et minéraux en les dispersant en deux ou plusieurs applications permet de synchroniser la disponibilité des éléments nutritifs avec les exigences des plantes selon leur stade de croissance.

CONSERVATION DES SOLS ET DE L'EAU

Diversité végétale

La diversité végétale désigne la présence de plusieurs espèces végétales et variétés dans le système cultural. Une plus grande diversité de cultures assure une meilleure production et une plus forte stabilité.

Rotation des cultures

La rotation des cultures est une succession de différentes cultures sur une même parcelle sur plusieurs années. L'intégration de légumineuses a l'avantage d'enrichir le sol en azote pour la culture suivante, comme une céréale.

Prairies permanentes

Une prairie permanente est l'équivalent d'une prairie naturelle, c'est-à-dire un terrain couvert d'espèces herbacées, n'ayant été ni labouré ni ensemencé. Destinée à être fauchée ou pâturée, elle procure de nombreux avantages environnementaux.

Engrais verts

Connus également en tant que cultures de couverture, cultures pièges ou cultures intercalaires, les engrais verts ont pour rôle de couvrir le sol et de diminuer les érosions hydrique et éolienne. Ils ne sont pas destinés à être récoltés mais plutôt enfouis dans le but de conserver ou d'améliorer la qualité du sol.

Ils peuvent être cultivés en dérobées (avant ou après la culture principale) ou en intercalaires (entre les rangs de la culture principale) afin de mieux valoriser l'espace en production et de garder un couvert végétal constant.

Haies brise-vent

Les haies brise-vent font partie des pratiques agroforestières et sont les plus courantes au Québec. Elles se constituent de végétaux alignés, le plus souvent ligneux, hauts et rectilignes. En les orientant perpendiculairement aux vents, ils peuvent entraîner une réduction de leur vitesse sur une longueur de 10 à 20 fois leur hauteur. Ainsi, les terres et les bâtiments agricoles sont protégés. Les essences d'arbres et d'arbustes choisies devront être adaptées, rustiques et non envahissantes.

Bandes riveraines élargies

Une bande riveraine désigne la présence d'une couverture végétale herbacée ou d'un enrochement en bordure d'un cours d'eau. Selon la réglementation, elle doit s'étaler sur une largeur de 3 mètres minimum, mesurée à partir de la ligne des hautes eaux, avec minimum un mètre de retrait sur le haut du talus. Elle peut aussi être herbacée, arbustive ou arborée et se composer d'espèces adaptées aux conditions du milieu. Cependant pour assurer suffisamment de services environnementaux, elle devrait s'étendre au-delà des 3 mètres. Nous parlerons dans

ce cas de bandes riveraines élargies. Nous qualifions de système riverain agroforestier, une bande riveraine qui comprend des espèces ligneuses arborées ou arbustives.

Cultures intercalaires d'arbres

Les cultures intercalaires d'arbres sont une pratique agroforestière se caractérisant par des rangées d'arbres ou arbustes plantés dans les champs de cultures. Les bandes d'arbres sont larges et en général espacées de 10 à 40 mètres afin de laisser suffisamment d'espace pour les passages des machines agricoles et la récolte de bois.

Sylvopastoralisme

Le sylvopastoralisme représente l'association d'élevages, d'espèces ligneuses et de cultures fourragères.

Travail réduit ou semis direct

Le travail réduit requiert l'utilisation d'un outil primaire pour la conservation des sols, comme le chisel ou la herse. Le semis direct renvoie à l'ensemencement d'une culture sans avoir travaillé le sol avant. Ces pratiques laissent une couverture minimale de 30 % de résidus de culture après semis (protection contre l'érosion).

Réduction de la compaction du sol

La compaction des sols est causée par la pression externe. Les conséquences en découlant pour les sols sont la hausse de la densité, une baisse de la macroporosité et de la conductivité hydraulique. Elle peut provenir des nombreux passages d'engins agricoles et de la pression des pneumatiques. Pour réduire cette compaction, différentes interventions peuvent être réalisées comme utiliser des engins moins lourds, multiplier les essieux, diminuer la charge par essieu ou opter pour des pneus larges et à carcasse radiale. Le travail du sol doit être minimisé, le nombre de passage réduit au minimum et ne pas avoir lieu quand les sols sont humides.

Avaloir

Lors d'inondation temporaire, notamment dans les dépressions de terrain, un avaloir peut permettre de capter l'eau de ruissellement et de la canaliser souterrainement. Il est possible de laisser l'eau sédimenter en limitant le débit de l'eau pénétrant dans l'avaloir.

Voie d'eau engazonnée

Une voie d'eau engazonnée correspond à un canal large et peu profond, qui est aménagé avec une végétation herbacée pour drainer les eaux de ruissellement.

Ajustement de l'irrigation

L'irrigation des cultures doit s'accompagner d'une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau. Ceci peut passer par une réduction de l'évapotranspiration favorisant une eau de meilleure qualité pour les plantes (moins de sels et de minéraux). L'irrigation la plus favorable est celle qui utilise des systèmes au goutte-à-goutte et les asperseurs à basse pression et à faible portée.

La fertigation, appliquant des fertilisants solubles dans l'eau d'irrigation, est une technique permettant d'obtenir une meilleure efficacité des nutriments.

Les systèmes intensifs d'irrigation, surtout ceux servant à épandre les pesticides, doivent être munis d'un fonctionnement ou d'un équipement évitant un retour de l'eau d'irrigation polluée vers les sources d'approvisionnement en eau.

GESTION INTÉGRÉE DES ENNEMIS DES CULTURES

Gestion intégrée des ennemis des cultures

La gestion intégrée des ennemis des cultures, est une méthode décisionnelle qui a recours à toutes les techniques nécessaires pour réduire les populations d'organismes nuisibles de façon efficace et économique tout en respectant l'environnement (définition du MAPAQ). Son but est de minimiser le recours aux pesticides (seulement en cas de nécessité et si c'est justifiable) en favorisant d'autres méthodes comme la lutte culturale, mécanique, physique, biologique et génétique. Elle se découpe en six étapes :

- identification et connaissance des alliés et des ennemis des cultures ;
- **dépistage et évaluation de la situation globale ;**
- **seuils d'intervention ;**
- **adaptation de l'écosystème ;**
- **combinaison des méthodes de lutte** (préventives ou curatives) ;
- **évaluation des actions.**

Bonne gestion des pesticides

Dans la gestion des pesticides sont compris l'entreposage, le réglage des pulvérisateurs, les techniques d'application, la sécurité des utilisateurs, la protection des puits et cours d'eau, la dérive des pesticides, la gestion des résistances, le nettoyage et la récupération des déchets, la sécurité des consommateurs et le nettoyage et récupération des contenants.

Différents facteurs sont à considérer pour obtenir une efficacité maximale des pesticides, comme la dose adaptée, et disposer d'un équipement bien réglé. D'autres paramètres entre en jeu comme la pluie et la rosée, la température, le vent et la dérive, la présence de résidus de culture, les adjuvants, la compatibilité des produits.

CONSERVATION DES HABITATS

Milieus aquatiques et riverains

Les milieux aquatiques et riverains rassemblent les cours d'eau et les bandes riveraines. Ces milieux doivent être respectés et maintenus en considérant qu'ils jouent aussi un rôle faunique en tant que corridor de circulation ou d'habitat pour une espèce en situation précaire. Ainsi les bandes riveraines ne doivent pas être converties en culture et les milieux aquatiques doivent être maintenus (en évitant par exemple l'excès de fertilisants et de pesticides).

Milieux humides

Les principaux types de milieux humides sont les marais, les marécages, les tourbières et les eaux peu profondes. Ils représentent des milieux particulièrement productifs pour la faune, d'où l'importance de ne pas drainer ces milieux au profit de cultures.

Écosystèmes forestiers

Dans les écosystèmes forestiers sont regroupés ici les boisés de ferme ainsi que les écosystèmes forestiers exceptionnels (EFE). Ces derniers se classent sous trois catégories : les forêts rares, les forêts anciennes et les forêts refuges d'espèces menacées ou vulnérables. Ces arbres doivent être conservés afin d'éviter la fragmentation des habitats fauniques et non supprimés pour un besoin de superficies culturales ou épanchables.

EFFICACITE ENERGETIQUE

Mesures d'isolation

Les mesures d'isolation réduisent la consommation énergétique. Le calfeutrage des portes et fenêtres permet en effet d'éviter les courants d'air nuisant aux animaux.

Optimisation de l'équipement

Dans l'optimisation de l'équipement, nous pouvons citer par exemple l'éclairage fluorescent, l'échangeur à plaques et le récupérateur-échangeur d'air.

ENERGIES RENOUVELABLES

Solaire

Différentes techniques solaires existent : le solaire passif et le solaire actif. Le solaire actif comprend le solaire thermique, où l'énergie solaire est transformée en chaleur, et le solaire photovoltaïque, où l'énergie des rayons lumineux est transformée en électricité. De nombreuses applications en découlent, comme le chauffage solaire à air chaud, le chauffe-eau solaire, le séchage solaire des récoltes et du fumier, ou encore l'alimentation des clôtures électriques. Des murs solaires peuvent être installés sur les bâtiments d'élevage pour chauffer les bâtiments. De plus, des panneaux solaires peuvent assurer un chauffage partiel de l'eau.

Éolien

L'énergie éolienne peut permettre de produire de l'électricité pour l'éclairage des bâtiments par exemple, ou d'activer mécaniquement une pompe pour abreuver le bétail. Pour cela, la vitesse du vent doit dépasser 15 km/h et être la plus constante possible. Les éoliennes en agriculture se regroupent en 3 catégories : les microsystèmes (jusqu'à 100 W maximum), les mini-systèmes (de 100 W à 10 kW), et les petits systèmes (de 10 kW à 50 kW).

Géothermie

Le principe de la géothermie consiste à extraire l'énergie dans le sol ou dans l'eau pour chauffer ou climatiser des bâtiments (grâce au différentiel de température). Ainsi, elle fournit de la chaleur valorisable dans différents types de production : bâtiments d'élevage (comme un plancher chauffant pour les porcelets), serres, cultures ornementales et cultures de légumes, etc. Elle se compose d'un système de canalisations dans le sol où circule un échange de courants chauds et froids.

Biomasse lignocellulosique

La biomasse lignocellulosique regroupe en grande majorité des vivaces tels le panic érigé, le miscanthus, le saule à croissance rapide, et certaines annuelles comme le sorgho ou le millet. Ces cultures ont l'avantage de produire une biomasse très importante par unité de surface pour peu d'intrants et d'entretien. Elles peuvent être valorisées en tant que biocombustible solide (granules, bûches, briquettes densifiées, copeaux et balles), ou utilisées pour la production de biogaz ou éventuellement d'éthanol cellulosique.

Méthanisation

La méthanisation (ou biométhanisation ou digestion anaérobie) est un procédé de traitement des matières organiques. Elle consiste à transformer par fermentation microbienne, dans un digesteur anaérobie, le carbone de la matière organique en deux produits : le biogaz et le digestat.

Le biogaz peut soit être utilisé en produisant de la chaleur ou de l'électricité. Pour produire de l'énergie, le biogaz doit être brûlé.

Concernant la valorisation sous forme d'énergie thermique, qui est la plus courante, le biogaz est utilisé directement pour remplacer l'énergie fossile (propane, mazout et gaz naturel). Ce biogaz est proche du gaz naturel. La chaleur peut servir à chauffer les bâtiments d'élevage et les serres, sécher des matériaux, alimenter une chaudière, etc.

Pour la valorisation indirecte par la production d'électricité, le biogaz entre dans un cogénérateur en tant que combustible et est transformé en électricité. Celle-ci peut alimenter la ferme en éclairage et ventilation, ou servir pour les équipements.

Le digestat, fraction liquide pratiquement inodore et sans pathogènes, peut être épandu directement, en tant que fertilisant sur la ferme, ou composté.

Les substrats issus de la ferme pour cette production de biogaz sont les effluents d'élevage, le lactosérum, les résidus organiques tels les rejets de balle ronde. Cependant, d'autres intrants extérieurs à la ferme peuvent être ajoutés au mélange, comme les déchets domestiques ou les résidus d'usines agroalimentaires ou d'abattoirs.

ANNEXE 8 GRILLE BSE ET PRATIQUES AGROENVIRONNEMENTALES ASSOCIEES

Tableau 4. Pratiques agroenvironnementales fournissant les BSE participant à la lutte ou à l'adaptation aux changements climatiques

SERVICES ENVIRONNEMENTAUX		Régulation										Production			
		Qualité de l'air	Climat global			Microclimat	Rivières et niveaux de nappes	Disponibilité en eau	Qualité de l'eau	Augmentation de la fertilité des sols	Contrôle de l'érosion	Gestion naturelle des nuisibles et préservation des habitats des alliés	Pollinisation des cultures et de la végétation naturelle	Biens alimentaires, fibres, fourrages et biocombustibles ⁽¹⁾	Diversité spécifique et génétique
			Séquestration du carbone	Augmentation ou maintien du carbone des sols	Evitement des GES										
PRATIQUES															
Gestion des fumiers	Couverture étanche et brûlage du CH ₄	D		D				I	I	I					
	Passage d'une gestion liquide à solide							I	D	I					
	Passage d'une gestion solide au compostage							D	±	I					
	Séparation de phases	±						D							
Gestion des élevages	Bonne régie des pâtures		D	D				D	D	D	D	D	D	D	
	Pratiques de régie alimentaire	I		D				D					D ⁽²⁾		
	Aménagement des cours d'exercice étanches			±				D							
	Aménagement des enclos d'hivernage														
	Sites d'abreuvement contrôlé							D	D	D			D ⁽³⁾	D	
	Amélioration génétique	±		±				±					D		
	Diversité animale													D	
Taux de remplacement recommandé	D		D				I								

Tableau 4 (suite)

SERVICES ENVIRONNEMENTAUX		Régulation													Production			
		Climat global													Biens alimentaires, fibres, fourrages, et biocombustibles ⁽¹⁾	Diversité spécifique et génétique		
		Qualité de l'air	Séquestration du carbone	Augmentation ou maintien du carbone des sols	Evitement des GES	Microclimat	Rivières et niveaux de nappes	Disponibilité en eau	Qualité de l'eau	Augmentation de la fertilité des sols	Contrôle de l'érosion	Gestion naturelle des nuisibles et préservation des habitats des alliés	Pollinisation des cultures et de la végétation naturelle					
PRATIQUES																		
Gestion de la fertilisation	Réduction des doses d'engrais	D			D							D						
	Incorporation immédiate des déjections	D			I							I		I				
	Périodes d'épandage adaptées	D			D							I						
	Fractionnement des apports en fertilisants	D			D							I					D	
Conservation des sols et de l'eau	Diversité végétale														D	D	D	D
	Rotation des cultures	I	I	D	I		I	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Prairies permanentes			D	D		I	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Engrais verts	I	D	D	D		I	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Haies brise-vent	D	D	D		D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Bandes riveraines élargies	± ⁽⁴⁾	± ⁽⁴⁾	D		±	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	±	D
	Cultures intercalaires d'arbres	D	D	D		D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Sylvopastoralisme	D	D	D		D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Travail réduit ou semis direct			D	D		I	D	I	D	D						D ⁽⁵⁾	D
	Réduction de la compaction du sol				D		I	D	I	D	D						D	
	Avaloir						D		±	D	D							
	Voie d'eau engazonnée						D		D		D							I
	Ajustement de l'irrigation						D	D	D									

Tableau 4 (suite)

SERVICES ENVIRONNEMENTAUX		Régulation											Production		
		Qualité de l'air	Climat global			Microclimat	Rivières et des niveaux de nappes	Disponibilité en eau	Qualité de l'eau	Augmentation de la fertilité des sols	Contrôle de l'érosion	Gestion naturelle des nuisibles et préservation des habitats des alliés	Pollinisation des cultures et de la végétation naturelle	Biens alimentaires, fibres, fourrages et biocombustibles ⁽¹⁾	Diversité spécifique et génétique
Séquestration du carbone	Augmentation ou maintien du carbone des sols		Évitement des GES												
PRATIQUES															
Gestion des ennemis des cultures	Gestion intégrée des ennemis des cultures	I	±	±	I			±	D	±	±	D	D	±	D
	Bonne gestion des pesticides	D			I				D			D	D		D
Conservation des habitats	Milieux aquatiques et riverains	D	±	D	±	D	D	D	D		D	D	D	D	D
	Milieux humides	D	±	D	±	D	D	D	D		D	D	D		D
	Écosystèmes Forestiers	D	±	D	±	D	D	D	D		D	D	D	D	D
Efficacité énergétique	Mesures d'isolation				I										
	Optimisation de l'équipement				I										
Énergies renouvelables	Solaire	I			I										
	Eolien	I			I										
	Géothermie	I			I										
	Biomasse lignocellulosique	±	D	D	I	±	±	±	±	±	±	±	±	D	±
	Méthanisation				D				D	I					

Légende :

- D Effet positif direct.
I Effet positif indirect.
± Effet variable (positif ou neutre) selon la conduite de la pratique ou le type de technologie employée.
 Effet incertain et en questionnement.
 Effet nul ou neutre.

Notes :

- (1) Le service « biens alimentaires, fibres, fourrages, et biocombustibles » renvoie à la production de ces biens, ainsi qu'à la hausse de productivité pouvant découler de la mise en place d'une pratique agroenvironnementale.
- (2) L'alimentation multiphase améliore la productivité animale.
- (3) Le troupeau ne pouvant pas s'approcher des cours d'eau, les problèmes sanitaires liés à la contamination de l'eau et les accidents sont ainsi diminués.
- (4) Services qui sont rendus si la bande riveraine est boisée car elle a alors un effet brise-vent et freine donc les pesticides, les insectes, les virus et les pathogènes.
- (5) Une hausse de productivité peut apparaître au bout de quelques années.

ANNEXE 9

INDICES DE MITIGATION ET D'ADAPTATION DES PRATIQUES AGROENVIRONNEMENTALES

Tableau 5. Indice mitigation pour les 41 pratiques agroenvironnementales

Pratiques agroenvironnementales	Indice mitigation (total : 3)	Pratiques agroenvironnementales	Indice mitigation (total : 3)
Engrais verts	3	Incorporation immédiate des déjections	0,5
Biomasse lignocellulosique	2,5	Gestion intégrée des ennemis des cultures	0,5
Bonne régie des pâturages	2	Bonne gestion des pesticides	0,5
Rotation des cultures	2	Mesures d'isolation	0,5
Prairies permanentes	2	Optimisation de l'équipement	0,5
Haies brise-vent	2	Solaire	0,5
Cultures intercalaires d'arbres	2	Eolien	0,5
Sylvopastoralisme	2	Géothermie	0,5
Travail réduit ou semis direct	2	Passage d'une gestion liquide à solide	0
Couverture étanche et brûlage du CH ₄	1	Passage d'une gestion solide au compostage	0
Pratiques de régie alimentaire	1	Séparation de phases	0
Taux de remplacement recommandé	1	Aménagement des cours d'exercice étanches	0
Réduction des doses d'engrais	1	Aménagement des enclos d'hivernage	0
Périodes d'épandage adaptées	1	Sites d'abreuvement contrôlé	0
Fractionnement des apports en fertilisants	1	Amélioration génétique	0
Bandes riveraines élargies	1	Diversité animale	0
Réduction de la compaction du sol	1	Diversité végétale	0
Milieux aquatiques et riverains	1	Avaloir	0
Milieux humides	1	Voie d'eau engazonnée	0
Ecosystèmes forestiers	1	Ajustement de l'irrigation	0
Méthanisation	1		

Tableau 6. Indice d'adaptation pour les 41 pratiques agroenvironnementales

Pratiques agroenvironnementales	Indice adaptation (total : 11)
Haies brise-vent	11
Cultures intercalaires d'arbres	11
Sylvopastoralisme	11
Milieux aquatiques et riverains	10
Ecosystèmes forestiers	10
Rotation des cultures	9
Engrais verts	9
Milieux humides	9
Prairies permanentes	8,5
Bandes riveraines élargies	8
Bonne régie des pâturages	7
Travail réduit ou semis direct	6
Sites d'abreuvement contrôlé	5
Réduction de la compaction du sol	5
Bonne gestion des pesticides	5
Gestion intégrée des ennemis des cultures	4,5
Diversité végétale	4
Voie d'eau engazonnée	3,5
Avaloir	3
Ajustement de l'irrigation	3

Pratiques agroenvironnementales	Indice adaptation (total : 11)
Couverture étanche et brûlage du CH ₄	2,5
Pratiques de régie alimentaire	2,5
Fractionnement des apports en fertilisants	2,5
Passage d'une gestion liquide à solide	2
Réduction des doses d'engrais	2
Incorporation immédiate des déjections	2
Passage d'une gestion solide au compostage	1,5
Taux de remplacement recommandé	1,5
Périodes d'épandage adaptées	1,5
Méthanisation	1,5
Séparation de phases	1
Aménagement des cours d'exercice étanches	1
Amélioration génétique	1
Diversité animale	1
Biomasse lignocellulosique	1
Solaire	0,5
Eolien	0,5
Géothermie	0,5
Aménagement des enclos d'hivernage	0
Mesures d'isolation	0
Optimisation de l'équipement	0

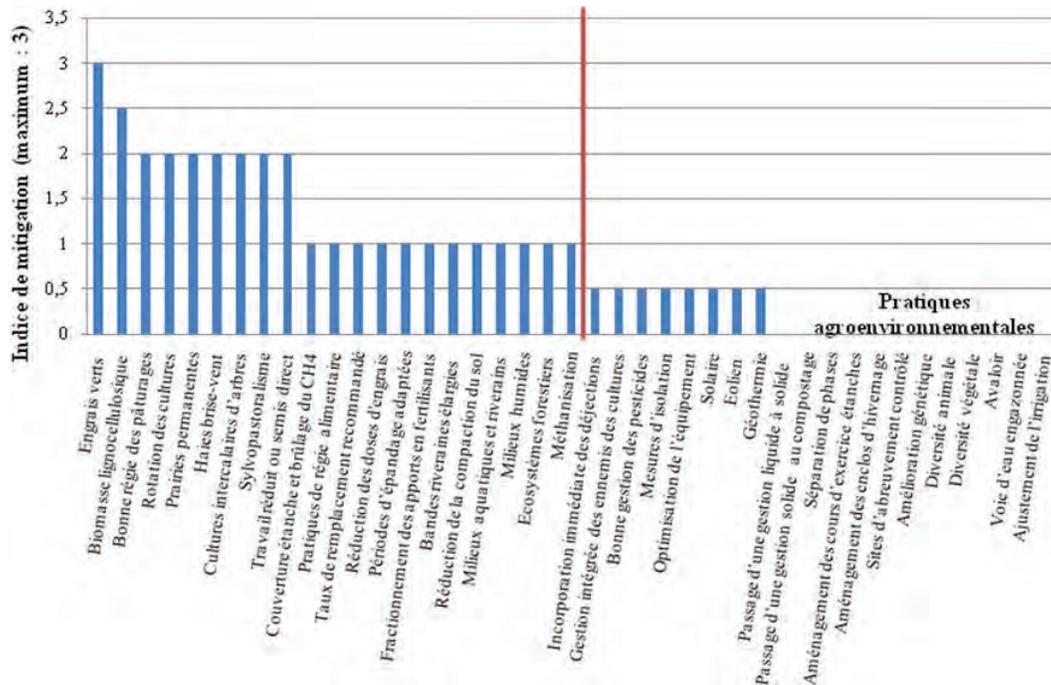


Figure 2. Représentation de l'indice de mitigation pour les 41 pratiques agroenvironnementales

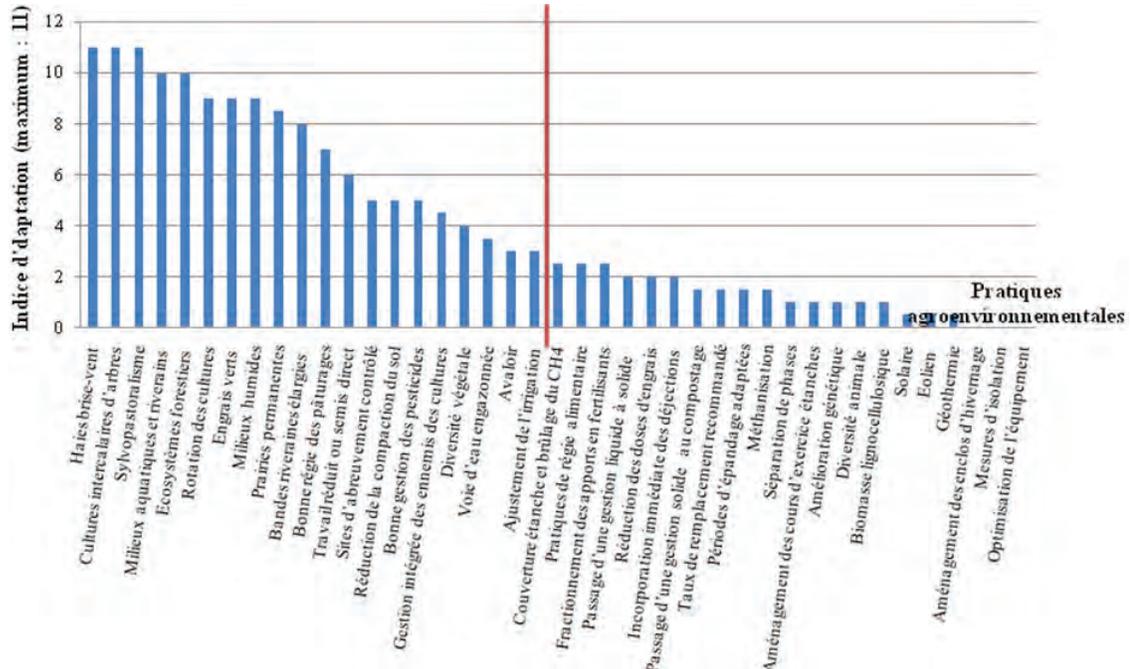


Figure 3. Représentation de l'indice d'adaptation pour les 41 pratiques agroenvironnementales

ANNEXE 10

RÔLE DES GOUVERNEMENTS FÉDÉRAL ET QUÉBÉCOIS DANS LA LUTTE ET L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Le Canada a traduit son engagement dans la lutte aux changements climatiques au travers de politiques publiques et de la mise en place de programmes spécifiques touchant à divers secteurs d'activités. Cette annexe a pour but de présenter les programmes s'appliquant au secteur agricole mis en place au Canada, tant au niveau fédéral que provincial. Seuls les programmes ciblés, de manière explicite, à la lutte ou à l'adaptation aux changements climatiques ont été analysés. Il est important de préciser que certains programmes ne se résument pas aux seuls objectifs mentionnés dans ces tableaux.

La lutte aux changements climatiques

■ *Au niveau fédéral*

En matière de lutte aux changements climatiques, le Canada s'est fixé pour objectif de réduire ses émissions totales de GES de 17 % par rapport à 2005, d'ici 2020. En 2008, ses émissions s'élevaient à 734 Mt éq. CO₂ dont 8,5 % sont attribuables au secteur agricole⁴.

En réaction à la hausse des émissions de GES, dépassant de 25 % celles de 1990 et de 32 % l'objectif fixé par le Protocole de Kyoto, le gouvernement du Canada a rendu public, en avril 2007, son plan d'action « Prendre le virage pour réduire les gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique »⁵. Toutefois l'agriculture semble exclue de ce plan.

Néanmoins, la nouvelle politique agricole et agroalimentaire canadienne mise au point par les gouvernements fédéraux, provinciaux et territoriaux, *Cultivons : le nouveau cadre stratégique pour l'agriculture 2008*, pousse à l'adoption de pratiques exemplaires dans son volet abordant les changements environnementaux et climatiques⁶. Ses objectifs consistent à renforcer la compétitivité et l'innovation du secteur agricole, à améliorer la gestion des risques et la réponse aux priorités de la société.

Le tableau 8 présente les programmes mis en place par le gouvernement fédéral.

⁴ Environnement Canada, 2010. Résumé des tendances : 1990 – 2008. [En ligne]. <http://www.ec.gc.ca/ges-ghg/default.asp?lang=Fr&n=0590640B-1> (Consulté le 9 juillet 2010).

⁵ Environnement Canada, 2008. *Prendre le virage : mesures concrètes pour lutter contre les changements climatiques*. [En ligne]. http://www.ec.gc.ca/doc/virage-corner/2008-03/brochure_fra.html (Consulté le 16 juillet 2010).

⁶ AAC, non daté. *Cultivons l'avenir - Cadre stratégique pour l'agriculture*. [En ligne]. <http://www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1200339470715&lang=fra> (consulté le 16 juillet 2010).

Tableau 7. Programmes fédéraux canadiens de lutte aux changements climatiques accessibles au secteur agricole

Enjeux climatiques	Programme <i>Organisme</i>	Objectifs
<p>Energies renouvelables</p>	<p>Initiative pour un investissement agricole dans les biocarburants (IIEB) <i>AAC</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atteindre l'objectif du gouvernement fédéral, soit une moyenne de contenu de carburant renouvelable de 2 % dans le carburant diésel et l'huile de chauffage, d'ici 2012. ▪ Permettre aux producteurs de participer à l'industrie des biocarburants en investissant des capitaux et en devenant propriétaires d'installations de production de biocarburants.
	<p>EcoENERGIE pour l'électricité renouvelable <i>RNCan, OEE</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accroître, au Canada, la production d'électricité propre à partir de l'énergie éolienne, de la biomasse, des centrales hydroélectriques à faible impact, de l'énergie géothermique, de l'énergie photovoltaïque solaire et de l'énergie des océans.
	<p>EcoENERGIE pour le chauffage renouvelable <i>RNCan, OEE</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accroître l'utilisation de l'énergie thermique renouvelable par les industries, les entreprises et les institutions. ▪ Contribuer à l'assainissement de l'air en aidant les entreprises canadiennes à utiliser moins d'énergie produite à partir de combustibles fossiles pour chauffer les locaux et l'eau des immeubles dans tout le pays. ▪ Développer la capacité de l'industrie de l'énergie thermique renouvelable pour ces secteurs.
	<p>Prêt Énergie <i>FAC</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aider les producteurs et les agro-entrepreneurs souhaitant produire leur propre énergie renouvelable.
	<p>Programme sur la valorisation énergétique de la biomasse <i>RNCan, SCF</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chercher des sources d'approvisionnement supérieures, tant pour la biomasse existante que pour la biomasse « nouvelle ». ▪ Élaborer des méthodes efficaces pour la culture, la récolte, la collecte et le transport. ▪ S'efforcer de démontrer la durabilité de la valorisation accrue de la biomasse.
	<p>EcoENERGIE Technologie <i>RNCan, OEE</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augmenter l'approvisionnement en énergie propre, réduire le gaspillage d'énergie et diminuer la pollution par les énergies conventionnelles. ▪ Soutenir la recherche, le développement et la démonstration de technologies et de systèmes de transformation d'énergie propre.

Enjeux climatiques	Programme Organisme	Objectifs
Energies renouvelables	Programmes d'innovation pour les bioproduits agricoles (PIBA) AAC	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Favoriser la recherche, le développement, le transfert de technologie et la commercialisation à l'égard de bioproduits et de bioprocédés agricoles, comme les biocarburants, les autres formes de bioénergie, les produits biochimiques, les produits biopharmaceutiques, etc.
Réduction des GES Energies renouvelables	EcoENERGIE pour les biocarburants RNCan, OEE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réduire les émissions de gaz à effet de serre résultant de l'utilisation du carburant. ▪ Favoriser une production accrue de biocarburants non polluants et renouvelables comme l'éthanol et le biodiesel. ▪ Accélérer la commercialisation des nouvelles technologies en matière de biocarburants.
Efficacité énergétique Réduction des GES	EcoENERGIE pour les bâtiments et les habitations RNCan, OEE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adopter des mesures et des pratiques à haute performance énergétique. ▪ Réduire les GES.
Efficacité énergétique	Incitatif écoENERGIE Rénovation pour les bâtiments RNCan, OEE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inciter financièrement les propriétaires de bâtiments à apporter des améliorations énergétiques à leurs bâtiments.

Bien que ce ne soit pas leur principal objectif, certains programmes jouent un rôle dans la lutte aux changements climatiques, tels que :

- **Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE)**
- **Programme canadien d'adaptation agricole**
- Les programmes qui soutiennent les bonnes pratiques environnementales : **Enviro-prêt, programme de pâturages communautaires, programme national d'analyse et de rapport en matière de santé agro-environnementale (PNARSA)**

Certains programmes canadiens visant directement les changements climatiques existaient mais, arrivés à échéance, ils n'ont pas été reconduits :

- **Programme d'atténuation des gaz à effet de serre (PAGES)**
- **Programme de couverture végétale du Canada (PCVC)**
- **Programme national de gerance agroenvironnementale (PNGA)**
- **Programme national de planification environnementale à la ferme (PPEF)**

■ **Au niveau provincial : le Québec**

Épaulé par le gouvernement du Canada, le Québec met en place des mesures visant la réduction des émissions de GES dans plusieurs secteurs d'activités. Il veut se faire reconnaître comme un leader dans la lutte aux changements climatiques. Pour ce faire, il a pour objectif de réduire ses émissions de GES de 20 % par rapport à 1990, d'ici 2020. Dans ce contexte, le MDDEP, soutenu par le gouvernement fédéral, a pris l'initiative de lancer son plan d'action sur les changements climatiques (PACC) 2006-2012, intitulé « Le Québec et les changements climatiques, un défi pour l'avenir ». Il y présente des actions touchant, à la fois, l'atténuation et l'adaptation aux changements climatiques. Afin de respecter les engagements de Kyoto, il vise à réduire les émissions québécoises de GES de 6 % sous le niveau de 1990, d'ici 2012. Pour ce faire, le Québec dispose jusqu'en 2012 d'une enveloppe budgétaire de 1,2 milliard de dollars. De ce plan découle une grande partie des programmes présentés dans le tableau 12, dont certaines mesures rajoutées au **programme Prime-Vert**.

Parmi les 24 mesures composant ce plan d'action, une seule mesure concerne directement l'agriculture pour la lutte aux changements climatiques :

- Mesure 15 : Mettre en place un programme d'aide pour le traitement du lisier et la valorisation énergétique de la biomasse agricole, de la biomasse forestière et de la biomasse provenant des matières résiduelles (124 millions de dollars).

D'autres mesures pour la lutte aux changements climatiques ne visent pas directement le milieu agricole, mais l'incluent :

- Mesure 1 : Mettre en place un programme de financement visant l'efficacité énergétique pour les particuliers, les industries, les institutions, les commerces et les municipalités québécoises.
- Mesure 20 : Instaurer des programmes pour soutenir la recherche et l'innovation technologique visant la réduction et la séquestration de GES (valorisation des biomasses forestières, agricoles et municipales, capture et séquestration des émissions de GES, géothermie, énergie solaire et hydrogène).
- Mesure 26 : Soutenir la programmation du consortium Ouranos (connaissances et outils sur les changements climatiques, impacts, vulnérabilités et mesures d'adaptation).

Une mesure pourrait toucher le secteur agricole en tant que source de biomasse énergétique destinée à la fabrication de biocarburants :

- Mesure 2 : Viser que les distributeurs d'essence fournissent 5 % d'éthanol dans l'ensemble de leurs ventes de carburants d'ici 2012.

Le plan d'action concerté sur l'agroenvironnement et la cohabitation harmonieuse 2007-2010, fruit de la collaboration du MAPAQ, du MDDEP et de l'UPA, vient appuyer le plan d'action sur les changements climatiques pour le secteur agricole. Son volet sur les changements climatiques et l'efficacité énergétique vise à diminuer les émissions de GES, identifier des pistes

pertinentes pour le développement de produits bioénergétiques en agriculture et préparer l'adaptation du secteur agricole. Huit millions de dollars ont été fournis par le plan d'action québécois sur les changements climatiques pour la mise en place de programmes tel que le **programme d'aide à l'innovation en énergie**.

Par ailleurs, le gouvernement du Québec a lancé en mai 2006 sa stratégie énergétique (2006-2015) : « L'énergie pour construire le Québec de demain ». En ce qui concerne l'agriculture, la stratégie favorise l'essor des biocarburants (éthanol issu de la biomasse forestière et agricole), ainsi que la production et la valorisation du biogaz.

Le tableau 9 présente donc les programmes québécois.

L'adoption de pratiques d'atténuation des changements climatiques est souvent visée par des objectifs qui ne sont pas directement reliés aux changements climatiques, mais qui sont plus larges tels que l'agroenvironnement ou le développement durable. C'est le cas :

- des **autres volets et sous-volets du programme Prime-Vert**
- du **Programme de mise en valeur de la biodiversité des cours d'eau en milieu agricole**

Tableau 8. Programmes québécois de lutte aux changements climatiques accessibles au secteur agricole

Enjeux climatiques	Programme <i>Organisme</i>	Objectifs
Réduction des GES Energies renouvelables Efficacité énergétique	Prime-Vert <i>MAPAQ</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aider les producteurs agricoles à relever les défis que représentent le respect de l'environnement, la cohabitation harmonieuse sur le territoire, la qualité de l'eau et la réduction ou l'évitement des émissions de gaz à effet de serre. ▪ Promouvoir et diffuser les bonnes pratiques agricoles. ▪ Soutenir les exploitations agricoles afin qu'elles puissent se conformer aux lois, aux règlements et aux politiques environnementales.
Réduction des GES	Traitement des matières organiques par bio-méthanisation et compostage <i>MDDEP</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réduire les émissions de GES. ▪ Diminuer la quantité de matières organiques destinées à l'élimination.
Réduction des GES	Technoclimat <i>AEE</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Soutenir le développement de technologies permettant de diminuer les émissions de GES ou de les séquestrer. ▪ Améliorer l'efficacité énergétique. ▪ Remplacer les carburants et combustibles fossiles par de l'énergie renouvelable. ▪ Contribuer au développement d'entreprises québécoises et à la création d'emplois dans le secteur des technologies vertes.
Réduction des GES Efficacité énergétique	CLIMATSOL <i>MDDEP</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intégrer des technologies vertes du bâtiment aux projets de construction. ▪ Créer des conditions favorisant l'intégration, dans les projets de développement de ces terrains, d'éléments ayant un impact réel et mesurable sur la réduction ou l'évitement des émissions de gaz à effet de serre et sur l'efficacité énergétique des bâtiments.

Enjeux climatiques	Programme <i>Organisme</i>	Objectifs
Efficacité énergétique	Programme de réduction de consommation de mazout lourd <i>AEE</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Soutenir les entreprises diminuant leur consommation de mazout lourd. ▪ Aider financièrement la réalisation d'analyses et l'implantation de mesures d'efficacité énergétique visant le mazout lourd ou pour la conversion vers des sources d'énergie moins polluantes (gaz naturel et biomasse forestière).
	Programme d'aide à l'implantation de mesures efficaces dans les bâtiments <i>AEE</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aider financièrement des études de faisabilité, le passage à l'amélioration de la performance énergétique du bâtiment et à l'acquisition des équipements de chauffe alimentés au mazout léger ou au propane.
	Produits efficaces <i>Hydro-Québec</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aider financièrement pour l'achat d'équipements permettant d'améliorer l'efficacité énergétique.
	Projets d'initiatives structurantes en technologies efficaces (PISTE) <i>Hydro-Québec</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Encourager l'émergence d'initiatives structurantes en technologies efficaces. ▪ Tester la faisabilité et évaluer la rentabilité d'approches commerciales ou de technologies efficaces proposées par le marché.
	Initiatives de démonstration technologique et d'expérimentation (IDEE) <i>Hydro-Québec</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dynamiser le marché et encourager sa clientèle à mettre en œuvre des projets de démonstration et d'expérimentation.
Efficacité énergétique Energies renouvelables	Projet pilote en serriculture <i>AEE</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aider une trentaine d'entreprises serricoles pour l'implantation de mesures d'optimisation énergétique. ▪ Evaluer la possibilité de mettre en place un programme d'appui à l'ensemble des entreprises serricoles.
	Programme d'aide à l'innovation en énergie (PAIE) <i>AEE</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Développer des nouvelles technologies ou des procédés innovateurs, en efficacité énergétique ou pour des énergies émergentes.
Energies renouvelables	Programme d'aide au développement des technologies de l'énergie verte (PADTEV) <i>MNRF</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Favoriser la démonstration de nouvelles technologies de l'énergie verte. ▪ Stimuler les activités de recherche et d'innovation.

L'adaptation aux changements climatiques

■ *Au niveau fédéral*

Le gouvernement fédéral du Canada soutient la population canadienne dans leur adaptation aux changements climatiques et à leurs conséquences, par divers investissements. Mais, l'agriculture ne ressort pas comme un secteur clé dans ces enjeux.

Cependant, *Cultivons l'avenir : le nouveau cadre stratégique pour l'agriculture 2008* (AAC) contribue au soutien de l'adaptation indirectement par ses mesures agroenvironnementales et l'aide à l'innovation technologique dans le secteur agroalimentaire. L'un de ses objectifs est la protection de l'environnement et il encourage indirectement l'adaptation également, au travers, par exemple, des innovations soutenues.

Un seul programme a pour objectif principal l'adaptation aux changements climatiques, mais il ne concerne qu'en partie le secteur agricole :

- Programme «**Initiatives de collaboration pour l'adaptation régionale** (ICAR)
Ce programme de Ressources naturelles Canada a pour but de faciliter la planification et la prise de décision en adaptation. Pour cela, il a établi six ICAR en partenariat avec les provinces et les territoires. Des projets sont alors mis en place en collaboration avec les administrations et les organismes locaux. L'ICAR du Québec couvre l'environnement aménagé et les infrastructures, la gestion de l'eau, ainsi que les secteurs de la foresterie, de l'agriculture et du tourisme. L'adaptation du milieu agricole est gérée par Ouranos pour le Québec (cf. section suivante).

Deux autres programmes concernent le secteur agricole et son adaptation :

- Programme **Guetter la sécheresse** (AAC)
Il propose aux agriculteurs des conseils pour faire face à la sécheresse. Il diffuse des informations sur les conséquences de la variabilité climatique et l'approvisionnement en eau. Pour abaisser la vulnérabilité à la sécheresse et améliorer la gestion durant les périodes sèches, il encourage certaines pratiques.
- **Programme canadien d'adaptation agricole** (PCAA)
Géré par Agriculture Agroalimentaire Canada, il encourage financièrement des projets du secteur agricole, agroalimentaire et des produits agro-industriels à exploiter des débouchés, à faire face aux enjeux nouveaux et émergents, et à trouver et tester des solutions adaptées à ces enjeux. L'un des enjeux est les changements climatiques.

■ *Au niveau provincial : le Québec*

Une stratégie d'adaptation aux changements climatiques est en cours d'élaboration par le MDDEP. Elle devrait voir le jour pour 2011 pour établir des priorités d'action à l'horizon 2020. Cependant, la préoccupation de l'adaptation commence seulement à se développer et, par conséquent, aucun programme n'existe spécifiquement pour l'application de mesures d'adaptation au Québec.

Des programmes touchent néanmoins indirectement l'adaptation via le soutien des bonnes pratiques. C'est le cas de **Prime-vert**, lequel vise pourtant clairement la réduction des GES. En effet, des projets d'adaptation peuvent faire partie et disposer de l'appui financier et technologique apporté par ce programme aux pratiques agricoles durables.

Dans le PACC, une mesure concerne indirectement l'agriculture avec le soutien financier au Consortium Ouranos pour les recherches en adaptation du secteur agricole (mesure 26). Actuellement, plus d'une trentaine de projets sont analysés. Ouranos gère aussi le programme fédéral **ICAR** pour adapter le milieu agricole, ce qui passe par une meilleure gestion des risques agroclimatiques grâce à de la sensibilisation, du réseautage, l'élaboration et le transfert d'outils d'information sur les conditions climatiques. Pour l'instant, en agriculture, quatre projets sont en développement dans les domaines suivants :

- Phytoprotection ;
- Gestion des eaux et des sols ;
- Développement d'outils de gestion ;
- Mission agroclimatique du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ) et outils disponibles pour les agriculteurs.

La Financière agricole du Québec (FAQ) participe à la mise en place de collectes de données et de projets de recherche dans le but d'adapter leurs programmes suivant les changements climatiques.

Pour le secteur agricole, l'un des objectifs du *Plan d'action concerté sur l'agroenvironnement et la cohabitation harmonieuse 2007-2010* est : « Préparer graduellement l'adaptation du secteur aux changements climatiques ». Il évoque des stratégies à employer à l'avenir, tel l'emploi d'espèces plus résistantes à la sécheresse et à la chaleur. De plus, il prévoit des projets d'études sectorielles avec Ouranos concernant l'adaptation aux changements climatiques et la conception de matériel de sensibilisation destiné aux agriculteurs.

ANNEXE 11

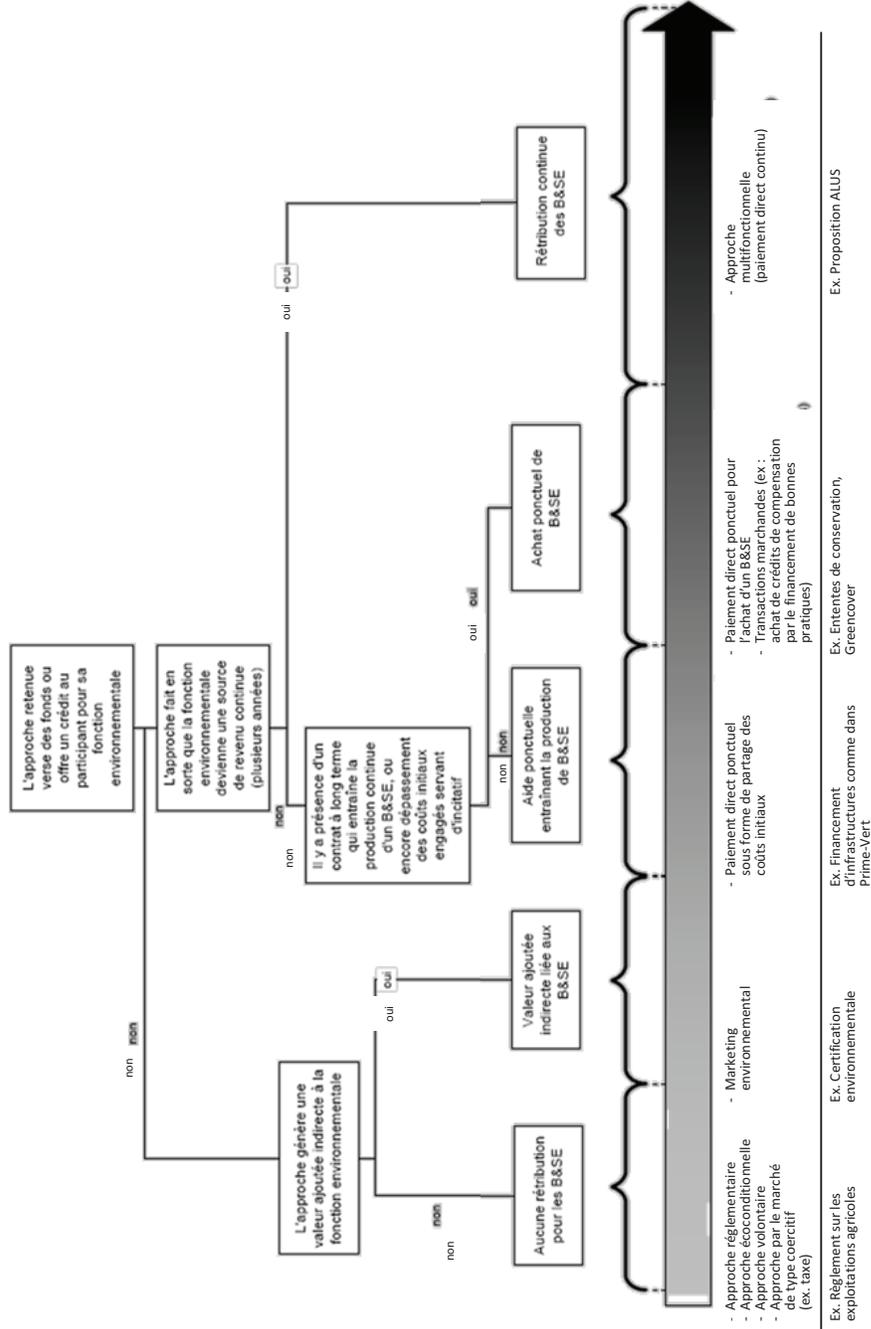
RÔLE DES GOUVERNEMENTS FEDERAL ET QUÉBÉCOIS DANS LE SOUTIEN DES PRATIQUES AGROENVIRONNEMENTALES PRIORITAIRES

Tableau 9. Lois protégeant les écosystèmes agricoles

Écosystèmes en milieu agricole	Lois
Écosystèmes forestiers	Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune Loi sur les forêts Loi sur la protection des arbres
Milieus aquatiques	Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables Loi sur la qualité de l'environnement
Milieus riverains	Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables
Milieus humides	Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune Loi sur la qualité de l'environnement.

ANNEXE 12 APPROCHES ET OUTILS DE SOUTIEN DES B&SE

Continuum de rétribution des B&SE selon l'approche retenue (MAPAQ, 2005)



BIENS ET SERVICES ENVIRONNEMENTAUX EN AGRICULTURE POUR LA LUTTE ET L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Analyse et perspectives d'application au Québec

RÉSUMÉ

Les biens et services environnementaux (BSE) en agriculture réfèrent aux services rendus par les agriculteurs pour la société au travers de l'environnement. Ce concept manquant encore de clarté a néanmoins un rôle majeur à jouer dans la lutte et l'adaptation aux changements climatiques au Québec. Parmi l'éventail de BSE dans la littérature, 14 BSE ont été ciblés comme prioritaires pour l'étude : 3 BSE ont été retenus pour leur participation à la mitigation (réduction des gaz à effet de serre) et 11 pour l'adaptation. Une fois ces BSE ciblés, des pratiques agroenvironnementales susceptibles de les procurer leur ont été associées dans une grille d'analyse. Chacune des 43 pratiques ont été évaluées grâce à des experts lors d'entretiens semi-directifs en face-à-face, permettant de qualifier les impacts des pratiques sur les BSE de directs, indirects, nuls ou incertains. De cette grille sont ressorties 13 pratiques agroenvironnementales désignées comme prioritaires pour leur forte contribution à la fois à la mitigation et à l'adaptation. Une analyse des programmes au Canada, accessibles au Québec, ainsi que ceux mis en place dans la province, a permis de constater que le soutien de ces 13 pratiques est encore insuffisant et que bon nombre d'agriculteurs ne les appliquent pas. Sept de ces pratiques, comme la rotation ou la haie brise-vent, situées au niveau du seuil de référence relevant des bonnes pratiques, pourraient être intégrées à l'écoconditionnalité. Les six autres (pratiques agroforestières et de conservation), occasionnant des pertes de revenu, pourraient faire l'objet d'une rétribution pour les agriculteurs.

ABSTRACT

The environmental goods and services (EGS) in agriculture relate to services provided by farmers to society through the environment. This concept, which still needs to be clarified, has nonetheless a major role to play in climate change mitigation and adaptation in Quebec. Among a range of EGS in the literature, 14 EGS have been identified as priorities for the study: 3 EGS have been selected for their participation in mitigation (reducing greenhouse gas emissions) and 11 concerning adaptation. With these EGS targeted, agro-environmental practices likely to supply them have been associated in an analytical grid. Each of the 43 practices have been evaluated by experts during semi-structured face-to-face interviews, in order to qualify the impacts of practices on EGS as direct, indirect, uncertain or null. 13 agro-environmental practices from this grid were designated as priorities for their strong contribution to both mitigation and adaptation. An analysis of Canada's programs available in Quebec, as well as those established in the province, found that support for these 13 practices is still insufficient and that many farmers do not apply them. Seven of these practices, such as rotation or hedge windbreaks, situated at the threshold of reference relating to best practices, could be integrated into ecoconditionality. The other six practices (agroforestry and conservation), causing loss of income, could benefit from a compensation for farmers.

Emmanuelle HETSCH

Mémoire de fin d'études

Spécialisation : Agriculture et milieu rural

Avril à septembre 2010