

Analyse quantitative de

L'incidence des stratégies de gestion agricole

sur les indicateurs environnementaux



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

Canada

**ANALYSE QUANTITATIVE DE
L'INCIDENCE DES STRATÉGIES DE
GESTION AGRICOLE SUR
LES INDICATEURS
ENVIRONNEMENTAUX**

Janvier 2005

ANALYSE QUANTITATIVE DE L'INCIDENCE DES STRATÉGIES DE GESTION AGRICOLE SUR LES INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX

Équipe de projet :

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC)
Équipe de politiques et de la planification (ÉPP)
Équipe de l'environnement (ÉE)

Auteurs :

Lori Heigh (ÉPP)
Bruce Junkins (ÉPP)

Chargés de projet :

Robert J. MacGregor (ÉPP)
Bruce Junkins (ÉPP)

Analyse :

Bruce Junkins (ÉPP)	Ted Huffman (ÉE)
Ravinderpal Gill (ÉPP)	Jingyi Yang (ÉE)
Lori Heigh (ÉPP)	Laurens van Vliet (ÉE)
Jeremy Heigh (ÉPP)	Glenn Padbury (ÉE)
Marie Boehm (ÉE)	

Direction de la recherche et de l'analyse
Direction générale des politiques stratégiques
Agriculture et Agroalimentaire Canada

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2005

Tout point de vue exprimé, qu'il soit énoncé clairement, sous-entendu ou interprété à partir du contenu de la présente publication, ne reflète pas nécessairement la politique d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.

AAC ne contrôle pas l'accessibilité des sites Internet mentionnés dans le présent rapport. C'est pourquoi il ne peut être tenu responsable des hyperliens défectueux ou sans suite. Les liens vers les sites Web sont fournis aux utilisateurs uniquement pour des raisons de commodité. AAC ne cautionne pas ces sites et n'est pas responsable de l'exactitude, de l'actualité ni de la fiabilité du contenu. Les utilisateurs doivent savoir que les informations accessibles sur les sites qui ne relèvent pas du gouvernement du Canada ne sont pas assujetties à la Loi sur les langues officielles.

Vous pouvez obtenir une version électronique des publications de la Direction de la recherche et de l'analyse sur Internet, à l'adresse suivante : <http://aceis1.agr.gc.ca/spb/rad-dra>

Publication 40909709B
ISBN 0-662-78709-9
Catalogue A38-4/2-2005F-PDF
Project 03-126-r

Also available in English under the title:

« QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE IMPACT OF AGRICULTURAL MANAGEMENT STRATEGIES ON ENVIRONMENTAL INDICATORS »

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements	xi
Sigles et abréviations	xiii
Avant-propos	xv
Résumé	xvii
Section 1 : Introduction	1
1.1 Historique	1
1.2 Objectifs de l'analyse	2
1.3 Organisation du rapport	2
Section 2 : Présentation de la méthodologie	3
2.1 Modèle d'analyse régionale de l'agriculture du Canada	3
2.2 Liens entre le MARAC et les indicateurs agroenvironnementaux.....	3
2.3 Modèle d'indicateurs environnementaux	4
Section 3 : Établissement d'un point de référence pour 2008	9
Section 4 : Scénarios de gestion de l'environnement	11
4.1 Comparaison avec les mesures provinciales	12
4.2 Analyse des scénarios	13
Section 5 : Résultats de l'analyse combinée	25
5.1 Analyse combinée	25
5.2 Résultats.....	26
5.3 Résumé à l'échelle nationale	28
Section 6 : Résumé et limitations	31

Annexe A :	Hypothèses émises pour chacun des scénarios.....	35
Annexe B :	Tableau de concordances provinciales	47
Annexe C :	Résultats des modèles.....	49
Annexe D :	Résumés par province.....	61
	Colombie-Britannique	61
	Alberta.....	62
	Saskatchewan	62
	Manitoba.....	63
	Ontario.....	64
	Québec.....	65
	Nouveau-Brunswick.....	65
	île-du-Prince-Édouard	66
	Nouvelle-Écosse.....	67
	Terre-Neuve.....	67
Références	69

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Coefficients de piégeage du carbone.....	5
Tableau 2 :	Indicateurs appliqués à chaque scénario de gestion de l'environnement	12
Tableau 3 :	Résumé des scénarios de gestion pertinents, par province	25
Tableau 4 :	Variation du COS et variation nette du GES dans le scénario combiné.....	26
Tableau A.1 :	Hypothèses émises pour le scénario de l'adaptation de la quantité d'azote	35
Tableau A.2 :	Incidence de la réduction de l'application automnale sur l'usage de l'engrais et sur les coûts (scénario de l'adaptation de la quantité d'azote)	36
Tableau A.3 :	Hypothèses émises pour le scénario du semis direct.....	37
Tableau A.4 :	Hypothèses émises pour le scénario de la mise en jachère réduite	38
Tableau A.5 :	Hypothèses émises pour le scénario de la couverture végétale permanente	39
Tableau A.6 :	Hypothèses émises pour le scénario d'augmentation des cultures fourragères dans la rotation des cultures	40
Tableau A.7 :	Hypothèses émises pour le scénario de la création de terrasses ...	41
Tableau A.8 :	Hypothèses émises pour le scénario de pâturage : Paissance complémentaire	42
Tableau A.9 :	Hypothèses émises pour le scénario de pâturages : Pâturages en rotation	43
Tableau A.10 :	Hypothèses émises pour le scénario de l'alimentation combinée.	44
Tableau A.11 :	Hypothèses émises pour le scénario de boisement	45
Tableau B.1 :	Concordance des cibles environnementales provinciales par objectif principal du CSA et analyse d'objectifs d'AAC.....	47

Tableau C.1 :	Indicateurs agroenvironnementales et résultats du MARAC – Référence pour 1996, 2001 et 2008	49
Tableau C.2 :	Vente d’engrais : Contenu en azote pour 1996, 2001 et 2008 (tonnes)	50
Tableau C.3 :	Taux d’adoption de la méthode de semis direct pour 1996, 2001 et 2008	50
Tableau C.4 :	Résultats des indicateurs agroenvironnementaux et du MARAC d’après la base de la référence 2008	51
Tableau C.5 :	Adaptation de la quantité d’azote : Variation en % selon les types de terres, les principaux types de bétail et les IAE pour des taux d’adoption faibles, moyens et élevés	52
Tableau C.6 :	Usage accru de la méthode du semis direct : Variation en % selon les types de terres, les principaux types de bétail et les IAE pour des taux d’adoption faibles, moyens et élevés	53
Tableau C.7 :	Usage réduit de la mise en jachère : Variation en % selon les types de terres, les principaux types de bétail et les IAE pour des taux d’adoption faibles, moyens et élevés	54
Tableau C.8 :	Couverture végétale permanente : Variation en % selon les types de terres, les principaux types de bétail et les IAE pour des taux d’adoption faibles, moyens et élevés	55
Tableau C.9 :	Usage accru des cultures fourragères en rotation : Variation en % selon les types de terres, les principaux types de bétail et les IAE pour des taux d’adoption faibles, moyens et élevés	56
Tableau C.10 :	Gestion des pâturages : Variation en % selon les types de terres, les principaux types de bétail et les IAE pour des taux d’adoption faibles, moyens et élevés	57
Tableau C.11 :	Stratégies d’alimentation combinées : Variation en % selon les types de terres, les principaux types de bétail et les IAE pour des taux d’adoption faibles, moyens et élevés	58
Tableau C.12 :	Agroforesterie : Variation en % selon les types de terres, les principaux types de bétail et les IAE pour des taux d’adoption faibles, moyens et élevés	59
Tableau C.13 :	Scénario combiné : Variation en % selon les types de terres, les principaux types de bétail et les IAE pour des taux d’adoption faibles, moyens et élevés	60

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Variation en % des émissions de GES résultant d'une meilleure adaptation de la quantité d'azote	13
Figure 2 :	Variation en % des indicateurs de l'azote résultant d'une meilleure adaptation de la quantité d'azote	13
Figure 3 :	Variation en % des émissions de GES résultant d'un usage accru du travail de conservation du sol.....	15
Figure 4 :	Variation en % des indicateurs RÉÉ et RÉH résultant d'un usage accru du travail de conservation du sol	15
Figure 5 :	Variation en % des émissions de GES résultant d'un usage réduit de la mise en jachère.....	16
Figure 6 :	Variation en % de l'indicateur ARS résultant d'un usage réduit de la mise en jachère.....	16
Figure 7 :	Variation en % des indicateurs RÉH et RÉÉ résultant d'une diminution de la mise en jachère	16
Figure 8 :	Variation en % de l'indicateur DH résultant d'une diminution de la mise en jachère	17
Figure 9 :	Variation en % des émissions de GES résultant d'un usage accru de la couverture végétale permanente.....	17
Figure 10 :	Variation en % de l'IRCEA et de l'ARS résultant d'un usage accru de la couverture végétale permanente.....	18
Figure 11 :	Variation en % des indicateurs RÉÉ et RÉH résultant d'un usage accru de la couverture végétale permanente	18
Figure 12 :	Variation en % de l'indicateur DH résultant d'un usage de la couverture végétale permanente	18
Figure 13 :	Variation en % des émissions de GES résultant d'un usage accru de cultures fourragères en rotation	19
Figure 14 :	Variation en % des indicateurs IRCEA et ARS résultant d'un usage accru de cultures fourragères en rotation.....	19
Figure 15 :	Variation en % des indicateurs RÉH et RÉÉ résultant d'un usage accru de cultures fourragères en rotation.....	19
Figure 16 :	Variation en % de l'indicateur DH résultant d'un usage accru de cultures fourragères en rotation	20

Figure 17 :	Variation en % des émissions de GES résultant de l'utilisation des stratégies de gestion des pâturages.....	21
Figure 18 :	Variation en % de l'IRCEA et de l'ARS résultant de l'utilisation des stratégies de gestion des pâturages.....	21
Figure 19 :	Variation en % des indicateurs RÉH et RÉÉ résultant de l'utilisation des stratégies de gestion des pâturages	21
Figure 20 :	Variation en % des émissions de GES résultant de l'utilisation des stratégies d'alimentation combinées	22
Figure 21 :	Variation en % de l'IRCEA et de l'ARS résultant de l'utilisation des stratégies d'alimentation combinées	22
Figure 22 :	Variation en % des émissions de GES résultant du boisement	23
Figure 23 :	Variation en % de l'indicateur DH résultant du boisement	23
Figure 24 :	Variation en % des émissions de GES dans l'analyse combinée	27
Figure 25 :	Variation en % des indicateurs IRCEA et ARS dans l'analyse combinée	27
Figure 26 :	Variation en % des indicateurs RÉÉ et RÉH dans l'analyse combinée.....	27
Figure 27 :	Variation en % de l'indicateur DH dans l'analyse combinée	28
Figure 28 :	Résumé à l'échelle nationale de la variation en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail à partir de la référence MSQ 2008 pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés	28
Figure 29 :	Résumé à l'échelle nationale de la variation en % des IAE à partir de la référence MSQ 2008 pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés	28
Figure D.1 :	Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail en Colombie-Britannique pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés.....	61
Figure D.2 :	Résumé des variations en % des IAE en Colombie-Britannique pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés	61
Figure D.3 :	Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail en Alberta pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés.....	62
Figure D.4 :	Résumé des variations en % des IAE en Alberta pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés	62
Figure D.5 :	Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail en Saskatchewan pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés	63
Figure D.6 :	Résumé des variations en % des IAE en Saskatchewan pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés.....	63
Figure D.7 :	Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail au Manitoba pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés.....	63

Figure D.8 :	Résumé des variations en % des IAE au Manitoba pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés	64
Figure D.9 :	Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail en Ontario pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés	64
Figure D.10 :	Résumé des variations en % des IAE en Ontario pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés	64
Figure D.11 :	Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail au Québec pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés	65
Figure D.12 :	Résumé des variations en % des IAE au Québec pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés	65
Figure D.13 :	Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail au Nouveau-Brunswick pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés	65
Figure D.14 :	Résumé des variations en % des IAE au Nouveau-Brunswick pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés	66
Figure D.15 :	Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail à l'Île-du-Prince-Édouard pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés	66
Figure D.16 :	Résumé des variations en % des IAE à l'Île-du-Prince-Édouard pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés	66
Figure D.17 :	Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail en Nouvelle-Écosse pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés	67
Figure D.18 :	Résumé des variations en % des IAE en Nouvelle-Écosse pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés	67
Figure D.19 :	Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail à Terre-Neuve pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés	67
Figure D.20 :	Résumé des variations en % des IAE à Terre-Neuve pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés	68

REMERCIEMENTS

Cette étude a bénéficié de l'apport d'un certain nombre de personnes et d'organismes. Les auteurs souhaitent remercier les personnes et organismes suivants pour leur contribution :

Organismes

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC)

- Équipe des politiques et de la planification (ÉPP)
- Équipe de l'environnement (ÉE)

Groupe de travail fédéral et provincial du CSA sur l'environnement (GTFP)

Personnes

- Margaret Zafiriou (ÉPP), Herb Rees (ÉE), Al Hamill (ÉE), Dean Smith (ÉE) et Bob Turnock (ÉE), pour avoir aidé à définir les scénarios à soumettre à l'analyse et avoir apporté leurs commentaires à diverses étapes de la rédaction de ce rapport
- Terry McRae (ÉE) et Carrie Spencer (ÉE), pour avoir coordonné les discussions entre l'équipe d'analyse et le GTFP
- Plusieurs membres du GTFP, pour leurs commentaires et suggestions sur les scénarios, les hypothèses et les résultats
- Ted Weins (ÉE), pour ses suggestions concernant l'indicateur de disponibilité de l'habitat
- Julie Smith (ÉPP), pour ses commentaires éditoriaux

ACRONYMS

AAC	Agriculture et Agroalimentaire Canada
ARS	Azote résiduel
C	Carbone
CH₄	Méthane
CO₂	Dioxyde de carbone
COS	Carbone organique du sol
CSA	Cadre stratégique pour l'agriculture
DH	Disponibilité de l'habitat
GES	Gaz à effet de serre
GIÉC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
IAE	Indicateur agroenvironnemental
IRCEA	Indicateur de risque de contamination de l'eau par l'azote
K	Potassium
MARAC	Modèle d'analyse régionale de l'agriculture du Canada
MAUT	Modèle d'affectation d'utilisation des terres
MCPEEA	Modèle canadien de planification économique et d'émissions pour l'agriculture
MSQ	Maintien du statu quo
N	Azote
N₂O	Oxyde d'azote
PGB	Pratiques de gestion bénéfiques
PNARSA	Programme national d'analyse et de rapport en matière de santé agroenvironnementale
PPC	Polygone des pédopaysages du Canada
RÉÉ	Risque d'érosion éolienne
RÉH	Risque d'érosion hydrique
RUSLE-CAN	Équation universelle des pertes en terre révisée pour l'application au Canada
SCF	Forêts Canada
UTCUTF	Utilisation des terres, changement d'utilisation des terres et foresterie

AVANT-PROPOS

Comme l'industrie agricole canadienne contribue pour beaucoup au bien-être social, économique et écologique du pays, le développement durable de ce secteur revêt de l'importance aux yeux de tous les Canadiens. L'attention portée au développement d'une agriculture durable va croissant au Canada et les gouvernements ont réagi en élargissant la portée de la politique agricole, de manière à ce qu'elle couvre les questions environnementales et sociales.

Établi en juin 2001, le Cadre stratégique pour l'agriculture (CSA) constitue une initiative conjointe des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada. En l'adoptant, les ministres de l'Agriculture se sont engagés à résoudre les difficultés auxquelles le secteur est confronté en élaborant conjointement une politique agricole globale et intégrée qui mettrait à la disposition des producteurs les outils nécessaires pour qu'ils s'attaquent à ces questions, livrent une concurrence serrée et saisissent les occasions qui s'offrent à eux dans les domaines de la science, de la salubrité des aliments et de la gestion de l'environnement. Les ministres ont également demandé que des objectifs et des cibles mesurables soient spécifiés pour le volet environnement.

La présente étude utilise un système intégré de modélisation économique-environnementale qui a pour but de fournir des estimations quantitatives qui ont servi à établir des cibles environnementales provinciales spécifiées dans le mandat du CSA. L'analyse a été réalisée grâce aux efforts conjoints de spécialistes des sciences physiques du ministère, d'économistes et d'analystes des politiques. Cette approche permet de modéliser les répercussions de la production agricole et de l'adoption des pratiques de gestion bénéfiques (PGB) sur l'environnement canadien. L'analyse quantifie l'incidence de diverses pratiques de gestion sur la qualité de l'air, du sol et de l'eau et sur la biodiversité au moyen d'indicateurs mesurables et significatifs. Elle aide également à définir des cibles environnementales adéquates en fournissant un aperçu des résultats qu'il serait possible d'obtenir si l'on adoptait des pratiques de gestion de l'environnement.

Ces résultats ont permis aux décideurs de déterminer les niveaux d'amélioration environnementale qu'il est possible d'atteindre, ainsi que les options permettant d'atteindre ces cibles environnementales. La présente analyse quantitative a fourni à Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) et aux gouvernements provinciaux une base pour discuter de l'intégration de cibles environnementales particulières dans les accords bilatéraux de mise en œuvre du CSA.

Cette étude repose sur des indicateurs agroenvironnementaux et des capacités intégrées de modélisation dont nous disposons déjà. Les limites de ces outils d'analyse et des résultats qu'ils produisent nous sont connues. AAC poursuivra les travaux qu'il a entrepris dans le cadre du Programme national d'analyse et de rapport en matière de santé agroenvironnementale (PNARSA) en vue d'améliorer les indicateurs et les capacités de modélisation décrits dans cette étude et d'appliquer ces outils d'analyse à l'élaboration de politiques, à la gestion des performances, à l'évaluation de programmes et à la présentation de rapports destinés au public. Les travaux futurs se concentreront sur les trois secteurs suivants : affinement de la technologie et des données relatives aux indicateurs agroenvironnementaux actuels et élaboration de nouveaux indicateurs qui permettront d'analyser d'autres variables importantes; amélioration des modèles économiques et de leurs liens avec les modèles d'indicateurs environnementaux; édification d'une capacité de comprendre et de quantifier les coûts et les avantages économiques des changements environnementaux attribuables à l'agriculture. Il faudra revoir l'analyse présentée dans l'étude à mesure que les données et les modèles seront améliorés au cours du processus du PNARSA, et rajuster les cibles environnementales provinciales en conséquence.

Les progrès que l'on propose d'accomplir dans les méthodologies se traduiront par des avantages stratégiques. Il sera alors possible de broser un tableau plus précis des changements qu'il faudra apporter dans les pratiques de gestion pour réaliser les objectifs établis. Ces progrès nous permettront également d'élaborer des options pour revoir les objectifs fixés dans les accords de mise en œuvre déjà en vigueur au fur et à mesure que nous avançons dans l'échéancier du CSA.

R É S U M É

En juin 2001, les ministres fédéral, provinciaux et territoriaux de l'agriculture se sont rencontrés à Whitehorse, au Yukon, dans le but de conclure un accord de principe sur un nouveau cadre stratégique pour l'agriculture et un plan d'action à long terme qui seraient en mesure de sortir ce secteur d'un état de gestion de crises pour le faire un chef de file mondial en matière de sécurité alimentaire, d'innovation et de production soucieuse de l'environnement. Ce cadre détermine cinq secteurs prioritaires : salubrité et qualité des aliments, environnement, science et innovation, renouveau et gestion des risques de l'entreprise. Au cours des cinq prochaines années (jusqu'en 2007), nous élaborerons des politiques couvrant ces secteurs clés.

Selon les éléments principaux de l'accord de Whitehorse :

« ...les ministres conviennent de travailler à mettre au point un plan complet de mesures environnementales accélérées couvrant l'ensemble des exploitations agricoles canadiennes. Ce plan aidera à réaliser des objectifs quantifiables et significatifs en matière d'environnement dans les domaines de la qualité de l'eau, de l'air et du sol et de la biodiversité. Les ministres chercheront à s'entendre sur des indicateurs, des cibles, des échéanciers et des approches. »

L'accord relatif au Cadre stratégique pour l'agriculture (CSA), qui comprend des buts et des objectifs environnementaux très précis, a été entériné par la plupart des provinces à Halifax en 2002. Les buts mentionnés étaient liés aux ressources hydriques, à la qualité de l'air, à la santé des sols, aux ressources et services biologiques ainsi qu'à la gestion agroenvironnementale. Des cibles et des mesures quantitatives précises ont été établies dans les accords de mise en œuvre bilatéraux qui ont été approuvés par les provinces pendant l'été et l'automne 2003.

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) a mené une analyse quantitative dans le but d'aider les ministres fédéral, provinciaux et territoriaux à conclure une entente sur les indicateurs, les cibles et les façons de faire. Les résultats analytiques de la présente étude ont servi à étayer l'élaboration des buts et objectifs quantitatifs visant les résultats qui ont été incorporés dans les accords de mise en œuvre.

Pour réaliser cette analyse, nous avons utilisé divers modèles économiques, scientifiquement fondés, afin de chiffrer l'impact des changements des pratiques agricoles sur la production, l'utilisation des terres et les indicateurs agroenvironnementaux (IAE), tels qu'ils sont présentés dans le volet environnement du CSA. Le présent rapport

résume l'analyse effectuée par AAC et décrit l'incidence sur la performance environnementale telle que mesurée par les indicateurs relatifs à la qualité de l'eau, de l'air et du sol, ainsi qu'à la biodiversité.

Avant de procéder à l'analyse, un groupe d'experts composé de scientifiques, de décideurs et de modélisateurs s'est réuni pour étudier différentes manières de fournir des commentaires au sujet du processus de prise de décisions fédéral-provincial concernant les cibles et les mesures. Après avoir examiné différents outils, objectifs et ressources, ce groupe a mis au point neuf scénarios de gestion de l'environnement qui allaient permettre d'analyser l'incidence de diverses pratiques agricoles sur la gestion des éléments nutritifs du sol ainsi que la gestion des sols, des pâturages, de l'alimentation du bétail et du boisement.

Le choix des scénarios s'est fait en fonction des critères suivants :

- validité des scénarios par rapport aux objectifs environnementaux établis par le CSA;
- possibilité de mesure, application et possibilité d'adaptation aux modèles existants;
- niveau de priorité dans le milieu agricole;
- faisabilité.

Les neuf scénarios de gestion environnementale choisis sont :

- Gestion des éléments nutritifs des sols : meilleure adaptation de la quantité d'azote aux besoins des cultures
- Pratiques de gestion des sols : usage accru du semis direct
- Pratiques de gestion des sols : réduction de la mise en jachère
- Pratiques de gestion des sols : programme de couverture végétale permanente
- Pratiques de gestion des sols : usage accru des cultures fourragères dans la rotation des cultures
- Pratiques de gestion des sols : création de terrasses
- Gestion des pâturages : paissance complémentaire et paissance en rotation
- Stratégies d'alimentation combinées
- Boisement : usage accru des plantations sur les terres agricoles

L'analyse quantitative a été réalisée en combinant un modèle économique avec sept modèles d'IAE existants. Les modèles d'IAE indiquent les effets des différentes stratégies de gestion agricole sur l'environnement du Canada, plus spécifiquement sur l'air, les sols, l'eau et la biodiversité. L'impact de chaque scénario de gestion de l'environnement sur les IAE a été déterminé séparément et les effets individuels ont ensuite été réunis afin de présenter l'impact total de l'ensemble des scénarios. Comme on ne savait pas si les répercussions des scénarios s'additionnaient, nous avons mené une analyse combinée pour tenir compte de toutes les interactions possibles entre les scénarios. Une comparaison entre le bilan des scénarios individuels et le bilan des scénarios combinés a révélé que les résultats étaient essentiellement additifs.

Dans l'ensemble, les résultats de la présente analyse montrent que les scénarios de gestion de l'environnement ont un impact souhaitable sur les IAE. La réduction des gaz à effet de serre (GES) entraîne une améliora-

tion de 20 % (12,2 Mt d'équivalent CO₂) de la qualité de l'air par rapport aux niveaux de référence. L'amélioration de la qualité des sols est marquée par une réduction de l'azote résiduel et des risques d'érosion éolienne et hydrique. L'azote résiduel diminue de 11 %, et la réduction du risque d'érosion éolienne et hydrique varie selon les provinces. La biodiversité, sous la forme de disponibilité de l'habitat, s'améliore de 6 % dans tout le Canada. Pour que les résultats soient sensibles, ils ont été générés en fonction de trois niveaux d'adoption de pratiques de gestion bénéfiques.

Selon l'accord du CSA, les ministres s'engagent à : « réaliser des objectifs quantifiables et significatifs en matière d'environnement dans les domaines de la qualité de l'eau, de l'air et du sol ». La présente analyse montre comment nous pouvons mesurer les répercussions des pratiques agricoles sur l'environnement. Ce type d'analyse est donc utile au processus du CSA pour deux raisons. Premièrement, elle quantifie l'impact de diverses pratiques de gestion sur la qualité de l'eau, de l'air et du sol ainsi que sur la biodiversité au moyen d'indicateurs mesurables et significatifs. Deuxièmement, elle aide à déterminer des cibles environnementales pertinentes en fournissant un aperçu des résultats qu'il serait possible d'obtenir si l'on adoptait des pratiques de gestion de l'environnement.

L'évaluation quantitative des répercussions économiques des scénarios de gestion de l'environnement sur la production agricole n'est pas incluse dans la présente étude en raison de contraintes de temps et d'un manque d'information économique pertinente. L'application du modèle économique au scénario a permis d'obtenir une estimation des marges nettes des producteurs, mais ces données devront être complétées à l'aide des résultats d'autres études. De toute évidence, il est crucial d'obtenir de l'information sur les coûts et les avantages des diverses pratiques de gestion de l'environnement si l'on veut élaborer des politiques; par conséquent, il faudra recueillir ce genre d'information dans le cadre de travaux ultérieurs.

SECTION 1

INTRODUCTION

1.1 Historique

En juin 2001, les ministres fédéral, provinciaux et territoriaux de l'agriculture se sont rencontrés à Whitehorse, au Yukon, dans le but de conclure un accord de principe sur un nouveau cadre stratégique pour l'agriculture et un plan d'action à long terme qui seraient en mesure de sortir ce secteur d'une situation de gestion de crises pour en faire le chef de file mondial en matière de sécurité alimentaire, d'innovation et de production soucieuse de l'environnement. Cet accord détermine cinq secteurs prioritaires : salubrité et qualité des aliments, environnement, science et innovation, renouvellement et gestion des risques de l'entreprise. Des objectifs, des principes, un plan d'action et les étapes futures seront élaborés pour chaque secteur clé et ces éléments contribueront à l'élaboration des principes directeurs au cours des cinq prochaines années (jusqu'en 2007).

Selon les éléments principaux de l'accord de Whitehorse :

« ...les ministres conviennent de travailler à mettre au point un plan complet de mesures environnementales accélérées couvrant l'ensemble des exploitations agricoles canadiennes. Ce plan aidera à réaliser des objectifs quantifiables et significatifs en matière d'environnement dans les domaines de la qualité de l'eau, de l'air et du sol et de la biodiversité. Les ministres chercheront à s'entendre sur des indicateurs, des cibles, des échéanciers et des approches. »

L'élaboration et la mise en œuvre de l'accord impliquent une capacité d'analyse qui aiderait à définir les cibles et les objectifs environnementaux et des indicateurs pour mesurer les progrès réalisés dans notre démarche pour atteindre ces objectifs. En collaboration avec les provinces, le gouvernement fédéral s'est efforcé de définir des méthodes et des cibles en matière de gestion des exploitations agricoles et de l'environnement pour pouvoir ensuite les mettre en œuvre de façon à atteindre ces objectifs. L'accord du Cadre stratégique pour l'agriculture (CSA), qui comprend des buts et des objectifs environnementaux précis, a été entériné par la plupart des provinces à Halifax en 2002. Ces buts sont liés, entre autres, aux ressources hydrique, à la qualité de l'air, à la santé des sols, aux ressources et services biologiques, ainsi qu'à la gestion agroenvironnementale.

Les accords de mise en œuvre bilatéraux, qui ont été approuvés par les provinces pendant l'été et l'automne 2003, énoncent des cibles et des mesures quantitatives précises. L'analyse quantitative décrite dans ce rapport a étayé l'élaboration de buts et d'objectifs environnementaux liés aux résultats de plus en plus détaillés.

Le présent travail s'appuie sur les analyses déjà réalisées durant les travaux de la Table de concertation sur les changements climatiques d'AAC. Des représentants des gouvernements fédéral et provinciaux, de groupes industriels et du milieu universitaire ont collaboré à la réalisation d'estimations nationales et

régionales des réductions éventuelles d'émissions de gaz à effet de serre (GES), ainsi que des coûts correspondant à divers scénarios de réduction de ces émissions qui pourraient être concrétisés dans le secteur agricole. Plusieurs de ces scénarios sont parfois utilisés conjointement dans la présente analyse, puisque ainsi, ils sont susceptibles d'améliorer davantage la qualité des sols, de l'air et de l'eau, ainsi que la biodiversité.

1.2 Objectifs de l'analyse

- Fournir une analyse quantitative scientifiquement fondée ayant pour but d'aider les gouvernements à atteindre les objectifs environnementaux décrits dans le volet environnement du CSA.
- Mettre au point un modèle d'analyse d'évaluation environnementale convenant au secteur agricole.

1.3 Organisation du rapport

Ce rapport se divise en huit sections. La section 2 décrit les modèles d'indicateurs économiques et environnementaux utilisés dans l'analyse. La section 3 aborde brièvement la référence qui a été utilisée dans les scénarios de comparaison. La section 4 présente une vue d'ensemble des résultats des scénarios et modèles de gestion de l'environnement, et ce pour chaque scénario. La section 5 résume les résultats du scénario combiné. La section 6 contient un court résumé et met en évidence certaines des principales limitations du rapport. Les deux dernières sections renferment les références bibliographiques et les annexes présentant les hypothèses émises pour chacun des scénarios, un tableau de concordances provinciales, les résultats détaillés des scénarios et le résumé des résultats par province.

SECTION 2

PRÉSENTATION DE LA MÉTHODOLOGIE

Le milieu agricole interagit avec un large éventail de facteurs sociaux économiques et environnementaux. Ces facteurs sont inextricablement reliés les uns aux autres, et ensemble, ils donnent naissance à des forces motrices diverses qui influencent la nature et l'orientation de la production agricole. Afin d'améliorer notre compréhension de ces relations, nous avons mené une analyse quantitative qui intègre un modèle économique à sept modèles préexistants d'indicateurs agroenvironnementaux (IAE). Les IAE indiquent comment les différentes stratégies de gestion agricole influent sur l'environnement au Canada, en particulier sur l'air, les sols, l'eau et la biodiversité. Cette section décrit brièvement ces modèles et certaines des principales hypothèses.

2.1 Modèle d'analyse régionale de l'agriculture du Canada

Le modèle économique utilisé dans le cadre de la présente étude est le Modèle d'analyse régionale de l'agriculture du Canada (MARAC), un outil d'analyse stratégique utilisé depuis longtemps au Canada. Le MARAC est un modèle d'équilibre sectoriel qui a été construit pour l'agriculture canadienne et dont les données sont désagrégées par catégorie de produits et par région (Horner, et coll. 1992). C'est un modèle statique d'optimisation non linéaire qui maximise le surplus du producteur majoré de celui du consommateur. Il porte sur les grandes catégories de produits suivantes : céréales et oléagineux, cultures fourragères, bœuf, porc, produits laitiers et volaille (l'horticulture est exclue). Les éléments spatiaux du modèle incluent les productions animales et végétales à l'échelle provinciale, sauf pour les productions végétales des trois provinces des Prairies, où le modèle distingue 22 régions agricoles basées sur les limites des districts agricoles établies dans le Recensement de l'agriculture. La réaction de l'offre est déterminée par la rentabilité relative des cultures alternatives. Ce modèle prévoit le commerce des produits primaires et transformés, entre les provinces et l'échelle internationale. Les politiques publiques interviennent directement par l'entremise de paiements gouvernementaux, et indirectement par des mesures telles que la gestion des approvisionnements et l'allocation de subventions pour les intrants. Le MARAC peut permettre d'évaluer l'incidence des modifications apportées dans les domaines de la technologie, des programmes et politiques publiques ou des conditions du marché sur l'attribution des ressources dans diverses entreprises. L'analyse est réalisée en comparant les niveaux d'activité prévus dans un scénario avec ceux présentés dans la version de référence du MARAC.

2.2 Liens entre le MARAC et les indicateurs agroenvironnementaux

Au cours des dernières années, un certain nombre d'indicateurs agroenvironnementaux (IAE) ont été élaborés pour le secteur agricole (McRae et coll., 2000). Bien que ces indicateurs soient utiles pour effectuer le suivi des performances environnementales sur de longues périodes, nous avons besoin de modèles de prévision qui permettent d'évaluer objectivement les effets que les modifications que nous apportons aujourd'hui à nos orientations auront sur le futur. Cette capacité de prédiction a été mise au

point en établissant des liens entre le modèle économique (MARAC) et les modèles d'IAE. Ce type d'analyse comporte d'importantes implications régionales, car les impacts environnementaux varient selon les conditions locales telles que le climat, la nature du sol et le paysage terrestre. Les scénarios stratégiques sont mis en œuvre en reliant aux IAE les niveaux de production culturelle et animale générés par le MARAC et en évaluant les variations des indicateurs environnementaux d'après les données de référence. La section suivante décrit brièvement les IAE qui ont été associés au MARAC pour réaliser l'analyse.

2.3 Modèles d'indicateurs environnementaux

2.3.1 Émissions de GES

Les émissions de GES sont évaluées à l'aide du Modèle canadien de planification économique et d'émissions pour l'agriculture (MCPEEA) (Kulshreshtha et coll., 2002). Le MCPEEA consiste en un module traitant des GES qui associe les données du MARAC aux coefficients de GES pour évaluer les taux d'émission de dioxyde de carbone (CO₂), de méthane (CH₄) et d'oxyde d'azote (N₂O). Le total des émissions est calculé à partir d'un équivalent CO₂ basé sur des facteurs de conversion du potentiel de réchauffement du globe sur une période de 100 ans, qui sont de 21 pour le méthane et de 310 pour l'oxyde d'azote. Ce modèle utilise les niveaux d'émissions de GES tels que déterminés à l'aide des connaissances scientifiques actuelles pour évaluer les émissions totales provenant de l'agriculture primaire. Afin de fournir un indicateur complet pour les systèmes agricoles, les calculs tiennent compte de toutes les sources dont dispose le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIÉC) concernant le secteur agricole; à quoi s'ajoutent les données des puits du secteur de l'utilisation des terres, du changement d'utilisation des terres et de la foresterie (UTCUTF), ainsi que le taux d'utilisation des carburants par le producteur agricole, (fourni par le secteur des transports.) On privilégie une approche systémique qui tient compte tant des émissions directes qu'indirectes provenant des trois sources principales de GES. Il est important de procéder ainsi, car les scénarios visant à augmenter le piégeage du carbone dans le sol peuvent entraîner une augmentation d'émission des autres gaz; il faut par conséquent évaluer l'impact net des scénarios.

2.3.2 Carbone organique du sol

Le carbone organique du sol (COS) d'origine agricole contribue à entretenir la santé des sols et est capable d'absorber le carbone présent dans l'atmosphère, aidant ainsi à réduire les émissions nettes de gaz à effet de serre associées aux pratiques agricoles. Le taux de carbone organique présent dans les sols agricoles est égal à la différence entre la quantité de carbone ajoutée dans le sol (sous forme de résidus végétaux, de fumier, de boues d'épuration) et la quantité perdue (par la respiration, la minéralisation ou l'érosion). Certaines pratiques de gestion agricole, telles que les cultures en semis direct et l'inclusion de cultures fourragères dans la rotation des cultures produisent davantage de carbone dans les sols agricoles. D'autres pratiques, comme la jachère continue, réduisent les quantités de carbone dans le sol.

Les quantités présentes de COS d'origine agricole et leurs variations sont évaluées à l'aide du MCPEEA en utilisant une combinaison du modèle *Century* et de coefficients basés sur des données empiriques recueillies par des spécialistes (tableau 1). Le modèle *Century* est un modèle de simulation par ordinateur de la dynamique des matières organiques dans le sol. Il utilise des relations simplifiées entre les interactions sol-plantes-climat pour décrire la dynamique du carbone et de l'azote du sol dans les prairies, les terres cultivées, les forêts et les savanes. Il simule la production de végétaux hors terre et dans le sol en fonction de la température du sol, de la quantité d'eau présente et de la disponibilité des éléments nutritifs. Ce modèle a été évalué de manière approfondie avec diverses pratiques pédologiques, climatiques et agricoles : la plantation forestière, l'application d'engrais, le labourage, le pâturage et l'ajout de matière organique. Le modèle *Century* a été testé dans l'Est et l'Ouest canadiens, aux États-Unis, en Europe du Nord et sous des climats tropicaux.

Tableau 1 : Coefficients de piégeage du carbone (Mg CO₂ ha⁻¹ an⁻¹)

Activité	Zones de sol des Prairies			Hors des Prairies
	Brun	Brun foncé	Noir	
Adoption du semis direct	-0,73	-0,73	-1,34	-0,54
Jachère réduite	-0,15	-0,16	-0,08	–
Augmentation des cultures fourragères en rotation		-0,94	-2,44	-2,44
Couverture végétale permanente	-0,88	-1,15	-3,3	-3,3

Commentaires :

1. Les coefficients apparaissant en gras proviennent de données empiriques (McConkey et coll., 1999).
2. Les autres coefficients ont été obtenus à l'aide du modèle *Century* (Smith et coll., 2000).

Dans les Prairies, où l'on effectue depuis longtemps des recherches sur le carbone organique du sol en se basant sur des protocoles scientifiques d'échantillonnage et de mesure bien établis, les taux de piégeage du carbone tirés du modèle *Century* et associés à des pratiques de gestion telles que le semis direct et l'élimination de la jachère ont été remplacés par des coefficients fournis par des spécialistes et dérivés empiriquement des résultats d'un certain nombre de recherches. Les chercheurs continuent de valider le modèle *Century* et de vérifier ses prévisions relatives à la teneur en carbone organique du sol (COS) pour l'adoption de pratiques de gestion agricole impliquant le piégeage du carbone.

2.3.3 Azote résiduel

L'indicateur d'azote résiduel (ARS) est une mesure de la quantité d'azote restant dans le champ après la récolte (McRae et coll., 2000, p.162-163). C'est la différence entre la quantité d'azote de toutes origines servant à nourrir la nouvelle culture et la quantité maximale d'azote retirée au moment de la récolte, dans des conditions normales. L'azote nécessaire à la culture est la quantité recommandée pour obtenir une production économiquement optimale.

L'indicateur est calculé :

- en évaluant la quantité d'azote provenant des trois principales sources agricoles d'azote, qui sont : l'engrais minéral, le fumier animal et l'azote fixé par les légumineuses. Dans les régions semi-arides, l'azote provient aussi des résidus des cultures et de la minéralisation de l'azote du sol durant les périodes de jachère;
- en évaluant la quantité d'azote retirée avec la culture récoltée sur la base d'une combinaison de niveaux recommandés et de tableaux de normes sur les portions retranchées durant les récoltes;
- en calculant la différence entre ces deux quantités afin d'obtenir une valeur d'azote résiduel.

Les niveaux d'azote ont été déterminés à partir des taux recommandés d'application d'engrais plutôt qu'à partir des rendements des cultures afin de refléter la situation réelle dans laquelle se trouvent les agriculteurs lorsqu'ils doivent décider, tôt en saison, la quantité d'azote à appliquer. Les méthodes de gestion ne permettent d'exercer qu'un contrôle partiel sur le rendement des cultures; les conditions climatiques incontrôlables exercent une influence majeure pendant la croissance. Quand la quantité d'azote disponible est inférieure ou égale à celle qui est recommandée pour les cultures, le taux d'azote restant par rapport à l'azote utilisable correspond aux données publiées couramment et reflète la capacité générale de la culture à utiliser cet élément. Lorsqu'il y a trop d'azote, ce taux augmente.

Cet indicateur lui-même ne donne pas d'information sur les impacts environnementaux des divers niveaux d'ARS dans différents contextes agricoles. Un surplus d'azote peut constituer un risque pour

l'environnement, mais ce risque dépend également d'autres facteurs tels que le type de sol et les conditions climatiques. Par exemple, le déplacement de l'azote de la ferme à l'environnement dépend de l'écoulement de l'eau. Dans les régions sèches de l'intérieur de la Colombie-Britannique et des Prairies, le mouvement de l'azote dans l'eau est limité et se produit surtout durant les orages et les périodes de fort ruissellement. Les risques environnementaux causés par la présence d'ARS dans le sol sont plus grands dans les régions humides du pays, comme le Centre et l'Est du Canada. Donc, l'ARS a aussi servi à évaluer l'indicateur que nous allons maintenant examiner : le risque de contamination de l'eau par l'azote.

2.3.4 Risque de contamination de l'eau par l'azote

La contamination de l'eau par l'azote provenant des fermes constitue une problématique environnementale importante pour le secteur de l'agriculture. Le potentiel de contamination de l'eau par l'azote d'origine agricole sous forme de nitrates dépend directement de deux facteurs : le mouvement de l'eau provenant des fermes, par écoulement superficiel ou par infiltration à travers le profil pédologique jusqu'aux eaux souterraines, et la quantité d'azote résiduel utilisable. Le modèle d'indicateur du risque de contamination de l'eau par l'azote (IRCEA) mesure le risque de contamination de l'eau par l'azote provenant des terres agricoles (McRae et coll., 2000, p.118). Cet indicateur est basé sur des estimations de la concentration potentielle d'azote sous forme de nitrates dans l'eau provenant des terres agricoles.

La concentration potentielle d'azote dans l'eau provenant des terres agricoles est déterminée en divisant la quantité d'azote par la quantité d'eau disponible pour diluer cet azote (appelée excès d'eau). La quantité d'azote susceptible de provenir des terres agricoles, ou azote résiduel, a été calculée tel que décrit précédemment pour l'indicateur d'azote résiduel.

La quantité d'eau susceptible de quitter les terres agricoles a été calculée en divisant un bilan d'humidité basé sur les précipitations moyennes sur 30 ans (gain hydrique) et le potentiel d'évapotranspiration (perte hydrique). La différence entre ces deux valeurs a constitué à évaluer le gain ou le déficit hydrique. La capacité du sol à conserver l'eau disponible était un facteur important du bilan hydrique.

Actuellement, on peut employer l'indicateur IRCEA seulement dans les provinces de l'Est et les basses terres continentales de la Colombie-Britannique. Cependant, des travaux sont en cours pour le rendre utilisable dans les provinces des Prairies et la région de Peace-River en Colombie-Britannique.

2.3.5 Risque d'érosion hydrique

L'indicateur de risque d'érosion hydrique (RÉH) est utilisé pour estimer l'étendue des terres cultivées qui est menacée par l'érosion hydrique et pour surveiller les variations de ce risque dans le temps, résultant notamment des changements des pratiques de gestion (McRae et coll., 2000, p. 60). Le taux d'érosion hydrique est évalué au moyen de l'équation universelle des pertes en terre révisée pour l'application au Canada (RUSLE-CAN). L'information portant sur les facteurs qui agissent sur la vulnérabilité des sols ou leur résistance à l'érosion, comme le climat, la topographie des sols et des paysages, sert à classer les précipitations, les sols, les facteurs de gradient et de longueur de pente pour des zones agricoles particulières. Le risque potentiel d'érosion hydrique représenté par ces facteurs est ensuite déterminé pour chaque zone et considéré comme une valeur constante. La variation du risque d'érosion dans le temps est calculée en tenant compte des effets des variations de l'utilisation des terres agricoles et des pratiques de labour au Canada, par exemple les fluctuations de la superficie en terres labourables, la modifications des types de cultures et le recours au travail de conservation du sol ou du semis direct. Cette information provient du Recensement de l'agriculture, du modèle MARAC et des pédologues. Le modèle RUSLE-CAN évalue ensuite le taux d'érosion des terres labourables sur les territoires visés par l'étude.

Le degré de risque est classé en cinq catégories : tolérable (moins de 6 tonnes par hectare et par an), faible (6 à 11 t/ha/an), moyen (11 à 22 t/ha/an), élevé (22 à 33 t/ha/an) et très élevé (plus de 33 t/ha/an). En général, on considère que les régions de la catégorie la plus basse présentent un risque tolérable d'érosion pédologique et peuvent supporter une production à long terme. Le degré de risque dans les

quatre autres catégories correspondent à des conditions qui ne sont pas viables et qui nécessitent l'usage de pratiques de conservation des sols si l'on veut obtenir une production culturale à long terme.

2.3.6 Risque d'érosion éolienne

On utilise un indicateur de risque d'érosion éolienne (RÉÉ) pour surveiller l'étendue des terres cultivées qui sont menacées par l'érosion éolienne, notamment par suite de variations dans les pratiques de gestion (McRae et coll., 2000, p. 70). L'indicateur RÉÉ est classé dans cinq catégories : négligeable, faible, moyen, élevé et très élevé. Il peut aussi être considéré comme une mesure indirecte de la modification de la qualité des sols. L'érosion éolienne entraînant un appauvrissement du sol, une baisse du RÉÉ est considérée comme un fait positif. Cet indicateur ne peut être employé que dans les provinces des Prairies.

2.3.7 Disponibilité de l'habitat

La pratique de l'agriculture a entraîné une diminution du nombre d'habitats naturels, essentiellement en transformant le paysage naturel et en modifiant l'usage des terres, par exemple en drainant les zones humides ainsi qu'en retirant et en fragmentant la couverture forestière. Les agriculteurs peuvent aussi affecter la qualité des habitats de la faune de par leurs diverses pratiques de gestion des terres telles que l'application d'engrais, l'usage de pesticides et le broutage intensif. Cependant, certaines espèces fauniques peuvent vivre dans des territoires où leur habitat naturel a été remplacé par un habitat agricole ou sur les terres agricoles qui offrent des habitats sous forme de zones humides, de prairies ou de forêts.

Pour évaluer l'impact de l'agriculture sur la faune, nous avons conçu des matrices qui relient les types d'habitats qui se trouvent sur les terres agricoles (par exemple les terres labourables, les pâturages, les forêts et les zones humides) aux façons dont chacune des espèces utilise les habitats agricoles (par exemple pour le butinage, l'alimentation, la nidification, la reproduction). Ces matrices ont été élaborées à partir de l'avis de spécialistes et à l'aide de guides reconnus sur la faune. Les données sur les habitats agricoles proviennent du Recensement de l'agriculture. Le modèle d'indicateur utilisé pour cette analyse peut être interprété comme le niveau de disponibilité de l'habitat (DH) sur les terres agricoles (adapté de McRae et coll., 2000, p. 145-155).

Pour l'essentiel, les types d'espèces et leur utilisation des habitats agricoles ne varient pas avec le temps. Cependant, les tendances sur le plan de l'utilisation des terres et de la couverture végétale peuvent évoluer selon les conditions du marché et d'autres facteurs. L'indice d'habitabilité est sensible à de telles tendances, puisque ces dernières affectent les habitats des espèces.

SECTION 3

ÉTABLISSEMENT D'UN POINT DE RÉFÉRENCE POUR 2008

La première étape de l'analyse des effets environnementaux attribuables aux changements des pratiques agricoles qui surviendront au cours des cinq prochaines années a été d'établir une référence MSQ (maintien du statu quo) pour 2008. Nous avons choisi l'année 2008, car elle marque la fin de la première période du CSA pour laquelle les résultats établis doivent être obtenus. La référence MSQ du MARAC pour 2008 ne présume aucune augmentation ou diminution du territoire agricole, en supposant que le taux d'adoption des pratiques agricoles (travail de conservation du sol, jachère et application d'engrais) conforme aux tendances historiques et aux contraintes physiques. Les prévisions de croissance des diverses entreprises de culture et d'élevage pour 2008 ont été basées sur les informations fournies par le recensement de 2001 et par le scénario de référence des politiques à moyen terme de septembre 2002 présenté par AAC. Une fois établie, la référence MSQ du MARAC a servi de base pour fixer les références 2008 des IAE. Les valeurs de référence pour le MARAC et les IAE sont présentées à l'annexe C.

Les valeurs de référence pour 1996, 2001 et 2008 révèlent une tendance croissante de l'utilisation des terres cultivables, des terres à foin, de l'élevage de bœufs de boucherie et de truies de reproduction, et une réduction des pratiques de mise en jachère et des territoires de pâturages naturels (annexe C, tableau C.1). Il convient de noter que les prairies artificielles et les pâturages naturels demeurent constants de 2001 à 2008 à cause du manque d'informations sur les prévisions pour 2008. L'évolution des types d'utilisation des terres, de la production bovine, des taux d'engrais (tableau C.2) et de l'adoption du semis direct (tableau C.3) est représentée sous forme de variations des références des IAE. Par exemple, l'indicateur GES décroît de 1996 à 2001 et augmente de 2001 à 2008. Cette fluctuation résulte des interactions entre l'impact positif venant de l'augmentation des puits de COS (largement influencée par l'accroissement de l'utilisation du semis direct) et l'impact négatif de l'augmentation du nombre de bovins et des taux d'application d'engrais azotés.

La section suivante présente brièvement les scénarios de gestion de l'environnement contenus dans la présente analyse. Chacun d'eux est comparé aux projections MSQ 2008 pour les indicateurs environnementaux applicables dans ce scénario.

SECTION 4

SCÉNARIOS DE GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

En février 2002, un groupe de chercheurs, d'économistes et d'analystes des politiques d'AAC se sont réunis pour discuter de l'ensemble des scénarios de gestion de l'environnement pouvant servir de stratégies potentielles pour atteindre les objectifs environnementaux fixés dans l'accord de mise en œuvre du CSA. Le choix des scénarios de gestion de l'environnement a été fait en fonction des critères suivants :

- validité des scénarios par rapport aux objectifs environnementaux établis par le CSA;
- possibilité de mesure, application et possibilité d'adaptation aux modèles existants;
- niveau de priorité dans le milieu agricole;
- faisabilité.

Sur la base de ces critères, nous avons choisi neuf scénarios pour l'analyse quantitative. Nous avons demandé à divers chercheurs et experts du domaine de contribuer à la formulation des hypothèses pour chacun des scénarios. L'ensemble des informations suivantes a été pris en compte dans le modèle économique (MARAC) pour l'élaboration de chacun des scénarios : régions adéquates, taux d'adoption actuels, taux d'adoption futurs potentiels, variations du coût des intrants et des produits. Veuillez vous reporter à l'annexe A pour obtenir davantage de précisions sur les hypothèses émises pour chaque scénario.

Plusieurs des zones de gestion cernées par les objectifs du CSA ne sont pas couvertes par les scénarios choisis en raison de l'absence de modèles de mesure. Par exemple, nous reconnaissons que la gestion du fumier, plus spécifiquement l'entreposage, la manutention et l'application, constitue un problème environnemental important, mais nous ne l'avons pas abordé dans la présente analyse. Nous n'avons pas traité non plus la lutte intégrée contre les parasites, ni l'entreposage, la manutention et l'application de pesticides. Le tableau 2 présente une vue d'ensemble des scénarios de gestion de l'environnement inclus dans l'analyse, ainsi que les indicateurs pertinents qui ont été utilisés dans chacun des scénarios.

L'impact des scénarios de gestion sur les indicateurs environnementaux dépend des hypothèses relatives aux taux d'adoption. Les trois taux d'adoption (faibles, moyens et élevés) ont été établis pour chaque scénario à partir de l'opinion d'experts. Les taux d'adoption faibles sont légèrement au-dessus des niveaux de référence. Il est raisonnable de penser atteindre un taux d'adoption moyen en faisant une certaine promotion des pratiques de gestion. Il sera possible d'atteindre des taux d'adoption élevés sous réserve d'une promotion agressive des stratégies de gestion.

Tableau 2 : Indicateurs appliqués à chaque scénario de gestion de l'environnement

Scénario de gestion de l'environnement	Air	Eau	Sol			Bio-diversité
	MCPEEA (GES)	IRCEA	ARS	*RÉE	RÉH	DH
Adaptation de la quantité d'azote	✓	✓	✓			
Travail de conservation du sol	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Jachère réduite	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Couverture végétale permanente	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Inclusion de cultures fourragères dans la rotation des cultures	✓	✓	✓	✓	✓	✓
** Création de terrasses						
Paissance complémentaire et en rotation	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Alimentation combinée	✓	✓	✓			
Boisement	✓	✓	✓	✓	✓	✓

* Le modèle d'érosion éolienne ne peut être utilisé que dans les Prairies.

** Les indicateurs RÉH, ARS et IRCEA sont pertinents pour le scénario de culture en terrasses. Cependant, en raison de la structure du modèle, ils n'ont pas pu être appliqués

Dans la section suivante, nous présentons les résultats des scénarios correspondant uniquement à des taux d'adoption moyens. Ces résultats sont présentés sous forme de pourcentage de la variation par rapport à la référence MSQ 2008. Les variations de moins de 0,5 % sont omises dans le résumé suivant. L'ensemble complet des résultats fournis par les modèles est présenté à l'annexe C.

4.1 Comparaison avec les mesures provinciales

Les mesures et objectifs identifiés pour chaque province durant les consultations fédérales-provinciales qui ont précédé l'analyse ont été regroupés sous des objectifs plus généraux déterminés dans le CSA : 1) l'évaluation du risque environnemental et les objectifs de planification, 2) la gestion des éléments nutritifs, 3) la gestion des parasites, 4) la gestion des terres et de l'eau, 5) la gestion des nuisances. Les mesures provinciales ont été sélectionnées d'après l'analyse des scénarios menée par AAC et décrite dans le présent rapport. Le choix par AAC des scénarios de gestion de l'environnement pour la présente analyse a été restreint par la capacité des modèles quantitatifs économiques et scientifiques à refléter des mesures ou actions environnementales. La plupart des scénarios modélisaient des actions particulières plutôt que des mesures pour chacune des provinces. Par exemple, les modèles ont pu évaluer l'impact des pratiques de jachère réduite, d'augmentation du travail de conservation du sol et de gestion durable des pâturages comparés à l'objectif de gestion des terres et de l'eau. Cependant, les objectifs concernant l'application des plans agricoles environnementaux dans les provinces ont été plus difficiles à modéliser; par conséquent, aucun chevauchement n'a été effectué dans ce secteur. Le tableau de concordances provinciales (annexe B) présente les secteurs de chevauchement de l'analyse des cibles environnementales d'AAC et les mesures et cibles provinciales.

4.2 Analyse des scénarios

4.2.1 Meilleure adaptation de la quantité d'azote

Le scénario d'adaptation de la quantité d'azote suppose une meilleure gestion de l'utilisation des engrais azotés dans toutes les provinces, sauf la Nouvelle-Écosse et Terre-Neuve. Dans l'Est du Canada, on obtient une meilleure adaptation de la quantité d'azote aux besoins des cultures en mesurant fréquemment les niveaux d'azote dans le sol au moyen de tests pédologiques. Cet assortiment entraîne une réduction de l'utilisation d'engrais. Dans l'Ouest canadien, il est plus efficace d'appliquer l'azote au printemps qu'en automne; par conséquent, la quantité totale d'engrais nécessaire est plus faible si une partie des applications de l'automne est reportée au printemps. Le coût des intrants est donc ajusté dans ce scénario puisqu'on a besoin de moins d'engrais, mais les prix sont plus élevés au printemps qu'à l'automne. On suppose que la quantité d'azote présente dans le fumier demeure constante dans ce scénario et un taux d'adoption de 100 % à l'intérieur des secteurs affectés.

Ce scénario devrait entraîner une réduction des émissions de GES (N_2O) et de l'excès d'azote (IRCEA et ARS). Les résultats de cette simulation suggèrent une légère modification du mélange des cultures, notamment la réduction des secteurs de culture maïsicoles dans l'Est du Canada, en raison des coûts d'analyse du sol. L'élevage demeure pratiquement inchangé. Les producteurs jouissent d'un léger gain d'efficacité grâce à la réduction des quantités totales d'engrais utilisées dans l'Ouest, parce que l'épandage appliqué au printemps est plus efficace qu'en automne. Par exemple, en Colombie-Britannique, si l'on arrête de procéder à un épandage d'engrais à raison de 70 % au printemps et de 30 % à l'automne au profit d'un scénario de 100 % au printemps, on réduit de 11 % la quantité totale d'engrais nécessaire (tableau A.2).

Incidence des scénarios

- La variation de l'indicateur COS est négligeable, puisque le type d'utilisation des terres ou de travail du sol demeure le même.
- Les résultats du modèle pour les GES indiquent une légère réduction des émissions dans toutes les provinces concernées (Figure 1), avec une réduction moyenne nationale de 1,4 % (0,9 mégatonnes (Mt) d'équivalent CO_2). La principale partie de la réduction totale est réalisée en Ontario en raison de la taille des cultures de maïs, qui nécessitent des apports d'engrais importants. Le pourcentage de réduction pour l'Île-du-Prince-Édouard est élevé en raison de la grande quantité d'engrais nécessaire pour la culture des pommes de terre.
- Les indicateurs IRCEA et ARS montrent une baisse de l'excès d'azote dans l'eau et les sols dans la plupart des provinces (Figure 2). Les variations les plus importantes s'observent en Ontario, au Québec, au Nouveau-Brunswick et à l'Île-du-Prince-Édouard. Cette situation est probablement attribuable à l'usage plus fréquent d'azote dans les provinces de l'Est, ce qui accroît le besoin de mieux adapter la quantité d'azote aux exigences des cultures.

Figure 1 : Variation en % des émissions de GES résultant d'une meilleure adaptation de la quantité d'azote

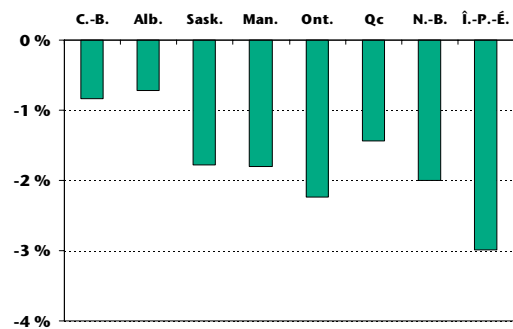
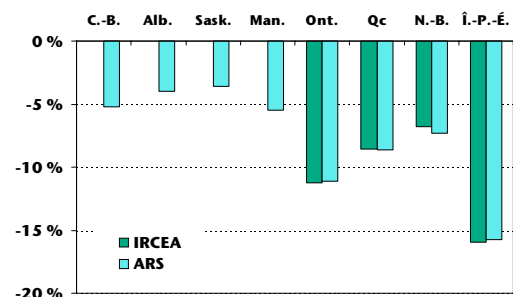


Figure 2 : Variation en % des indicateurs de l'azote résultant d'une meilleure adaptation de la quantité d'azote



- L'adaptation améliorée de la quantité d'azote n'affecte pas les indicateurs RÉÉ et RÉH.
- L'indicateur DH n'a pas été affecté par l'adaptation de la quantité d'azote, puisqu'il y a peu de mouvement dans les terres d'une catégorie à l'autre.

Le scénario d'adaptation de la quantité d'azote agit sur les indicateurs GES, ARS et IRCEA. Les émissions de GES sont réduites dans la plupart des provinces, entraînant une baisse à l'échelle nationale de 0,9 Mt d'équivalent CO₂, si l'on part de l'hypothèse d'un taux d'adoption moyen. La plage des réductions potentielles va de 0,5 Mt CO₂ (0,9 %) à 1,1 Mt CO₂ (1,9 %) pour des taux d'adoption respectivement bas et élevés. Les réductions nationales de l'indicateur ARC sont comprises entre 2,3 % et 5,6 %. Dans les provinces de l'Est, les diminutions de l'IRCEA varient beaucoup entre le taux d'adoption le plus faible et le taux le plus élevé.

4.2.2 Utilisation accrue de la méthode du semis direct

Le scénario du semis direct (culture sans travail du sol) est appliqué dans toutes les provinces. Nous présumons que l'adoption de la méthode de conservation des sols entraînera une augmentation de 57 % des terres labourables par rapport à la référence, qui est de 32 %. Ceci représente une augmentation de 7,1 millions d'hectares par rapport aux niveaux de référence, avec une diminution correspondante du travail de conservation du sol et du travail conventionnel du sol. Les taux d'adoption provinciaux se trouvent dans le tableau des hypothèses de l'annexe A. Nous prévoyons que l'augmentation de la méthode du semis direct entraînera une réduction des émissions de GES et une baisse de l'érosion éolienne et hydrique. Dans le cadre de ce scénario, nous avons noté un léger changement dans le choix des espèces végétales cultivées, mais les répercussions sur l'élevage sont minimales. Des études récentes ont montré que les coûts de transition liés à l'abandon de la culture conventionnelle au profit de la culture sans travail du sol se traduisent par des rendements plus faibles durant les deux premières années, pour atteindre des niveaux plus élevés et stables durant la quatrième année, lorsque le producteur a appris à gérer le nouveau système de production. Cependant, l'amélioration des rendements à long terme n'est probablement pas une incitation suffisante pour susciter cette transition.

Bien que ce scénario soit utilisable dans toutes les provinces, il faut noter que la structure actuelle du MARAC ne contient des distributions de types de labour que pour les provinces des Prairies. Par conséquent, l'information provenant du MARAC utilisée pour alimenter les modèles des IAE est limitée pour les autres provinces, et risque de ne pas être assez sensible pour refléter les changements dus à l'amélioration des pratiques culturales. Nous avons tenu compte de cet élément dans les estimations de GES en calculant le taux de piégeage du carbone (C) pour les provinces autres que celles des Prairies en dehors du MCPPEA; cependant, il reste encore à résoudre ce problème pour les autres indicateurs.

Incidence des scénarios

- Le travail de conservation du sol, et plus spécifiquement le semis direct, augmente le taux de piégeage du carbone dans le sol en éliminant les perturbations des sols et en réduisant la vitesse de décomposition des matières organiques du sol (Janzen et coll.). Le changement de COS le plus important est survenu dans les provinces des Prairies en raison du taux d'adoption relativement élevé du semis direct dans cette région. Les taux de piégeage du carbone en Alberta, en Saskatchewan et au Manitoba sont respectivement de 0,48 Mt de C (1,8 Mt d'équivalent CO₂), 0,96 Mt de C (3,5 Mt d'équivalent CO₂) et 0,33 Mt de C (1,2 Mt d'équivalent CO₂).
- Le piégeage du carbone dans les provinces des Prairies est légèrement compensé par des augmentations importantes des émissions de N₂O résultant de l'augmentation de la quantité d'engrais utilisée. La conséquence en est une réduction nette des GES, qui est légèrement inférieure au puits de COS. La figure 3 montre les provinces affectées et indique l'ampleur relative des variations des émissions de GES. La réduction combinée est de 11 % (6,5 Mt d'équivalent CO₂) des émissions à l'échelle nationale. Plus de 50 % (3,4 Mt d'équivalent CO₂) de cette baisse se produit en Saskatchewan en raison du vaste territoire agricole auquel on peut appliquer le travail de conservation du sol.

- L'augmentation des cultures sans travail du sol n'a aucune incidence sur l'IRCEA et a une influence minimale sur l'ARS (moins de 1 % dans plusieurs provinces). Il faut noter que les modèles de l'IRCEA et de l'ARS ne font pas la distinction entre les trois méthodes de culture, ce qui entraînera probablement une surévaluation des niveaux d'azote pour le scénario du semis direct. Les pratiques de travail du sol seront incorporées à ces modèles dans des travaux ultérieurs.
- Dans les provinces des Prairies, on note une réduction d'environ 10 % de l'indicateur RÉH et une diminution encore plus grande pour l'indicateur RÉÉ (Figure 4).
- L'indicateur DH n'est pas affecté par le semis direct puisque le type de terre ne change pas de catégorie.

L'augmentation du semis direct a un impact sur le COS, les GES, le RÉH et le RÉÉ, notamment dans les Prairies, et peut entraîner une réduction de 4 % (2,5 Mt d'équivalent CO₂) à 17 % (10,3 Mt d'équivalent CO₂) des émissions de GES à l'échelle nationale. L'analyse de sensibilité indique que l'impact sur les indicateurs RÉH et RÉÉ peut varier considérablement selon le taux d'adoption présumé.

4.2.3 Réduction de la mise en jachère

La mise en jachère est traditionnellement utilisée en rotation des cultures pour reconstituer l'humidité du sol dans les régions de prairies. Le scénario de mise en jachère, appliqué uniquement dans l'Ouest canadien, suppose une réduction de la fréquence d'utilisation de la mise en jachère dans la rotation culturale. Les taux d'adoption varient selon la zone pédologique (voir les détails à l'annexe A). Nous présumons qu'un taux d'adoption moyen occasionne une réduction de 1,5 millions d'hectares de terres en jachère par rapport aux niveaux de référence. Une diminution de la mise en jachère devrait entraîner une baisse des émissions de GES et une augmentation des indicateurs RÉÉ, RÉH et DH. Le remplacement des terres en jachère par des terres culturales entraîne une augmentation de l'usage d'engrais, ce qui aura un effet compensateur sur les émissions nettes de GES. Dans ce scénario, les revenus nets des producteurs agricoles ont été affectés par les différences de coûts et de rendements provenant de l'utilisation de terres de chaume plutôt que de terres en jachère, et par une augmentation des terres utilisées pour la culture. En général, la baisse du rendement avait tendance à entraîner une diminution des marges nettes provenant des cultures. L'augmentation de la production culturale due à l'élimination de la mise en jachère se traduit également par des réductions mineures du prix des cultures, qui provoquent à leur tour de légères augmentations des productions animales et des revenus correspondants grâce à la baisse des coûts d'alimentation.

Incidence des scénarios

- Des études scientifiques indiquent que l'utilisation de la mise en jachère, particulièrement la jachère labourée, entraîne une perte de CO₂ dans le sol. Une diminution de la mise en jachère inverse la perte de carbone organique et entraîne le piégeage du carbone. Les résultats des modèles montrent une augmentation du COS de 0,27 Mt de C (1,0 Mt d'équivalent CO₂) en Alberta, 0,62 Mt de C (2,3 Mt d'équivalent CO₂) en Saskatchewan et 0,09 Mt de C (0,34 Mt d'équivalent CO₂) au Manitoba.

Figure 3 : Variation en % des émissions de GES résultant d'un usage accru du travail de conservation du sol

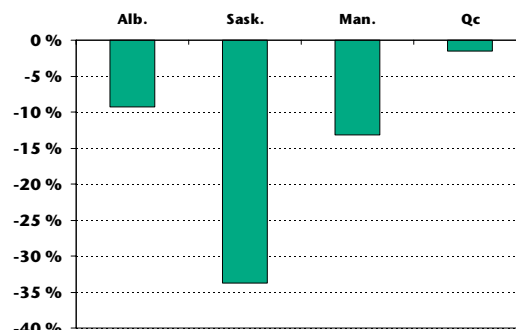
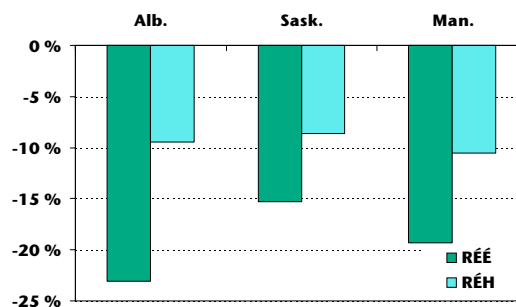


Figure 4 : Variation en % des indicateurs RÉH et RÉÉ résultant d'un usage accru du travail de conservation du sol



- Les résultats indiquent que les gains en COS étaient partiellement compensés par une augmentation des émissions de GES liées à l'usage d'engrais, à la production de bétail et à l'usage de combustible par les exploitations agricoles. La variation nette est une diminution des émissions dans toutes les provinces concernées (Figure 5), sauf en Colombie-Britannique où le faible taux de piégeage de carbone associé à la mise en jachère réduite par rapport aux provinces des Prairies ne suffit pas à compenser l'augmentation des émissions provenant du bétail et de l'engrais. Le niveau de réduction combinée est de 4,1 % (2,5 Mt d'équivalent CO₂) des émissions à l'échelle nationale. Environ 66 % (1,6 Mt d'équivalent CO₂) de la réduction totale sont obtenus en Saskatchewan.
- Les variations de l'ARS sont minimales – environ 1 % ou moins (Figure 6).
- Une diminution de la mise en jachère entraîne une réduction de 11 % de l'indicateur RÉÉ pour l'Alberta et la Saskatchewan et produit une incidence moindre au Manitoba (Figure 7). Une réduction du RÉH (2 à 5 %) s'observe dans toutes les provinces de l'Ouest.
- Comparé à d'autres modes d'utilisation des terres agricoles, c'est la mise en jachère qui présente le plus faible niveau de soutien à la faune. D'après l'indicateur DH, il semble qu'une diminution de la mise en jachère, et par conséquent une augmentation des autres types d'utilisation des terres agricoles, favorise la biodiversité dans l'Ouest canadien (Figure 8).

Les résultats des modèles indiquent qu'une réduction de la mise en jachère aura un impact positif sur l'environnement de l'Ouest canadien. Les IAE concernés par ce scénario sont le COS, les GES, le RÉÉ et le RÉH. La réduction du taux des émissions de GES à l'échelle nationale va de 2 % (1,0 Mt de CO₂) à 7 % (4,0 Mt de CO₂). L'analyse de sensibilité montre que les taux d'adoption ont peu d'effet sur l'indicateur RÉH. L'impact produit sur le RÉÉ varie de 5 % à 17 % pour l'Alberta et de 5 % à 18 % pour la Saskatchewan, avec peu de variation au Manitoba.

4.2.4 Couverture végétale permanente

Les hypothèses utilisées pour ce scénario ont été tirées et adaptées des programmes existants de couverture végétale permanente. Ce scénario implique le remplacement de 600 000 hectares supplémentaires de terres cultivables marginales par une couverture végétale permanente de cultures vivaces. La plupart des terres marginales sont converties en pâturages bonifiés, le reste en terres à foin. La répartition des terres converties en pâturages bonifiés ou en terres à foin varie selon la région, le type de sol, l'étendue

Figure 5 : Variation en % des émissions de GES résultant d'une diminution de la mise en jachère

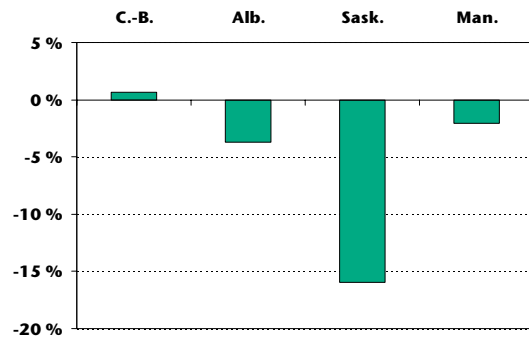


Figure 6 : Variation en % de l'indicateur ARS résultant d'une diminution de la mise en jachère

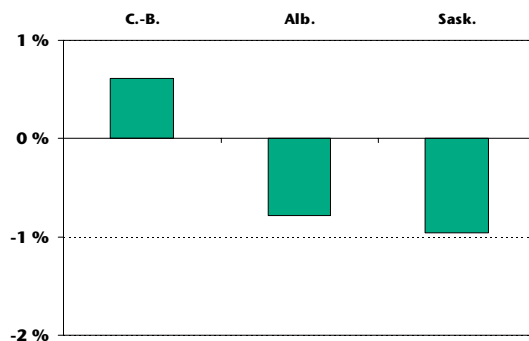
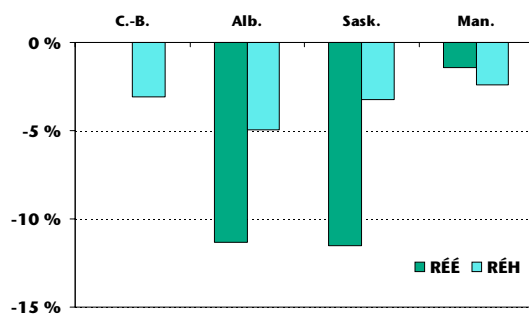


Figure 7 : Variation en % des indicateurs RÉÉ et RÉH résultant d'une diminution de la mise en jachère



réelle de terres marginales cultivées et la proportion de pâturages et de terres à foin nécessaire pour nourrir le bétail. Ce scénario suppose une augmentation de 2 % du nombre de bovins à viande pour absorber l'augmentation de la production fourragère. Après en avoir discuté avec des experts ontariens, nous avons conservé le nombre de bovins de boucherie à un niveau constant dans ce scénario pour l'Ontario. Les taux d'adoption pour le scénario de l'augmentation de la couverture végétale permanente sont présentés à l'annexe A. Une augmentation de la couverture végétale permanente devrait améliorer la biodiversité et réduire l'érosion des sols et les émissions de GES. Les coûts à court terme associés à la transformation de terres cultivables en couverture végétale permanente seraient probablement plus que compensés par les gains à long terme tirés de l'augmentation de la production bovine (compte tenu des coûts de lancement de l'augmentation de l'élevage de bovins).

Incidence des scénarios

- Les cultures de couverture permanente présentent un potentiel de piégeage du carbone; cependant, les résultats du modèle indiquent que la quantité de carbone piégée est relativement petite dans la plupart des provinces.
- L'impact prévu de ce scénario sur les émissions de GES est ambigu, puisqu'une augmentation des cultures de couverture permanente se traduira probablement par une hausse du cheptel. Les cultures de couverture permanente présentent un potentiel de piégeage du carbone alors que les bovins génèrent des émissions. Bien que les émissions de CH₄ et de N₂O augmentent en raison de l'expansion du troupeau bovin, la simulation indique que le puits de carbone est assez important pour compenser cette augmentation. Le résultat en est une diminution nette des émissions de GES dans toutes les provinces; cependant, dans certains cas, l'impact est négligeable (Figure 9). La réduction des émissions de GES pour l'ensemble du Canada est de 1 % (0,6 Mt d'équivalent CO₂).
- L'adoption de la couverture végétale permanente a une incidence minimale sur les indicateurs IRCEA et ARS dans la plupart des provinces. De faibles baisses de l'ARS s'observent dans toutes les provinces, sauf en Nouvelle-Écosse. Des répercussions similaires sur l'IRCEA se retrouvent dans toutes les provinces concernées (Figure 10).
- L'impact de ce scénario sur l'érosion éolienne et hydrique est faible, sauf en Colombie-Britannique où le risque d'érosion hydrique est réduit d'approximativement 5 % (Figure 11). Ces résultats peuvent être s'expliquer par la forte proportion de terres à foin par rapport à celles de terres cultivables dans la situation de MSQ en Colombie-Britannique. Par conséquent, l'affectation de petites superficies de terres cultivables aux cultures fourragères entraîne un pourcentage de réduction relativement important des terres cultivables qui, elles, sont davantage sujettes à l'érosion que les terres à foin.

Figure 8 : Variation en % de l'indicateur DH résultant d'une diminution de la mise en jachère

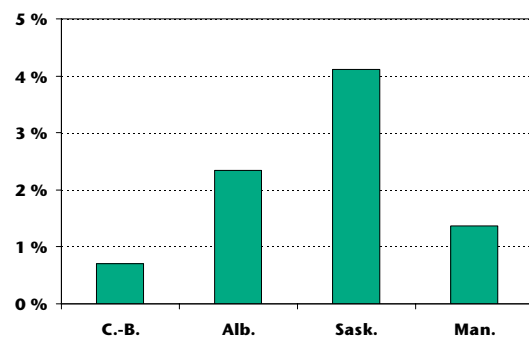
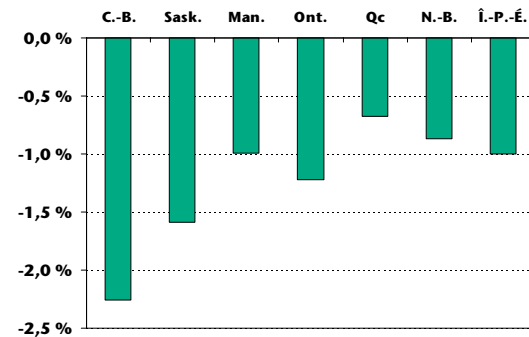


Figure 9 : Variation en % des émissions de GES résultant d'un usage accru de la couverture végétale permanente



- Cette transition d'un type de terres à DH relativement faible vers un autre à DH élevé (c'est-à-dire moins de mise en jachère et davantage de prairie artificielle) entraîne une augmentation des indicateurs IAE dans toutes les provinces, sauf à Terre-Neuve et en Nouvelle-Écosse (Figure 12).

Le scénario de la couverture végétale permanente est utilisable dans toutes les provinces. Dans la plupart des cas, les indicateurs évoluent dans la direction désirée; cependant, l'impact est faible. L'analyse de sensibilité indique que les taux d'adoption d'une couverture végétale ont peu d'effet sur les IAE.

4.2.5 Cultures fourragères en rotation

Ce scénario suppose une augmentation de la superficie pour la production de cultures fourragères dans toutes les régions. On prévoit que l'expansion rapide de l'élevage créera un marché pour la production fourragère supplémentaire. Les rendements des céréales et des oléagineux ont été augmentés en fonction de la production de fourrages dans chaque district agricole afin de témoigner des avantages liés à l'inclusion de la culture des plantes fourragères dans les rotations. (Nous avons présumé un accroissement supérieur du rendement des céréales et des oléagineux dans les régions à faible niveau de cultures fourragères, où les avantages de la rotation des cultures n'ont pas encore été réalisés.) Nous avons émis des hypothèses similaires pour estimer l'effet de l'augmentation de production fourragère sur l'usage d'engrais azotés dans la production de céréales et d'oléagineux (voir l'annexe A). Ce scénario suppose la conversion de 2 % de terres cultivables en production fourragère et une augmentation correspondante de 12 % du troupeau de bovins de boucherie. Nous ne savons pas exactement comment les émissions de GES, l'IRCEA et l'ARS vont évoluer en raison de l'augmentation de la production bovine, mais que nous prévoyons une diminution des indicateurs RÉÉ et RÉH et une amélioration de l'indicateur DH.

Incidence des scénarios

- Une augmentation de l'utilisation des plantes fourragères dans les cultures en rotation provoque un accroissement du piégeage du carbone du sol dans la plupart des provinces. L'impact le plus important se rencontre dans les provinces de l'Ouest; cependant, la quantité de carbone piégée est plus que compensée par l'augmentation des émissions de GES due à l'accroissement de l'élevage de bovins.

Figure 10 : Variation en % de l'indicateur IRCEA et ARS résultant d'un usage accru de la couverture végétale permanente

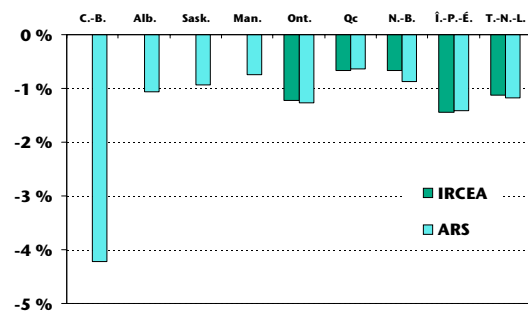


Figure 11 : Variation en % des indicateurs RÉÉ et RÉH résultant de l'usage accru de la couverture végétale permanente

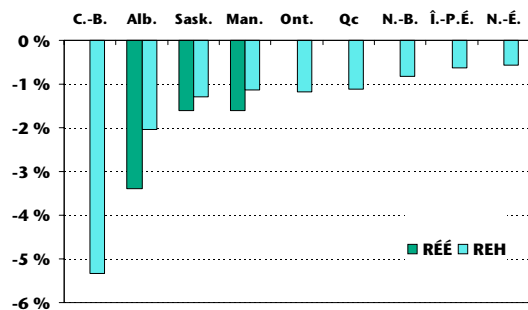
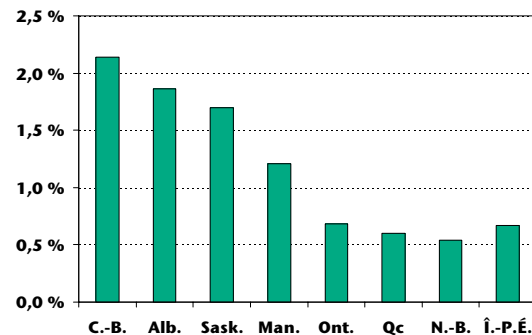


Figure 12 : Variation en % de l'indicateur DH résultant de l'usage accru de la couverture végétale permanente



- L'augmentation des cultures fourragères dans la rotation des cultures améliore le piégeage du carbone et réduit la quantité d'engrais azotés requise pour la production de céréales et d'oléagineux. Cependant, bien que les légumineuses fourragères diminuent le besoin d'engrais, elles produisent en même temps des émissions de N_2O . Les résultats montrent une augmentation des émissions de GES en Alberta et en Saskatchewan et de légères baisses dans d'autres provinces (Figure 13). Les augmentations d'émissions en Alberta et en Saskatchewan proviennent de l'augmentation du nombre de bovins, qui fait plus qu'annuler les réductions de GES dues aux cultures fourragères. Le Manitoba connaît lui aussi une augmentation de la production bovine, mais les taux élevés de piégeage du carbone dans les zones des sols noirs compensent ces émissions.
- La valeur de l'indicateur ARS diminue dans les provinces de l'Ouest, et les indicateurs ARS et IRCEA baissent tous deux dans les quatre provinces de l'Atlantique (figure 14).
- Les résultats du modèle montrent une légère diminution de l'indicateur RÉÉ dans les provinces concernées et une légère baisse de l'indicateur RÉH pour les provinces de l'Ouest, l'Ontario et le Québec (Figure 15).
- Une utilisation accrue des cultures fourragères dans la rotation des cultures provoque une augmentation de l'indicateur DH dans la plupart des provinces, qui s'explique par le fait que l'on soit passé de l'utilisation de la jachère et des terres cultivables à la production de foin, qui est favorable à l'habitat faunique (Figure 16).

L'utilisation accrue de plantes fourragères dans la rotation des cultures a une incidence sur tous les IAE. L'impact sur les GES est négligeable dans la plupart des provinces. Cependant, en Alberta et en Saskatchewan, l'augmentation du cheptel bovin entraîne un accroissement relativement important des émissions de GES. L'impact sur les indicateurs ARS et IRCEA est minime. De même, une utilisation accrue des cultures fourragères dans la rotation des cultures provoque une légère baisse des indicateurs RÉÉ et RÉH et une légère augmentation de l'indicateur DH. L'analyse de sensibilité indique que dans ce scénario, les indicateurs IAE sont peu affectés par les divers taux d'adoption.

4.2.6 Création de terrasses

Le scénario de la création de terrasses est appliqué aux terres où la culture des pommes de terre est pratiquée en alternance avec d'autres cultures à l'Île-du-Prince-Édouard et au Nouveau-Brunswick. Le rap-

Figure 13 : Variation en % des émissions de GES résultant d'un usage accru de cultures fourragères en rotation

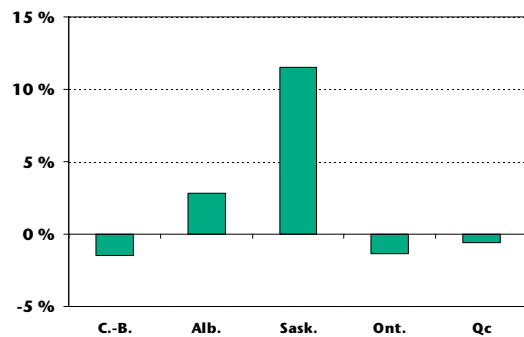


Figure 14 : Variation en % des indicateurs IRCEA et ARS résultant d'un usage accru de cultures fourragères en rotation

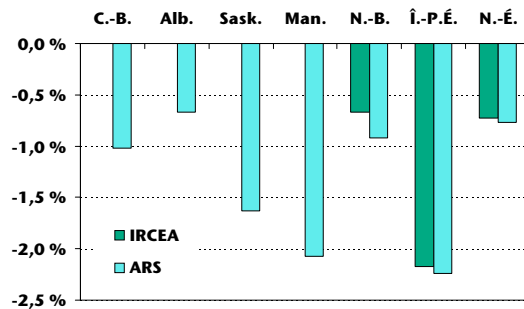
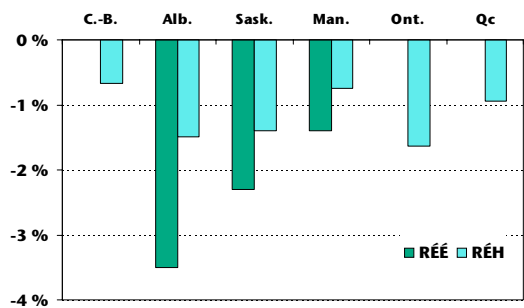


Figure 15 : Variation en % des indicateurs RÉÉ et RÉH résultant d'un usage accru de cultures fourragères en rotation

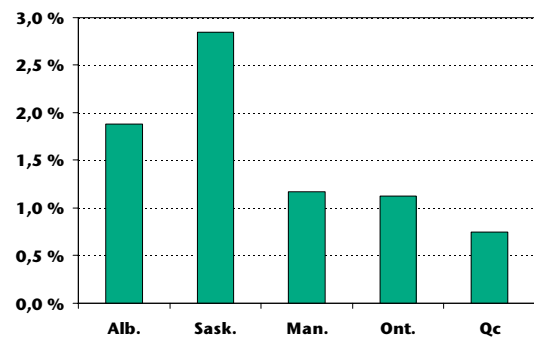


port sur les indicateurs agroenvironnementaux publié en l'an 2000 indique que dans ces deux provinces, certaines zones présentent des niveaux d'érosion inacceptables. Le présent scénario évalue une méthode visant à résoudre ce problème. La création de terrasses permet de limiter le ruissellement de l'eau et de l'azote et l'érosion du sol. Les avantages liés à la construction de terrasses résident dans une production à long terme plus durable. Les taux présumés d'adoption de cette pratique pour l'Île-du-Prince-Édouard et le Nouveau-Brunswick sont respectivement de 26 % et de 33 %. La création de terrasses devrait entraîner une réduction de l'IRCEA et de l'érosion du sol. L'impact sur l'ARS n'est pas clair puisque la réduction de la quantité d'engrais appliquée, combinée à l'augmentation d'absorption par les plantes cultivées sera probablement compensée par une plus petite perte d'azote attribuable à l'érosion.

Incidence des scénarios

- La création de terrasses ne devrait pas affecter le niveau de COS.
- Dans le cadre de la gestion en terrasses, l'application d'azote peut être réduite d'approximativement 10 % parce qu'il s'en écoule moins. L'impact sur l'indicateur GES est minime, puisque la diminution concerne une superficie relativement petite des terres.
- On estime que les cultures sur des terres en pente entraînent une baisse de 10 % de la production de pommes de terre sur une période de 33 ans (Cao et coll., 1994). L'utilisation des cultures en terrasses devrait améliorer la qualité des sols (en maintenant une production à long terme) en diminuant l'érosion hydrique du sol. Cependant, l'impact n'a pas pu être mesuré à l'aide de la structure de données que nous possédons pour l'indicateur RÉH.
- On prévoit que la culture en terrasses améliorera la qualité de l'eau en réduisant les pertes d'azote. Cet impact n'a pas pu être mesuré avec l'indicateur IRCEA en raison de la structure du modèle. Selon des résultats non publiés de Rees (2002), la perte totale d'azote peut être réduite de 37 kg/ha (15 %) dans les cultures sur les terres en pente et de 2 kg/ha (1 %) dans les cultures en terrasses.
- La culture en terrasses devrait avoir un impact direct sur l'indicateur DH.

Figure 16 : Variation en % de l'indicateur DH résultant d'un usage accru de cultures fourragères en rotation



Le scénario de culture en terrasses est applicable aux terres sur lesquelles on pratique la culture de pommes de terre en rotation à l'Île-du-Prince-Édouard et au Nouveau-Brunswick. L'impact de la culture en terrasses n'a pas pu être évalué quantitativement à l'aide des modèles utilisés dans la présente analyse en raison de la structure de ces modèles. L'ajustement de ces modèles pourrait faire l'objet de travaux futurs afin de pouvoir mesurer l'impact de la culture en terrasses sur les IAE.

4.2.7 Gestion des pâturages – Paissance en rotation et paissance complémentaire

Les systèmes de paissance en rotation et de paissance complémentaire diminuent l'intensité de pâturage sur les pâturages naturels en procurant des compléments de prairies artificielles, ce qui entraîne une augmentation de la qualité du fourrage sur les pâturages naturels et une diminution des besoins alimentaires en raison du poids supérieur des veaux au moment du sevrage. On recourt à la méthode de paissance en rotation pour humidifier les zones de prairies artificielles dans l'Ouest canadien et les prairies artificielles et naturelles dans l'Est. La paissance complémentaire est utilisée en Colombie-Britannique, dans l'Ouest du Manitoba, au nord de la Saskatchewan et dans le Nord et l'Ouest de l'Alberta. Nous avons présumé des taux d'adoption de la paissance en rotation et complémentaire de 10 % au-dessus des niveaux de MSQ

(voir l'annexe A). Les stratégies de gestion de pâturages devraient mener à une réduction des valeurs de l'IRCEA et de l'ARS et à une augmentation des émissions de GES.

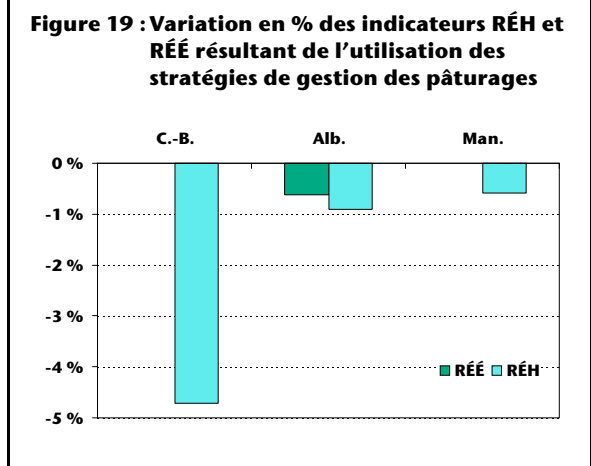
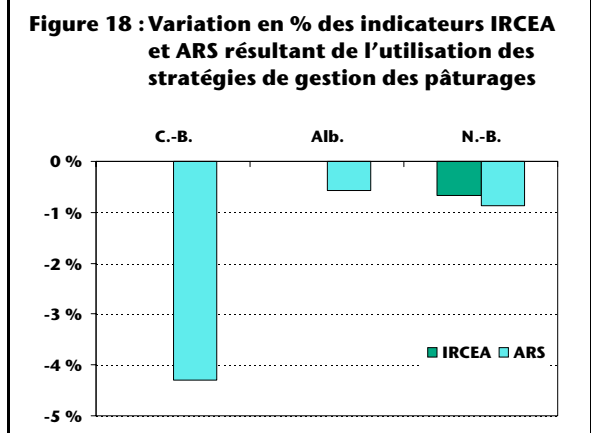
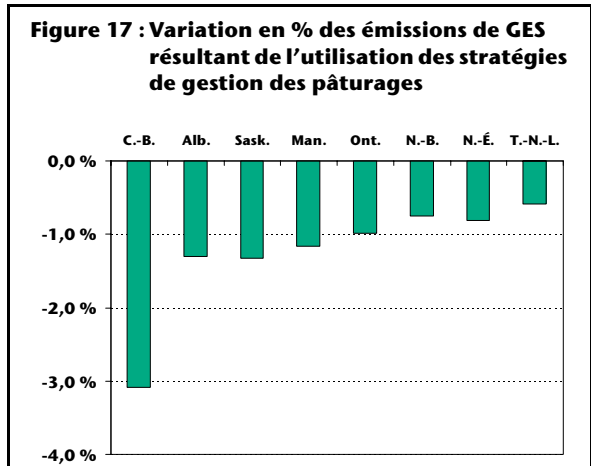
Incidence des scénarios

- Les résultats du modèle montrent une légère augmentation du COS dans la plupart des provinces, conséquence de l'application accrue d'un scénario amélioré de gestion des pâturages.
- L'impact de ce scénario sur les émissions de GES est minime – de faibles baisses se produisent dans l'Ouest canadien, en Ontario, au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse et à Terre-Neuve (Figure 17).
- L'impact de ce scénario sur les indicateurs de l'azote est minime – l'indicateur ARS enregistre une diminution de 4 % en Colombie-Britannique et de moins de 1 % en Alberta et au Nouveau-Brunswick (Figure 18). L'indicateur IRCEA demeure stable dans toutes les provinces concernées, à l'exception d'une légère variation au Nouveau-Brunswick.
- La valeur de l'indicateur RÉÉ diminue légèrement dans les provinces de l'Ouest (Figure 19). L'impact est négligeable dans les autres provinces. L'impact du RÉH est plus grand en Colombie-Britannique en raison de la transformation d'un assez grand nombre de secteurs de culture et de jachère en prairies artificielles.
- Dans la majorité des provinces, les stratégies de gestion des pâturages ont un faible impact sur l'indicateur DH (moins de 1 %). La variation la plus importante, 2 %, est notée en Colombie-Britannique.

Le scénario de gestion des pâturages est appliqué aux secteurs appropriés dans toutes les provinces. Le plus grand impact sur les IAE se rencontre en Colombie-Britannique. Comme dans le scénario de la couverture végétale permanente, la proportion élevée de terres à foin par rapport à celle de terres labourables peut expliquer ce résultat.

4.2.8 Stratégies d'alimentation combinées

Dans ce scénario, nous avons combiné un certain nombre de stratégies d'alimentation afin de réduire les émissions de N₂O (et, dans une moindre mesure, de CH₄) provenant du fumier de cochons, de volailles et de vaches laitières. La façon la plus simple de réduire le taux d'azote consiste à diminuer la consommation alimentaire d'azote (protéines). Les stratégies suivantes s'appliquent à toutes les régions du Canada (voir le tableau A.10) :



La façon la plus simple de réduire le taux d'azote consiste à diminuer la consommation alimentaire d'azote (protéines). Les stratégies suivantes s'appliquent à toutes les régions du Canada (voir le tableau A.10) :

- Une diminution de 15 % du contenu en protéines de la nourriture des porcs et l'addition d'acides aminés libres pour équilibrer les protéines produirait une augmentation de 15 % des coûts par unité alimentaire.
- L'addition de phytase au régime des porcs améliorerait l'efficacité alimentaire de 5 à 10 %, produisant une baisse nette de 5 % des coûts par unité alimentaire.
- Une réduction de 15 % de la consommation de protéines par les volailles entraîne une augmentation de 10 % des coûts par unité alimentaire.
- Une meilleure adaptation des besoins protéiques des vaches à lait entraîne une réduction de 10 % d'azote dans leur régime et une diminution nette des coûts, puisque les coûts d'analyse des aliments sont compensés par les réductions de suppléments protéiques.
- La réduction de l'apport en protéines dans les aliments pour bovins laitiers quotidiens et l'ajout d'acides aminés protégés contre le processus de rumination entraîne une diminution de 20 % de l'azote dans l'alimentation et un coût supplémentaire pour les acides aminés.

Le présent scénario implique peu de changements dans les mélanges de cultures; cependant, le marché porcin subit une faible baisse en raison des coûts légèrement plus élevés qui provoquent une diminution des marges nettes des producteurs.

Incidence des scénarios

- Le présent scénario n'a pas d'impact sur l'indicateur COS.
- Les valeurs du GES indiquent une diminution de 1 % (0,8 Mt d'équivalent CO₂) à l'échelle nationale, dont 56 % environ se produisent en Ontario et au Québec (Figure 20).
- On constate une baisse de l'indicateur ARS dans la plupart des provinces (Figure 21). Les provinces de l'Est subissent un impact plus important que les provinces de l'Ouest. Cette situation peut s'expliquer par la baisse de la production porcine qui découle des coûts d'alimentation plus élevés et par la réduction de l'excrétion d'azote par les bovins. Les provinces de l'Est expérimentent une baisse de l'IRCEA, le plus important pourcentage se rencontrant au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse.
- Les modèles du RÉH et du RÉÉ ne sont pas utilisables dans ce scénario.
- Le scénario de l'alimentation combinée n'agit pas sur l'indicateur DH.

Le scénario d'alimentation combinée est utilisable dans toutes les provinces. Les répercussions de ce scénario sont limitées aux indicateurs GES, IRCEA et ARS. La baisse de l'indicateur GES et de l'azote est plus importante dans les provinces de l'Est.

Figure 20 : Variation en % des émissions de GES résultant de l'utilisation des stratégies d'alimentation combinée

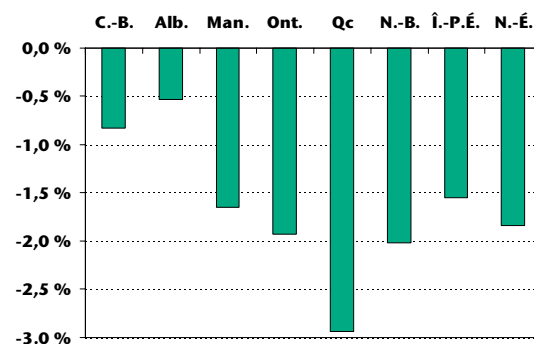
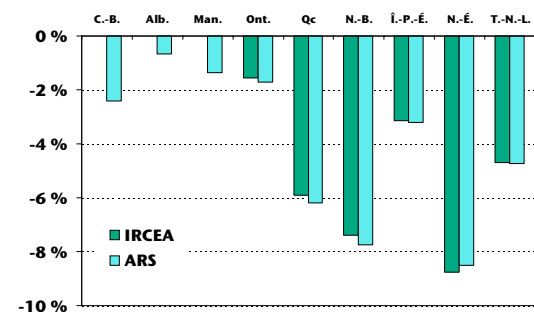


Figure 21 : Variation en % des indicateurs IRCEA et ARS résultant de l'utilisation des stratégies d'alimentation combinée



4.2.9 Boisement

Le scénario de boisement présume une augmentation des plantations forestières sur les terres culturales marginales dans toutes les provinces. Les terres marginales peuvent inclure les terres qui ne sont pas propices à l'agriculture, les terres dont la conversion à l'agriculture serait trop coûteuse, les terres qui sont plus rentables si elles sont utilisées pour la culture forestière que pour l'agriculture et les terres qui sont trop vulnérables du point de vue environnemental pour qu'on puisse y pratiquer une agriculture intensive. On présume que, si on lui présente une alternative viable comme le boisement, le propriétaire terrien décidera des terres pour lesquelles cette solution est intéressante sur le plan économique. On suppose un taux d'adoption de 50 000 hectares pour l'ensemble du Canada. La répartition de ces 50 000 hectares entre les provinces est présentée à l'annexe A. Le boisement devrait réduire les émissions de GES en entraînant un meilleur piégeage du carbone et améliorer la biodiversité. (Remarque : lors de futures analyses, nous pourrions tenir compte de différentes formes d'activités de boisement, comme les bandes riveraines, les brise-vent, les rideaux-abris, les trajets de passage de la faune, les plantations pour favoriser la biodiversité, les systèmes sylvopastoraux et la culture en bandes.)

Incidence des scénarios

- L'indicateur COS augmente légèrement dans toutes les provinces. En Colombie-Britannique, des augmentations relativement importantes sont provoquées par le fait que des superficies plus grandes de terres passent de l'agriculture traditionnelle au boisement par suite de consultations menées auprès de Forêts Canada.
- Les résultats du modèle montrent une réduction des émissions de GES dans toutes les provinces (Figure 22). La baisse la plus importante se rencontre en Colombie-Britannique pour les raisons mentionnées précédemment. La diminution totale à l'échelle nationale entraînée par le scénario de boisement est de 1,7 % (1,0 Mt d'équivalent CO₂).
- L'impact du scénario de boisement sur les indicateurs IRCEA et ARS est limité. Les deux indicateurs présentent une baisse d'environ 1 % sur l'Île-du-Prince-Édouard et l'ARS diminue d'environ 2 % en Colombie-Britannique.
- Ce scénario a un impact négligeable sur l'érosion hydrique et aucun impact sur l'érosion éolienne. L'impact sur l'érosion hydrique n'a pas pu être totalement évalué parce que la structure du modèle ne peut pas tenir compte des valeurs de la couverture forestière. Bien que les répercussions soient négligeables en raison de la faible étendue des régions concernées, la conversion locale de territoires marginaux en plantations forestières pourrait produire certains avantages environnementaux. Comme le scénario de la couverture végétale permanente, le scénario de boisement s'applique à des sols et à des paysages qui sont peut-être parmi les plus exposés à une dégradation.
- Les forêts mixtes offrant à la faune un meilleur habitat que les terres agricoles (exception faite des prairies naturelles), la conversion de terres agricoles marginales en plantations forestières devrait donc avoir un impact positif sur la biodiversité. Les résultats montrent une augmentation de l'indice DH en

Figure 22 : Variation en % des émissions de GES résultant du boisement

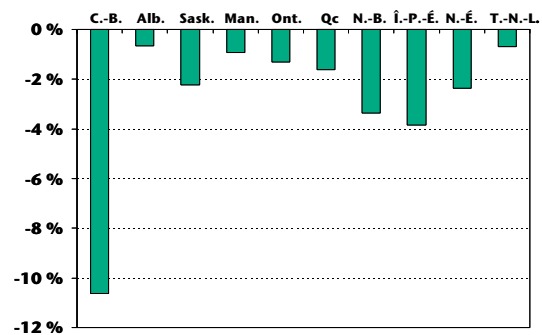
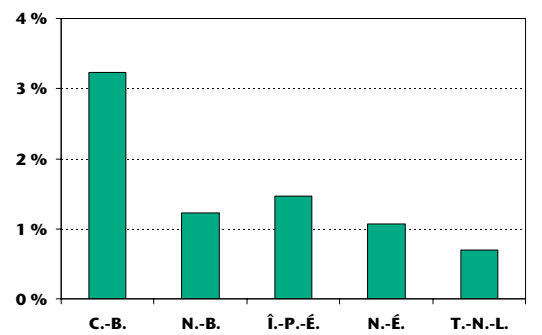


Figure 23 : Variation en % de l'indicateur DH résultant du boisement



Colombie-Britannique et dans les provinces de l'Atlantique, alors qu'il demeure à peu près le même pour les autres provinces en raison de la faible proportion de terres concernée (Figure 23).

Le scénario de boisement est appliqué à toutes les provinces. Il a un impact moyen sur le GES et un effet encore plus faible sur les indicateurs DH, IRCEA et ARS. L'analyse de sensibilité montre que la conversion de 20 000 à 100 000 hectares de terres marginales en plantations forestières pourrait réduire les émissions nationales de GES de 0,7 % (0,4 Mt d'équivalent CO₂) à 3,4 % (2,0 Mt d'équivalent CO₂).

SECTION 5

RÉSULTATS DE L'ANALYSE COMBINÉE

5.1 Analyse combinée

Les résultats présentés dans les sections précédentes étaient une estimation des répercussions des différents scénarios individuels sur les IAE. Pour mieux comprendre l'impact global de tous les scénarios de gestion, nous avons mené une analyse combinée des scénarios. Dans cette analyse combinée, le modèle d'optimisation MARAC est résolu simultanément pour tous les scénarios, en tenant compte des interactions possibles entre les scénarios. La comparaison des résultats entre les scénarios individuels et le scénario combiné permet de dire que leurs répercussions sur les IAE sont essentiellement additives. La présente section offre un résumé de l'analyse combinée, par indicateur, puis un résumé à l'échelle nationale des répercussions du scénario combiné. Le tableau 3 récapitule les scénarios de gestion inclus dans l'analyse combinée ainsi que les provinces où ces scénarios sont utilisables. Les résumés pour chacune des provinces sont présentés à l'annexe D.

Tableau 3 : Résumé des scénarios de gestion pertinents, par province

	Adaptation de la quantité d'azote	Semis direct	Jachère	Couverture végétale permanente	Cultures fourragères en rotation	*Création de terrasses	Gestion des pâturages	Stratégies d'alimentation	Agroforesterie
C.-B.	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Alb.	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Sask.	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Man.	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Ont.	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓
Qué.	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓
N.-É.		✓		✓	✓		✓	✓	✓
Î.-P.-É.	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
N.-B.	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
T.-N.		✓		✓	✓		✓	✓	✓

* En raison de la structure des modèles, le scénario de création de terrasses n'a pas pu être analysé au moyen de ces modèles. Par conséquent, les répercussions de la création de terrasses ne sont pas incluses dans les résultats du scénario combiné.

5.2 Résultats

5.2.1 Carbone organique du sol

Le groupe combiné de scénarios de gestion de l'environnement montre une augmentation de l'indicateur COS pour toutes les provinces (Tableau 4). Les variations en pourcentage ne sont pas présentées en raison du changement de signe des coefficients, de négatif (origine du COS) à positif (puits de COS) et inversement. Les scénarios de gestion qui contribuent le plus à l'amélioration du COS sont le travail de conservation du sol, la mise en jachère réduite, les productions fourragères en rotation, le boisement et, dans une moindre mesure, le pâturage et la couverture végétale permanente. Les puits relativement grands présents dans les Prairies proviennent de l'effet des scénarios de travail de conservation du sol et de jachère réduite. Notons que les estimations de piégeage du carbone dans la gestion des pâturages et le boisement, de même que pour les provinces autres que les Prairies soumises au scénario de semis direct, ont été calculées en dehors du MCPPEA puisque la version actuelle du modèle ne tient pas compte de ces spécifications.

À l'échelle nationale, le COS présente une variation de 3,8 Mt C (14 Mt d'équivalent CO₂). Les répercussions sont comprises entre 1,7 Mt de C (6,2 Mt d'équivalent CO₂) et 6,4 Mt de C (23,4 d'équivalent CO₂) pour des taux d'adoption respectivement faibles et élevés.

Tableau 4 : Variation du COS et variation nette du GES dans le scénario combiné

Province	COS		Baisse nette du GES (incl. le puits de COS)
	1 000 tonnes de carbone	Mt d'équivalent CO ₂	Mt d'équivalent CO ₂
C.-B.	114	0,42	0,44
Alb.	965	3,53	2,93
Sask.	1 966	7,20	5,10
Man.	562	2,06	1,97
Ont.	109	0,40	0,89
Qué.	97	0,36	0,72
N.-B.	7	0,03	0,04
Î.-P.-É.	8	0,03	0,05
N.-É.	6	0,02	0,03
T.-N.	1	0,004	0,004

5.2.2 Émissions de GES

Les résultats du modèle du scénario combiné montrent une baisse de l'indicateur GES pour toutes les provinces (Figure 24). Les diminutions absolues et relatives des émissions de GES sont plus grandes dans l'Ouest que dans l'Est canadien. Ce fait peut s'expliquer par des scénarios comme le semis direct et la mise en jachère qui ont des impacts relativement importants sur les émissions de GES (via le piégeage du carbone) dans les Prairies et en Colombie-Britannique, en raison des taux d'adoption élevés et des surfaces importantes de terres labourables.

La réduction totale des émissions de GES à l'échelle nationale est de 20 % (12 Mt d'équivalent CO₂). La plage de réduction de GES s'étale entre 9 % (5 Mt d'équivalent CO₂) et 33 % (20 Mt d'équivalent CO₂),

en fonction du taux d'adoption présumé. Quarante-deux pourcent (5,1 Mt d'équivalent CO₂) de la réduction à l'échelle nationale proviennent de la Saskatchewan. L'Alberta et le Manitoba contribuent à hauteur de 40 % (4,9 Mt d'équivalent CO₂). L'analyse de différents scénarios individuels présentée dans la section précédente a révélé que ce sont l'augmentation du semis direct, la mise en jachère réduite et une meilleure adaptation de la quantité d'azote qui contribuent le plus à la baisse de l'indicateur GES.

5.2.3 Risque de contamination de l'eau par l'azote et l'azote résiduel

Le groupe de scénarios de gestion de l'environnement se traduit par une diminution de l'IRCEA dans les provinces de l'Est (l'IRCEA n'est pas utilisable dans les provinces de l'Ouest) et une diminution de l'indicateur ARS dans toutes les provinces (Figure 25). La variation moyenne de l'IRCEA pour les provinces de l'Est est d'environ 12 % et celle de l'ARS à l'échelle nationale, de 11 %. L'analyse de sensibilité pour l'ARS indique une plage d'impact s'étendant entre 6 % et 15 % à l'échelle nationale. Les principaux scénarios qui entraînent ces variations sont l'adaptation de la quantité d'azote et l'alimentation combinée. Ces scénarios visent spécifiquement à réduire la quantité d'azote utilisée dans les installations culturales et d'élevage de bovins.

5.2.4 Risque d'érosion éolienne et hydrique

L'indicateur de risque d'érosion éolienne est utilisable seulement dans les provinces des Prairies, où les terres sont relativement plates et où il y a peu d'arbres ou d'autres obstacles pouvant servir de barrières contre le vent. Les résultats indiquent que le groupe de scénarios de gestion réduit l'érosion éolienne dans les trois provinces des Prairies, principalement en Alberta (Figure 26). Les principaux scénarios agissant sur le RÉÉ sont le travail de conservation du sol, la mise en jachère réduite et l'augmentation de la couverture végétale permanente. La portée de l'impact varie considérablement et dépend des taux d'adoption. Elle est comprise entre 18 % et 58 % en Alberta, 14 % et 44 % en Saskatchewan et 11 % et 47 % au Manitoba.

L'indicateur RÉH est pertinent dans toutes les provinces, sauf à Terre-Neuve. L'impact de cet indicateur est plus important dans les provinces de l'Ouest (15 % à 19 %) que dans les provinces de l'Est (0,5 % à 3 %) (Figure 26). Cette différence s'explique probablement par l'impact additionnel produit dans les provinces de l'Ouest par les scénarios de travail de conservation du sol, de mise en jachère réduite et de gestion des pâturages. Les autres scénarios ayant une incidence sur le RÉH dans la plupart des provinces sont la couverture végétale permanente et l'intensification des cultures fourragères en rotation.

Figure 24 : Variation en % des émissions de GES dans l'analyse combinée

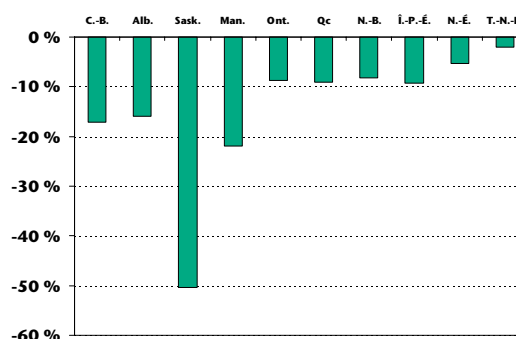


Figure 25 : Variation en % des indicateurs IRCEA et ARS dans l'analyse combinée

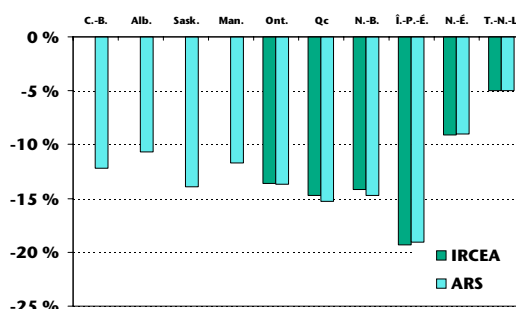
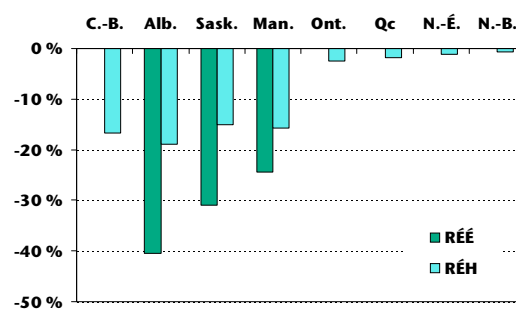


Figure 26 : Variation en % des indicateurs RÉÉ et RÉH dans l'analyse combinée



5.2.5 Disponibilité de l'habitat

L'indicateur DH est utilisable dans toutes les provinces. Les résultats du scénario combiné montrent un impact sur la biodiversité dans toutes les provinces (Figure 27), l'augmentation globale de l'indice de biodiversité à l'échelle du Canada étant de 6 %. Les résultats des scénarios d'adaptation faible et élevée montrent une augmentation qui s'échelonne entre 3 % et 10 %.

Comme c'est le cas pour les indicateurs GES et RÉH, l'impact est plus important dans l'Ouest que dans l'Est à cause du changement plus important de mode d'utilisation des sols (par exemple, le passage de la culture des terres labourables et de la mise en jachère à la culture du foin et aux pâturages). Ceci est encore plus vrai dans le cas des scénarios de la mise en jachère réduite, de l'intensification de la couverture végétale permanente et de l'intensification des cultures fourragères.

5.3 Résumé à l'échelle nationale

Le résultat global du groupe combiné de scénarios de gestion de l'environnement est un mouvement des IAE dans la direction désirée, tant au niveau provincial que national. Ces résultats sont produits par les variations des niveaux d'utilisation des terres et de l'élevage de bovins, qui sont déterminées par le modèle d'optimisation économique (MARAC). Le résumé des changements opérés à l'échelle nationale dans l'utilisation des terres et l'élevage de bovins par rapport à la référence de base est présenté sur la figure 28. Cette Figure montre un changement du mode d'utilisation des terres, de la mise en jachère vers les terres à foin et les prairies artificielles. L'augmentation des terres à foin et des prairies artificielles est accompagnée d'une augmentation de l'élevage de vaches de boucherie.

Les changements à l'échelle nationale de l'utilisation des terres et du cheptel bovin qui résultent du scénario de gestion combiné, sont traduits en variations des IAE sur la figure 29. La ligne verticale associée à chaque indicateur représente la gamme de l'impact pour des taux d'adoption respectivement faibles et élevés. Le carré noir représente les résultats correspondant aux taux d'adoption moyens.

Les indicateurs RÉÉ, RÉH et IRCEA n'apparaissent pas sur la figure 29 puisque les totaux correspondant à l'échelle nationale ne sont pas applicables. Les résumés nationaux ne sont ni significatifs ni pertinents pour les indicateurs RÉÉ et RÉH. L'IRCEA ne peut pas faire l'objet d'une addition à l'échelle nationale puisqu'il est utilisable seulement dans les provinces de l'Est. L'impact moyen sur l'indicateur RÉH dans le cas des provinces des Prairies se traduit par des réductions allant de 11 % à 58 % pour les taux d'adoption

Figure 27 : Variation en % de l'indicateur DH dans l'analyse combinée

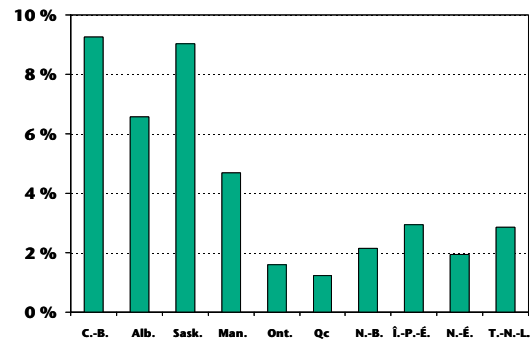


Figure 28 : Résumé à l'échelle nationale de la variation en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail à partir de la référence MSQ 2008 pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés.

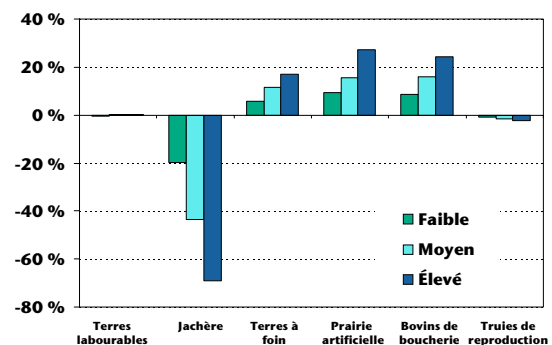
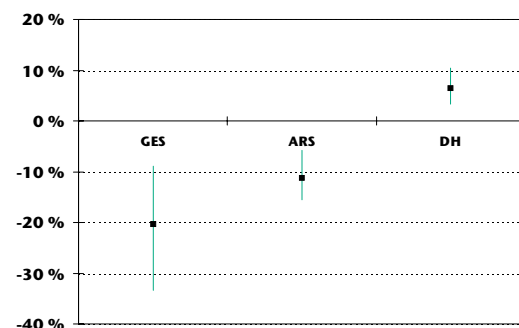


Figure 29 : Résumé à l'échelle nationale de la variation en % des indicateurs IAE à partir de la référence MSQ 2008 pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés



respectivement faibles et élevés. Les variations moyennes de l'indicateur IRCEA indiquent par des diminutions de 3 % à 22 % pour les taux d'adoption respectivement faibles et élevés. L'indicateur RÉH varie considérablement d'une province à l'autre, les répercussions les plus importantes étant observées dans l'Ouest.

Il faut comprendre que les scénarios de gestion de l'environnement sont conçus pour être utilisés ensemble et que ces résultats ne devraient donc pas servir à manipuler certains indicateurs sans tenir compte des autres. Par exemple, un scénario peut produire une forte réduction des émissions de GES, mais avoir des effets négligeables ou indésirables sur la qualité de l'eau. De même, certains scénarios peuvent avoir l'impact désiré sur la qualité de l'eau et aucun sur la qualité de l'air. Les scénarios de gestion de l'environnement ont été conçus pour travailler en synergie afin de produire une augmentation de la qualité de l'air, des sols et de l'eau et d'exercer un effet favorable sur la biodiversité.

SECTION 6

RÉSUMÉ ET LIMITATIONS

Sur la base des résultats de la présente analyse, nous estimons que les scénarios de gestion de l'environnement ont un effet désirable sur les IAE. La réduction de 20 % des émissions de GES (12 Mt de l'équivalent CO₂) entraîne une amélioration de 20 % de la qualité de l'air. Une amélioration de la qualité des sols est représentée par une baisse des indicateurs ARS, RÉÉ et RÉH. L'indicateur ARS diminue de 11 % et la réduction de l'IRCEA, du RÉH et du RÉÉ varie selon la province. La biodiversité, exprimée en termes de disponibilité faunique de l'habitat, augmente de 6 % dans l'ensemble du Canada. Nous avons également généré des résultats pour trois niveaux de taux d'adoption afin de donner une indication de la sensibilité des IAE à divers degrés d'implantation des scénarios.

Selon l'accord de Whitehorse, les ministres doivent viser à « réaliser des objectifs quantifiables et significatifs en matière d'environnement dans les domaines de la qualité de l'eau, de l'air, du sol et de la biodiversité. » La présente analyse montre comment prédire l'incidence quantitative des pratiques agricoles sur l'environnement. Elle est par conséquent utile pour deux raisons principales. Premièrement, elle quantifie l'impact de diverses pratiques de gestion sur la qualité de l'eau, de l'air et du sol ainsi que sur la biodiversité au moyen d'indicateurs mesurables et significatifs. Deuxièmement, elle aide à identifier des objectifs environnementaux pertinents en indiquant les résultats que les pratiques de gestion de l'environnement permettent d'atteindre.

Il est important de noter que les scénarios de gestion de l'environnement choisis pour réaliser cette analyse ne sont pas nécessairement ceux qui devraient être ou qui seront sélectionnés pour atteindre les objectifs du CSA. Le but de la présente analyse est de montrer le type et le niveau d'information qui peuvent être générés afin de favoriser l'élaboration des cibles environnementales. Ces résultats ne devraient pas être considérés comme des données fixes.

Les décideurs doivent être conscients des limites de cette analyse lorsqu'ils utilisent l'information qu'elle fournit dans le cadre de leur processus décisionnel.

Premièrement, l'indicateur GES est plutôt sensible aux scénarios de gestion de l'environnement, puisqu'une quantité importante des ressources a été investie pour donner à ce modèle des capacités de prédiction. Les autres IAE ont des capacités prédictives plus grossières et sont incapables de fournir les détails nécessaires à une mesure plus significative et à une meilleure prédiction de l'incidence environnementale. Il faudra encore améliorer les indicateurs agroenvironnementaux pour pouvoir effectuer une analyse plus précise de l'incidence environnementale des différentes pratiques de gestion.

Deuxièmement, l'IRCEA est un modèle de bilan annuel contenant un certain nombre d'hypothèses et de généralisations. Il est actuellement utilisé comme « indicateur » et permet d'obtenir certaines comparaisons générales entre les régions. Nous avons identifié un certain nombre de limitations et de secteurs à améliorer :

- Les données météorologiques disponibles ne fournissent pas les valeurs d'évapotranspiration critique et de capacité de rétention d'eau pour un certain nombre de polygones de pédopaysages. Les taux d'application d'azote sont basés sur les taux recommandés, ajustés selon les chiffres de vente par province, et les taux d'application du fumier sont déterminés à partir du cheptel bovin total présent à l'intérieur du polygone considéré, ainsi de l'hypothèse d'une répartition uniforme. Étant donné la grande influence de ces paramètres sur les valeurs de l'IRCEA et de l'ARS, il faudrait les vérifier, les étendre et les améliorer à partir de la documentation, de l'expertise scientifique ou des données des mesures.
- À l'heure actuelle, l'IRCEA est calculé uniquement pour les provinces de l'Est; cependant, des travaux sont en cours pour étendre la portée de cet indicateur aux provinces de l'Ouest.
- Le modèle actuel n'inclut pas certaines pratiques telles que le semis direct ou la création de terrasses. Puisque les pratiques de conservation constituent une composante fondamentale de la génération de scénario, cet aspect devrait être pris en compte.
- La fixation par les légumineuses et les interactions sol/atmosphère/azote (volatilisation, dénitrification, minéralisation) ont une influence considérable sur la quantité d'ARS et par conséquent, sur le risque de contamination de l'eau. Ces processus sont traités d'une façon plutôt superficielle par l'IRCEA et les coefficients doivent être évalués et améliorés là où de nouveaux résultats de recherche s'appliquent.

Troisièmement, il est difficile et parfois impossible, en utilisant le modèle économique actuel (MARAC) et les indicateurs environnementaux, d'expliquer les différences spatiales qui peuvent survenir. Le MARAC est un modèle économique régional désagrégé par province, à l'exception de partie concernant à la culture dans les Prairies, qui se compose de 22 régions. Par contraste, la plupart des IAE sont basés sur les polygones des Pédopaysages du Canada (PPC). Nous avons besoin de meilleurs outils d'analyse pour appliquer de façon plus réaliste les variations de production générées par le MARAC au niveau du PPC (ou plus bas) afin d'améliorer l'estimation de l'impact sur les IAE. Un modèle d'affectation d'utilisation des terres (MAUT) est en voie d'élaboration pour résoudre ce problème. Il faut aussi améliorer la structure du MARAC aux besoins, par exemple diviser l'Ontario, le Québec et la Colombie-Britannique en plusieurs régions. Un autre exemple des modifications qu'il est nécessaire d'apporter au modèle concerne l'extension du fractionnement des pratiques entre le travail sans labour, le labour modéré et le labour conventionnel aux provinces autres que celles des Prairies.

Quatrièmement, le choix des scénarios pour l'analyse était limité par la disponibilité des modèles de mesure que nous possédons actuellement, ce qui entraîna l'exclusion de plusieurs options de gestion importantes. La gestion du fumier et les zones riveraines sont deux de ces exemples identifiés par les experts et les chercheurs d'AAC comme étant importants pour l'agriculture au point de vue environnemental. Certains travaux futurs devront être consacrés à la mise au point d'indicateurs pour d'autres types importants de gestion.

Finalement, nous ne donnerons pas d'estimations explicites des coûts des divers scénarios dans le présent rapport, bien que certaines estimations de surplus des producteurs aient été générées par le MARAC dans le cadre de cette analyse. Cependant, il est certain que les résultats présentent des faiblesses qu'il faudra analyser. Les coûts sont largement surestimés pour certains scénarios impliquant des changements obligatoires d'utilisation des terres puisque le modèle reflète les coûts à court terme basés sur les courbes des coûts marginaux à pente ascendante. Par conséquent, à mesure que la solution s'éloigne d'une affectation optimale d'utilisation des terres (c.-à-d. de la référence 2008), les coûts augmentent et le surplus des producteurs diminue. Le modèle n'a pas tenu compte des ajustements à plus long terme effectués dans le secteur, qui aurait influencé la courbe de coûts marginaux à l'intérieur du MARAC. De même, certains coûts de lancement n'ont pas été intégrés à plusieurs scénarios (par exemple l'augmentation du troupeau de bovins dans le scénario de la couverture végétale permanente). D'autres études et analyses offrent une base à partir de laquelle nous pouvons fournir des estimations qui reflètent mieux les implications financières à plus long terme pour ce secteur; ces dernières n'ont pas encore été intégrées au modèle. Dans le cas de certaines stratégies importantes d'atténuation, (par exemple, l'usage accru du

semis direct), les coûts à court terme pourraient, à plus long terme, être remplacés par des bénéfices, ce qui indiquerait que de pratiques de gestion bénéfiques constituent souvent des motivations économiques à long terme; cependant, il faut résoudre le problème du financement du lancement. L'information sur les coûts et les avantages des diverses pratiques de gestion de l'environnement est vitale pour l'élaboration des lignes directrices et constitue par conséquent une composante nécessaire des travaux à venir.

ANNEXE A

 HYPOTHÈSES ÉMISES POUR
CHACUN DES SCÉNARIOS

Tableau A.1 : Hypothèses émises pour le scénario de l'adaptation de la quantité d'azote

	MSQ 2008	Alternative 2008												
Région affectée Atlantique (N.-B. et Î.-P.-É.) Québec Ontario Prairies et C.-B. (région de Peace River) C.-B. (intérieur et basses-terres continentales)		A1 Céréales après pommes de terre A2 Applic. fractionnée de N sur les pommes de terre Qc1 N réduit sur le maïs (grain et ensilage) Ont.1 N réduit sur le maïs (grain et ensilage) P. O.1 Application automnale de N réduite C.-B.1 N réduit sur le maïs												
Taux d'adoption	Application d'engrais sur les cultures des Prairies Printemps 70 % Automne 30 %	On présume 100 % d'adoption en 2008 pour les régions où la réduction est appropriée Application d'engrais sur les cultures des Prairies <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>Faible</td> <td>Moyen</td> <td>Élevé</td> </tr> <tr> <td>Printemps</td> <td>80 %</td> <td>90 %</td> <td>100 %</td> </tr> <tr> <td>Automne</td> <td>20 %</td> <td>10 %</td> <td>0 %</td> </tr> </table>		Faible	Moyen	Élevé	Printemps	80 %	90 %	100 %	Automne	20 %	10 %	0 %
	Faible	Moyen	Élevé											
Printemps	80 %	90 %	100 %											
Automne	20 %	10 %	0 %											
Productivité		L'augmentation de l'efficacité de la gestion n'a pas d'effet sur le rendement												
Taux d'utilisation (kg/ha d'N) Atlantique Québec Ontario Prairies et C.-B. (région de Peace River) C.-B. (intérieur et basses-terres continentales)		Faible A1 Réduit de 10 kg/ha A2 Réduit de 30 kg/ha sur 30 % de la superficie Qc1 Réduit de 15 kg/ha Ont.1 Réduit de 15 kg/ha P. O.1 Réduction d'engrais du % correspondant C.-B.1 Réduit de 50 kg/ha sur 30 % de la superficie Moyen A1 Réduit de 20 kg/ha A2 Réduit de 30 kg/ha sur 50 % de la superficie Qc1 Réduit de 30 kg/ha Ont.1 Réduit de 30 kg/ha P. O.1 Réduction d'engrais du % correspondant C.-B.1 Réduit de 50 kg/ha sur 55 % de la superficie Élevé A1 Réduit de 20 kg/ha A2 Réduit de 30 kg/ha sur 70 % de la superficie Qc1 Réduit de 30 kg/ha Ont.1 Réduit de 30 kg/ha P. O.1 Réduction d'engrais du % correspondant C.-B.1 Réduit de 50 kg/ha sur 70 % de la superficie												
Coût de production Atlantique Québec Ontario Prairies et C.-B. (région de Peace River) C.-B. (intérieur et basses-terres continentales)		A1 Analyse des sols @ 25 \$/ha A2 Analyse des sols @ 25 \$/ha Qc1 Analyse des sols @ 25 \$/ha Ont.1 Analyse des sols @ 25 \$/ha P. O.1 N est 12 % plus cher au printemps qu'à l'automne C.-B.1 Analyse des sols @ 25 \$/ha												

Tableau A.2 : Incidence de la réduction de l'application automnale sur l'usage de l'engrais et sur les coûts (Scénario de l'adaptation de la quantité d'azote)

Efficacité en automne/ au printemps	Ventilation des zones de sols				Applications d'engrais									
	Noirs		Bruns foncés		Bruns		Gris		20 % automne/ 80 % printemps		10 % automne/ 90 % printemps		0 % automne/ 100 % printemps	
	73 %	86 %	97 %	63 %	Adapt. de la quantité d'engrais	Ajustement des coûts	Adapt. de la quantité d'engrais	Ajustement des coûts	Adapt. de la quantité d'engrais	Ajustement des coûts	Adapt. de la quantité d'engrais	Ajustement des coûts	Adapt. de la quantité d'engrais	Ajustement des coûts
C.-B.1				1,00					0,96	0,97	0,93	0,94	0,89	0,91
Alb.1			1,00					1,00	1,01	1,02	0,99	1,02	0,99	1,03
Alb.2		0,80	0,20					0,99	1,00	1,00	0,98	1,00	0,96	1,00
Alb.3	0,90	0,10						0,97	0,98	0,97	0,95	0,97	0,92	0,95
Alb.4		0,50	0,50					0,99	1,00	1,00	0,98	1,00	0,97	1,01
Alb.5	0,50						0,50	0,97	0,98	0,95	0,94	0,95	0,90	0,93
Alb.6							1,00	0,96	0,97	0,94	0,93	0,94	0,89	0,91
Alb.7							1,00	0,96	0,97	0,93	0,93	0,94	0,89	0,91
Sask.1	0,80	0,10	0,10					0,98	0,99	0,99	0,95	0,97	0,93	0,96
Sask.2	0,15	0,15	0,70					0,99	1,00	1,01	0,98	1,01	0,98	1,01
Sask.3			1,00					1,00	1,01	1,02	0,99	1,02	0,99	1,03
Sask.4			0,90					1,00	1,01	1,01	0,99	1,01	0,99	1,02
Sask.5	1,0							0,97	0,98	0,96	0,95	0,96	0,92	0,95
Sask.6	0,10	0,90						0,98	0,99	0,99	0,97	0,99	0,95	0,98
Sask.7		0,60	0,40					0,99	1,00	1,00	0,98	1,00	0,97	1,00
Sask.8	1,00							0,97	0,98	0,96	0,95	0,96	0,92	0,95
Sask.9	0,90	0,10						0,97	0,98	0,97	0,95	0,97	0,92	0,95
Man.1	1,0							0,97	0,98	0,96	0,95	0,96	0,92	0,95
Man.2	0,90	0,10						0,97	0,98	0,97	0,95	0,97	0,92	0,95
Man.3	1,0							0,97	0,98	0,96	0,95	0,96	0,92	0,95
Man.4	1,0							0,97	0,98	0,96	0,95	0,96	0,92	0,95
Man.5	0,80	0,20						0,98	0,98	0,96	0,95	0,96	0,92	0,95
Man.6	0,80			0,20				0,97	0,98	0,96	0,94	0,96	0,91	0,94

Tableau A.3 : Hypothèses émises pour le scénario du semis direct

	MSQ 2008		Alternative 2008			
Région concernée			Tous les provinces			
Taux d'adoption	Semis direct	MSQ	Semis direct	Faible	Moyen	Élevé
	C.-B.	14 %	C.-B.	19 %	22 %	25 %
	Alb.	28 %	Alb.	38 %	53 %	67 %
	Sask.	39 %	Sask.	49 %	62 %	70 %
	Man.	13 %	Man.	23 %	37 %	61 %
	Ont.	27 %	Ont.	28 %	29 %	39 %
	Qué.	5 %	Qué.	12 %	18 %	29 %
	N.-B.	3 %	N.-B.	4 %	5 %	6 %
	N.-É.	2 %	N.-É.	3 %	4 %	5 %
	Î.-P.-É.	2 %	Î.-P.-É.	2 %	3 %	5 %
	T.-N.	2 %	T.-N.	2 %	3 %	4 %
Productivité			L'augmentation de carbone du sol n'a pas d'effet sur le rendement des cultures.			
Taux d'utilisaiton			La structure de coûts du MARAC varie selon le régime de labour dans les Prairies – le semis direct tend à entraîner moins de dépenses en machinerie, mais requiert davantage d'intrants chimiques. L'engrais azoté a été augmenté de 10 % par rapport à la référence MSQ pour les nouvelles terres en gestion sans labour.			
Coût de production			Pas de variation par rapport à la référence MSQ 2008.			

Tableau A.4 : Hypothèses émises pour le scénario de la mise en jachère réduite

	MSQ 2008	Alternative 2008								
Région concernée		Prairies et C.-B. (région de Peace River)								
Taux d'adoption	Zone de sols	Zone de sols	Scénario 2008							
			Faible	Moyen		Élevé				
		<i>M ha</i>	<i>M ha</i>	%	<i>M ha</i>	%	<i>M ha</i>	%		
	Noirs/Gris	1,2	Noirs/Gris	0,9	-25	0,6	-50	0,3	-75	
	Brun foncé	1,1	Brun foncé	0,9	-20	0,7	-40	0,5	-60	
	Brun	1,6	Brun	1,5	-10	1,1	-30	0,8	-50	
	Prairies	3,9	Prairies	3,2	-17	2,4	-39	1,5	-60	
Productivité		L'augmentation de carbone du sol n'a pas d'effet sur le rendement cultural.								
Taux d'utilisation		Dans le MARAC, la structure des coûts diffère pour les cultures réalisées sur le chaume ou en jachère. Pas de variation par rapport à la référence MSQ.								
Coût de production		Pas de variation par rapport à la référence MSQ.								

Tableau A.5 : Hypothèses émises pour le scénario de la couverture végétale permanente

	MSQ 2008	Alternative 2008			
Région concernée		Toutes les provinces			
Taux d'adoption		Hypothèse d'adoption de la couverture végétale permanente jusqu'à 1 000 000 ha dans l'ensemble du Canada. La répartition des terres converties afin d'améliorer le rendement des pâturages ou des cultures de foin varie selon la région, le type de sol, les terres marginales cultivées et la répartition entre les pâturages et foin pour nourrir le bétail. Augmentation (par rapport au MSQ) de la couverture végétale permanente par province (ha)			
		Province	Faible	Moyen	Élevé
		C.-B.	16 240	24 354	40 590
		Alb.	130 900	196 350	327 240
		Sask.	176 480	264 720	441 210
		Man.	41 590	62 380	103 970
		Ont.	20 950	31 430	52 380
		Qué.	10 760	16 130	26 890
		N.-B.	1 050	1 560	2 600
		Î.-P.É.	1 289	1 930	3 210
		N.-É.	560	850	1 410
		T.-N.	140	210	360
		Canada	400 000	600 000	1 000 000
Productivité		Aucun impact sur les récoltes ou les cultures fourragères. Augmentation du cheptel de bovin à viande afin que les stocks provinciaux de fourrage et de bovins augmentent dans des proportions similaires.			
Taux d'utilisation		Aucune variation du taux d'utilisation par hectare, mais le taux total diminuera à cause de la baisse de la superficie des terres culturales.			
Coût de production		Aucune variation par rapport au MSQ.			

Remarque : À la demande de l'Ontario, les troupeaux de bovins ont été maintenus constants.

Tableau A.6 : Hypothèses émises pour le scénario d'augmentation des cultures fourragères dans la rotation des cultures

	MSQ 2008	Alternative 2008		
Région concernée		Toutes les régions		
Taux d'adoption		Élevé	1,24 millions hectares (3 % des terres actuellement en culture)	
		Moyen	0,82 million hectares (2 % des terres actuellement en culture)	
		Faible	0,41 million hectares (1 % des terres actuellement en culture)	
Productivité Ratio de terres à foin : les terres labourables ont été évaluées pour chaque district agricole à partir des données de 1996.		Augmentation de rendement	Terres à foin : terres labourables (%)	
			<10 %	10 % à 25 %
				>25 %
		Élevé		
		Céréales et oléagineux	3,33 %	1,67 %
		Foin	3,33 %	1,67 %
		Moyen		
		Céréales et oléagineux	2,22 %	1,11 %
		Foin	2,22 %	1,11 %
		Faible		
		Céréales et oléagineux	1,11 %	0,56 %
		Foin	1,11 %	0,56 %
Taux d'utilisation		Usage d'engrais azoté	Terres à foin : terres labourables (%)	
		Élevé		
		Céréales et oléagineux	-6,66 %	-2,66 %
		Moyen		
		Céréales et oléagineux	-4,44 %	-1,77 %
		Faible		
		Céréales et oléagineux	-2,22 %	-0,89 %
Coût de production		Coûts égaux à la référence MSQ 2008, sauf changement dans l'utilisation d'engrais sur les céréales et oléagineux.		

Remarque : Tel que demandé par le Manitoba seulement, les taux d'adoption ont été réduits de 1/3.

Tableau A.7 : Hypothèses émises pour le scénario de la création de terrasses

	MSQ 2008	Alternative 2008		
Région concernée		Cultures de pommes de terre en rotation sur l'Île-du-Prince-Édouard et au Nouveau Brunswick		
Taux d'adoption	Î.-P.-É. 11 % N.-B. 18 %	Faible Î.-P.-É. 16 % N.-B. 23 %	Moyen 26 % 33 %	Élevé 36 % 43 %
Productivité		Augmentation des rendements par réduction des pertes d'eau et d'azote. Augmentation des rendements à long terme par réduction de l'érosion.		
Taux d'utilisation		Moins besoin de N grâce à une réduction de la perte de N		
Coût de production		Coût d'investissement initial d'environ : \$375/ha sur l'Î.-P.-É. \$700/ha au N.-B. Un système de terrasses durera indéfiniment s'il est correctement entretenu. Augmentation de 25 \$/ha pour refléter les coûts d'entretien annuels. Les coûts supplémentaires peuvent inclure une baisse approximative de 20 % de l'efficacité de l'exploitation de l'équipement occasionnée par la traverse des voies d'eau gazonnées (50 \$/ha).		

Tableau A.8 : Hypothèses émises pour le scénario de pâturages : Paissance complémentaire

	MSQ 2008	Alternative 2008		
Région concernée		C.-B., Ouest Man., Nord Sask., Nord et Ouest Alb.		
	MSQ 40 %	Faible 45 %	Moyen 50 %	Élevé 60 %
		Hypothèse d'une relation directe entre le % de terres affectées par l'amélioration de la gestion et de la qualité du pâturage. Hypothèse d'un passage de la culture du foin à la prairie artificielle.		
Productivité		<p>Les rendements de cultures fourragères sur les pâturages naturels augmenteront de 50 % dans les zones nouvellement adoptées.</p> <p>La productivité bovine augmentera en termes de poids supérieur au sevrage, ce qui se reflète dans une baisse de la demande alimentaire (voir le taux d'utilisation).</p> <p>Autre exemple de l'augmentation de la qualité du pâturage : l'accroissement de 4,8 % du taux de vêlage (le taux de vêlage augmente de 4 veaux de plus pour 84 vaches)</p>		
Taux d'utilisation		<p>Dans le MARAC : ajustement à la baisse des demandes des engraisseurs en céréales et fourrages alimentaires pour refléter des poids plus élevés au sevrage provenant d'une meilleure qualité de fourrages.</p> <p>500 kg/an de moins d'aliments nécessaires (0.5kg/jour céréales 25 kg poids au sevrage plus élevé = 50 jours de moins d'alimentation; -50 jours* 10kg/jour régime alimentaire = -500)</p> <p>Augmentation du besoin en graines et engrais.</p>		
Coût de production		<p>Coûts d'alimentation plus faibles, tel que décrit ci-haut.</p> <p>Augmentation de 10 \$/ha pour l'entretien des clôtures et autres coûts d'entretien associés.</p>		

Tableau A.9 : Hypothèses émises pour le scénario de pâturages : pâturages en rotation

	MSQ 2008	Alternative 2008		
Région concernée	A. Pas d'utilisation de légumineuses ou d'engrais azotés, broutage continu B. Utilisation de légumineuses et d'engrais azotés, broutage continu. C. Aucun usage de légumineuses ou d'engrais, broutage continu	Régions concernées : A. Prairies naturelles de l'Ouest (humides) B. Prairies artificielles de l'Est C. Pâturages naturels de l'Est A. Utilisation du broutage en rotation, légumineuses en rotation, sans engrais (réensemencement tous les 5 ans). B. Utilisation du broutage en rotation, poursuite de l'utilisation de légumineuses, mais élimination de l'engrais azoté. C. Utilisation du broutage en rotation, ajout de P, K, de chaux vive, pas de légumineuses.		
Taux d'adoption	MSQ 50 %	Faible 55 %	Moyen 60 %	Élevé 70 %
Productivité		Amélioration de la gestion de la fertilité du sol par le broutage en rotation; l'ajout de légumineuses améliorera autant l'efficacité de l'utilisation de fourrages que leur quantité. Ceci peut se refléter par une augmentation discrétionnaire du rendement dans les régions concernées. Augmentation de 50 % du rendement dans les pâturages et les pâturages non améliorés dans les régions concernées (soit 5 %, 2,5 % et 5 % respectivement de la superficie totale des régions couvertes par A, B et C).		
Taux d'utilisation		Plus grande utilisation de carburant, d'électricité et de clôtures. De plus, dans les régions spécifiées, il y a un usage additionnel de graines, mais pour l'instant, aucun engrais azoté n'est utilisé. Besoin possible d'ajouter P, K et chaux vive.		
Coût de production		Coût fixe initial d'environ 50 \$/ha (15 000 \$) pour une ferme de 300 ha, dans toutes les régions, plus : 1) 10 \$/ha d'augmentation des coûts (basée sur 3 000 \$/300 ha pour le carburant, les clôtures, l'entretien et l'électricité pour l'entretien du système de rotation). 2) 42 \$/ha de baisse nette des coûts (basée sur une augmentation de 10 \$/ha des coûts d'exploitation, mais aussi d'une réduction de 52 \$/ha parce que l'on n'utilise pas d'engrais (-85 kg d'engrais N/ha/an * 0,619 \$/kg)) 3) Augmentation de 0,50 \$/ha (150 \$/300 ha) pour le carburant, les réparations, le P, le K et la chaux vive.		

Tableau A.10 : Hypothèses émises pour le scénario de l'alimentation combinée

	MSQ 2008	Alternative 2008		
Région concernée		L'ensemble des régions du Canada.		
Taux d'adoption	0 %	Faible 20 %	Moyen 40 %	Élevé 60 %
Productivité		<p>Porcs</p> <p>a. La réduction d'apport en protéines n'a pas d'impact négatif sur le rendement par animal.</p> <p>b. L'ajout de phytase au régime alimentaire améliore l'efficacité alimentaire de 5 à 10 %.</p> <p>Vaches laitières</p> <p>a. Une meilleure adaptation des besoins en protéines n'a pas d'impact sur le rendement.</p> <p>b. La réduction des besoins de protéine et l'ajout d'acides aminés protégés contre la rumination n'a aucun impact sur le rendement.</p> <p>Volaille</p> <p>a. La réduction de l'apport en protéines ne nuira pas à la croissance si les régimes alimentaires sont supplémentés correctement par des acides aminés libres.</p>		
Taux d'utilisation		<p>Porcs</p> <p>a. Réduction de l'apport en protéines : baisse de 15 % du taux de protéines. Ajout d'acides aminés libres pour équilibrer les protéines.</p> <p>b. Ajout de phytase au régime alimentaire : aucune variation par rapport à la référence MSQ.</p> <p>Vaches laitières</p> <p>a. Assortiment des protéines : 10 % de réduction de l'azote dans le régime alimentaire.</p> <p>b. Réduction des protéines et ajout d'acides aminés protégés contre la rumination : 20 % de réduction de l'azote dans le régime alimentaire, et addition d'acides aminés.</p> <p>Volaille</p> <p>a. Réduction de l'apport en protéines : 15 % de réduction des protéines dans le régime alimentaire.</p>		
Coût de production		<p>Porcs</p> <p>a. Baisse de l'apport en protéines : 15 % d'augmentation du coût par unité alimentaire par rapport au MSQ.</p> <p>b. Addition de phytase : Baisse de 5 % du coût par unité alimentaire par rapport au MSQ.</p> <p>Vaches laitières</p> <p>a. Assortiment des protéines : 10 % de réduction des suppléments de protéines (inclus dans la charge décaissée). Augmentation de l'analyse des fourrages à 10 \$/vache laitière/année. Baisse des coûts nets de 28,12 \$/vache laitière/année.</p> <p>b. Réduction des protéines et ajout d'acides aminés protégés contre la rumination : 20 % de réduction des suppléments de protéines (inclus dans la charge décaissée). Augmentation du coût d'analyse des fourrages à 15 \$/vache/année (5 \$ de plus par vache pour équilibrer les rations à l'aide d'acides aminés). Le coût des acides aminés protégés contre la rumination est de 0,15 \$/jour soit environ 45,00 \$ / vache laitière/année. Baisse du coût net de 16,25 \$ /vache laitière/année.</p> <p>Volaille</p> <p>a. Réduction de l'apport en protéines : 10 % d'augmentation du coût/unité alimentaire par rapport au MSQ.</p>		

Tableau A.11 : Hypothèses émises pour le scénario de boisement

	MSQ 2008	Alternative 2008
Région concernée		Toutes les provinces
Taux d'adoption La répartition des plantations entre les régions provient des consultations menées auprès de Forêts Canada		<p>Canada</p> <p>Faible = 20 000 ha Moyen = 50 000 ha Élevé = 100 000 ha</p> <p>Provinces</p> <p>C.-B. 26 % Prairies 43 % Ont. 13 % Qué. 13 % Atlantique 5 %</p>
Productivité		Aucun effet sur le rendement, retirer les terres non boisées de la production agricole.
Taux d'utilisation		Éliminer les apports agricoles. Augmenter les apports forestiers.
Coût de production		Espèce hybride = 2 150 \$/ha Espèce traditionnelle = 1 550 \$/ha (source : Terry Hatton, SCF, 2002).
Hypothèses complémentaires		<p>Essences d'arbres : peuplier hybride / mélange d'essences traditionnelles dans chaque région.</p> <p>Accélération des plantations : programme de plantation quinquennal (année 1 : 10 % / année 2 : 10 % / année 3 : 20 % / année 4 : 30 % / année 5 : 30 %).</p> <p>Résultats pour le CO₂ : les calculs sont effectués pour des niveaux supérieurs et inférieurs aux biomasses aérienne et souterraine.</p> <p>Aucune perte en CO₂ provoquée par les activités de préparation de site (c.-à-d. en supposant qu'il n'y avait aucune végétation sur le site avant le boisement).</p> <p>Les secteurs de plantation ne souffrent d'aucune perte provenant de nuisances naturelles (c.-à-d. feu, insectes, maladie).</p> <p>Aucune récolte durant les 25 premières années.</p>

ANNEXE B

TABLEAU DE CONCORDANCES PROVINCIALES

Tableau B.1 : Concordance des cibles environnementales provinciales par objectif principal du CSA et analyse des objectifs d’AAC

Objectifs du CSA	C.-B.	Alb.	Sask.	Man.	Ont.	Qué.	N.-B.	N.-É.	I.-P.-É.	T.-N.
1. Évaluation du risque environnemental et objectifs indicatifs										
• Plan environnementaux agricole/Cercles de conservation	Oui	À.É.	Non	Non	À.É.	Oui	Oui	Oui	À.É.	Oui
• Plans de gestion des bassins hydrographiques	Non	Non	Non	Non	Partie de PGEN	Non	Non	Non	*	*
2. Gestion des éléments nutritifs (pathogènes)										
• Plans de gestion des éléments nutritifs (PGEN)	Oui	Oui	Non	Oui	À.É.	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
• Gestion du fumier (Pratiques de gestion bénéfiques – PGB)	Oui	Oui	Non	Non	Partie de PGEN	Oui	Oui	Analyse des sols	*	*
• tenue d’un registre d’application du fumier dans les champs	*	*	Non	*	*	*	*	*	*	*
• analyse des sols (azote résiduel au N.-B.)	*	*	Oui	*	Partie de PGEN	*	Oui	Oui	*	Oui
• ajustement des taux d’application des engrais minéraux	*	*	*	*	*	*	*	Oui	*	Oui
• Gestion des engrais (PGB)	Oui	À.É.	Non	Non	*	Oui	Oui	Ajuster taux	*	*
• méthodes adaptées d’application des engrais	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Oui
• entreposage judicieux et étanche du fumier	Oui	*	*	*	*	Oui	Oui	*	*	Oui
• capacité d’entreposage du lisier	Oui	*	*	*	*	*	*	*	*	*
• marges de recul minimales (zones tampons assez grandes)	*	*	*	*	Partie de PGEN	*	*	*	*	Oui
• terres adéquates disponibles pour l’épandage sécurisé du fumier	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Oui
3. Lutte contre les parasites										
• Lutte intégrée	Non	Non	Non	Non	Oui (secteur et région)	Oui (grains/maïs/soya)	Non	Oui	*	*
• Pesticides (PGB)	Oui	Oui	Non	Oui	Non	*	Oui	Certification	*	*
• dommage économique ou surveillance des populations comme outils de décision	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Oui
• calibration annuelle des pulvérisateurs	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Oui
• Volume total de pesticides vendus	*	*	Non	*	Non	*	*	*	Oui	*

Tableau B.1 : Concordance des cibles environnementales provinciales par objectif principal du CSA et analyse des objectifs d'AAC

Objectifs du CSA	C.-B.	Alb.	Sask.	Man.	Ont.	Qué.	N.-B.	N.-É.	I.-P.-É.	T.-N.
<ul style="list-style-type: none"> Pesticides à toxicité réduite Lutte non chimique contre les parasites Applicateur agréé/Formation en sécurité Distance suffisante par rapport aux cours d'eau Pratiques culturales biologiques 	*	*	*	*	Non	*	*	*	Oui	*
<ul style="list-style-type: none"> Lutte non chimique contre les parasites Applicateur agréé/Formation en sécurité Distance suffisante par rapport aux cours d'eau 	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Oui
<ul style="list-style-type: none"> Pratiques culturales biologiques 	*	*	*	*	À.É.	À.É.	*	*	Oui	*
4. Gestion des terres et de l'eau										
• Journées de sol dénudé	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	*	*
• Pratiques aratoires anti-érosives (semis direct)	Peac e Riv.	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Non	*	Oui
• Compactage réduit des sols (N.-É.)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
• Érosion réduite des sols	*	*	*	*	*	*	*	*	Oui	Oui
• Jachère réduite	*	Oui	Oui	*	*	*	*	*	*	*
• Foin cultivé/Pâturage	*	*	Oui	*	*	*	*	*	*	*
• Accès contrôlé du bétail aux plans d'eau	Non	*	Non	*	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
• PGB pour les rives (zones tampons)	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Oui	*	*	Oui
• Irrigation (PGB)	Oui	À.É.	Non	Non	Faible priorité	Non-N/A	Non	Oui	*	*
• Pratiques de pâturage durable	Non	Oui	Non	Oui	*	Non	Non	Non	*	*
• Faune (PGB)	Non	Oui	Non	Non	Faible priorité	Non	Non	Non	*	*
• Terres labourables drainées par des canalisations en poterie (C.-B.)	Non	*	*	*	*	*	*	*	*	*
• Analyse des sols (N.-B.)	*	Oui	Oui	*	*	*	Oui	Oui	*	*
• Azote résiduel (N.-B.)	*	*	*	*	*	*	Oui	*	*	*
• Analyse des sols (Phosphore) (N.-B.)	*	*	*	*	*	*	Oui	*	*	*
• Gestion des débris végétaux (Sask.)	*	*	Non	*	*	*	*	*	*	*
• Gestion des sols et des débris végétaux (Man.)	*	*	*	Oui	*	*	*	*	*	*
• Base de données de l'inventaire de l'utilisation des terres fragiles et vulnérables (Ont.)	*	*	*	*	Oui	*	*	*	*	*
• Augmentation de la qualité forestière	*	*	*	*	*	*	*	*	Oui	*
• Maintien de la qualité du paysage pastoral	*	*	*	*	*	*	*	*	À.É.	*
5. Gestion des dommages										
• Gestion des odeurs	*	À.É.	Non	Oui	Si la LGEN passe	Oui	Oui	Oui	*	*
• Gestion des particules (poussières)	*	À.É.	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	*	*
• Plaintes pour dommages résolues	Oui	*	*	*	Si la LGEN passe	*	Oui	*	*	*

Oui - indique que des objectifs numériques ont été fixés

* - indique que cela ne s'applique pas à la région ou que ce n'est pas spécifique à la province

À.É. signifie « à élaborer » plus tard

Non - indique qu'aucun objectif numérique a été fixé

■ Scénarios pour lesquels une analyse des objectifs selon le CSA a été effectuée

ANNEXE C

RÉSULTATS DES MODÈLES

Tableau C.1 : Indicateurs agroenvironnementaux et résultats du MARAC – Référence 1996, 2001 et 2008

Province	Résultats du CRAM										Indicateurs environnementaux																		
	Terres labourables		Terres à foin		Prairies artificielles		Pâturages naturels		Bovins de boucherie		Truies de reproduction		Émissions de GES		Puits de carbone		ARS		RÉH										
	'000 ha	'000 ha	'000 ha	'000 ha	'000 ha	'000 ha	'000 ha	'000 ha	'000 têtes	'000 têtes	'000 têtes	'000 tonnes équiv. CO ₂	'000 tonnes carbone	mg N/l	kg N/ha	kg N/ha	t/ha/année	t/ha/année	kg N/ha	t/ha/année									
C.-B.	a	188	348	240	1 173	273	20	2 423	13	26,8	3,2	2 293	45	n.d.	24,2	29,3	3,2	2 573	40	29,3	3,2								
	b	186	401	233	1 208	280	18	19 504	-141	23,9	2,6	17 279	831	n.d.	29,0	26,3	2,2	18 431	948	28,3	2,2								
	c	192	401	233	1 208	298	21	12 771	504	26,3	2,3	9 811	1 849	n.d.	30,3	37,4	1,8	10 129	2 178	33,8	2,3								
Alb.		7 611	1 437	1 924	1 915	6 615	2 017	8 521	-89	40,4	2,2	9 811	1 849	n.d.	58,6	2,2	9 811	1 849	58,6	2,2	9 811	1 849							
		7 269	1 236	2 231	6 679	2 099	200	8 994	148	41,8	7,8	10 160	-11	9,0	44,9	7,6	7 504	-72	3,8	20,6	4,5	7 951	-155	4,2	23,1	5,2			
		7 503	1 029	2 480	2 231	6 679	2 235	227	8 012	-153	5,1	12 771	504	9,2	11,2	16,9	480	1	1,8	11,2	16,9	496	6	2,3	14,1	17,8			
Sask.		13 305	4 434	1 089	1 233	5 094	1 135	492	6	3,0	16,5	540	1	3,8	24,5	7,9	528	3	4,6	29,5	8,0	523	3	4,1	26,8	8,0			
		14 304	3 133	1 517	1 406	5 127	1 215	109	209	0	9,3	7 951	0	4,9	43,0	9,3	554	0	4,9	43,0	9,3	542	0	2,7	23,5	8,5			
		14 812	2 610	1 532	1 406	5 127	1 293	123	214	0	10,1	8 012	0	9,2	69,9	n.d.	202	0	9,2	69,9	n.d.	209	0	10,1	76,9	n.d.			
Man.		3 944	324	749	356	1 654	510	178	7	0	0	62 468	321	n.d.	29,9	32,8	n.d.	62 468	321	29,9	32,8	62 468	321	n.d.	32,8	n.d.			
		3 297	256	877	383	1 580	563	288	13	0	0	56 688	2 842	n.d.	36,7	36,7	n.d.	56 688	2 842	36,7	36,7	56 688	2 842	n.d.	36,7	36,7			
		3 993	213	857	383	1 580	600	326	14	0	0	60 069	3 159	n.d.	36,7	36,7	n.d.	60 069	3 159	36,7	36,7	60 069	3 159	n.d.	36,7	36,7			
Ont.		2 414	1 018	348	664	441	296	356	356	356	356	356	356	356	356	356	356	356	356	356	356	356	356	356	356	356	356	356	
		2 576	1 013	313	532	376	306	381	318	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402	
		2 551	1 038	313	532	306	381	318	402	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429	429	
Qué.		783	882	197	322	232	318	318	232	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	
		1 000	780	183	186	186	169	429	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
		979	801	183	186	169	169	429	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
N.-B.		55	70	20	30	23	23	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
		59	79	18	27	20	20	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
		59	79	18	27	17	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Î.-P.-É.		112	55	12	15	16	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
		113	58	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
		112	59	12	13	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
N.-É.		20	71	25	37	32	32	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
		21	75	23	33	27	27	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
		20	76	23	33	22	22	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
T.-N.		0,28	6	2	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0,52	7	3	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0,51	7	3	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Canada		28 432	6 234	6 211	4 349	15 612	4 681	1 089	4 681	4 681	4 681	4 681	4 681	4 681	4 681	4 681	4 681	4 681	4 681	4 681	4 681	4 681	4 681	4 681	4 681	4 681	4 681	4 681	4 681
		29 456	4 660	7 315	4 805	15 391	4 802	1 411	56 688	2 842	n.d.	56 688	2 842	n.d.	32,8	32,8	n.d.	56 688	2 842	32,8	32,8	n.d.	56 688	2 842	n.d.	32,8	32,8	n.d.	32,8
		30 221	3 882	7 330	4 805	15 391	4 951	1 545	60 069	3 159	36,7	60 069	3 159	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7

Notes :

aRéférence 1996

bRéférence 2001

cRéférence 2008

Tableau C.2 : Vente d'engrais : Contenu en azote pour 1996, 2001 et 2008 (tonnes)

Province	1996	2001	2008
(tonnes)			
C.-B.	26 922	16 461	33 652
Alb.	430 783	508 287	538 478
Sask.	517 829	543 998	647 286
Man.	312 350	326 933	390 437
Ont.	173 884	162 513	168 422
Qué.	88 207	94 719	92 775
Atlantique	26 237	29 161	27 625

Tableau C.3 : Taux d'adoption de la méthode du semis direct pour 1996, 2001 et 2008

Province	1996	2001	2008
Pourcentage			
C.-B.	10	14	14
Alb.	10	27	28
Sask.	22	39	39
Man.	9	13	13
Ont.	18	27	27
Qué.	4	5	5
N.-B.	2	3	3
Î.-P.-É.	2	2	2
N.-É.	3	8	2
T.-N.	4	12	2

Tableau C.4 : Résultats des indicateurs agroenvironnementaux et du MARAC d'après la base de la référence 2008

Province	Résultats du MARAC							Indicateurs agroenvironnementaux			
	Terres labou-rables '000 ha	Jachère '000 ha	Terres à foin '000 ha	Prairie artificielle '000 ha	Pâturages naturels '000 ha	Bovins de boucherie '000 têtes	Truies de reproduction '000 têtes	Émission de GES '000 tonnes équiv. CO ₂	Puits de COS '000 tonnes carbone	IRCEN mg N/l	ARS kg N/ha
C.-B.	192	30	401	233	1 208	298	21	2 573	40	n.d.	29,3
Alb.	7 503	1 029	2 480	2 231	6 679	2 235	227	18 431	948	n.d.	28,3
Sask.	14 812	2 610	1 532	1 406	5 127	1 293	123	10 129	2 178	n.d.	37,4
Man.	3 993	213	857	383	1 580	600	326	8 994	148	n.d.	58,6
Ont.	2 551		1 038	313	532	306	381	10 160	-11	9,0	44,9
Qué.	979		801	183	186	169	429	8 012	-153	4,6	24,9
N.-B.	59		79	18	27	17	14	492	6	3,0	18,5
Î.-P.-É.	112		59	12	13	11	14	523	3	4,1	26,8
N.-É.	20		76	23	33	22	11	542	0	2,7	23,5
T.-N.	1		7	3	7	1	0	214	0	14,3	107,1
Canada	30 221	3 882	7 330	4 805	15 391	4 951	1 545	60 069	3 159	n.d.	36,7

Note : Les tableaux suivants (C.5 à C.13) présentent les variations en pourcentage par rapport à la référence 2008 pour les résultats du MARAC et les IAE. Bien que les pourcentages indiquent la réaction dans chaque province, ils ne tiennent pas compte de la superficie en production qui est affectée par les différents scénarios. Les nombres absolus du tableau C.4 devraient être gardés en tête lors de l'interprétation des résultats des tableaux suivants.

Table C.5: Adaptation de la quantité d'azote : Variation en % selon les types de terres, les principaux types de bétail et les IAE pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

Province	Résultats du MARAC					Indicateurs environnementaux						
	Terres cultivées	Jachère	Terres à foin	Prairies artificielles	Bovins de boucherie	Truies de reproduction	GES	IRCEA	ARS	RÉE	REH	DH
C.-B.	a	-0,4	-0,8	0,2	0,0	-0,1	0,0	-0,6	n.d.	-3,0	n.d.	n.d.
	b	0,0	-1,5	0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,8	n.d.	-5,3	n.d.	n.d.
	c	0,2	-2,2	0,1	0,0	-0,1	0,0	-1,2	n.d.	-8,2	n.d.	n.d.
Alb.		0,1	-0,2	-0,1	0,0	0,0	0,1	-0,4	n.d.	-2,1	n.d.	n.d.
		0,1	-0,5	-0,2	0,0	0,0	0,0	-0,7	n.d.	-4,0	n.d.	n.d.
		0,2	-0,8	-0,3	0,0	0,0	0,0	-1,2	n.d.	-6,3	n.d.	n.d.
Sask.		0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	n.d.	-2,0	n.d.	n.d.
		0,0	-0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,8	n.d.	-3,6	n.d.	n.d.
		0,0	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,8	n.d.	-5,4	n.d.	n.d.
Man.		0,1	-0,6	-0,2	0,0	0,0	0,0	-1,0	n.d.	-3,2	n.d.	n.d.
		0,1	-1,0	-0,3	0,0	0,0	0,0	-1,8	n.d.	-5,5	n.d.	n.d.
		0,2	-1,4	-0,4	0,0	-0,1	0,0	-2,8	n.d.	-8,6	n.d.	n.d.
Ont.		-0,4	0,0	0,9	0,0	0,0	-0,7	-1,5	-5,5	-5,4	n.d.	n.d.
		-0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	-0,3	-2,2	-11,2	-11,2	n.d.	n.d.
		-0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	-0,2	-2,2	-11,2	-11,2	n.d.	n.d.
Qué.		-0,4	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	-0,9	-4,2	-4,3	n.d.	n.d.
		-0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	-1,4	-8,6	-8,9	n.d.	n.d.
		-0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	-1,4	-8,6	-8,8	n.d.	n.d.
N.-B.		-2,9	0,0	2,2	0,0	-0,1	-0,1	-1,5	-4,0	-4,4	n.d.	n.d.
		-1,9	0,0	1,4	0,0	-0,1	-0,1	-2,0	-6,7	-7,0	n.d.	n.d.
		-1,9	0,0	1,4	0,0	-0,1	-0,1	-2,2	-7,4	-7,9	n.d.	n.d.
I.-P.-É.		1,3	0,0	2,4	0,0	0,2	-0,2	-1,8	-10,1	-10,0	n.d.	n.d.
		-0,6	0,0	1,2	0,0	0,2	-0,3	-3,0	-15,9	-15,8	n.d.	n.d.
		-0,6	0,0	1,1	0,0	0,2	-0,2	-3,3	-17,6	-17,3	n.d.	n.d.
N.-É.		0,3	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	n.d.	n.d.
		0,3	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	n.d.	n.d.
		0,3	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	n.d.	n.d.
T.-N.		0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,1	0,1	0,0	n.d.	n.d.
		0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,1	0,1	0,0	n.d.	n.d.
		0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,1	0,1	0,0	n.d.	n.d.
Canada		0,0	-0,2	0,2	0,0	0,0	-0,2	-0,9	n.d.	-2,3	n.d.	n.d.
		0,0	-0,4	0,0	0,0	0,0	-0,1	-1,4	n.d.	-4,3	n.d.	n.d.
		0,1	-0,5	0,0	0,0	0,0	-0,1	-1,9	n.d.	-5,6	n.d.	n.d.

Remarques: ^a Résultats pour des taux d'adoption faibles

^b Résultats pour des taux d'adoption moyens

^c Résultats pour des taux d'adoption élevés

Tableau C.6 : Usage accru du semis direct : Variation en % selon les types de terres, les principaux types de bétail et les IAE pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

Province	Résultats du MARAC						Indicateurs environnementaux					
	Terres cultivées	Jachère	Terres à foin	Prairies artificielles	Bovins de boucherie	Truies de reproduction	GES*	IRCEA	ARS	RÉE	RÉH	DH
C.-B.	a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	n.d.	0,0	n.d.	0,0	0,0
	b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	n.d.	0,0	n.d.	0,0	0,0
	c	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	n.d.	0,0	n.d.	0,0	0,0
Alb.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4	-3,7	n.d.	0,2	-9,6	-3,7	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-9,4	n.d.	0,6	-23,1	-9,5	0,0
	0,1	-0,9	0,0	0,0	0,0	0,1	-15,1	n.d.	0,6	-34,6	-15,3	0,1
Sask.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-13,4	n.d.	-0,3	-6,3	-3,7	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-33,7	n.d.	0,2	-15,3	-8,6	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-46,1	n.d.	0,8	-19,9	-11,2	0,0
Man.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-5,2	n.d.	0,1	-8,0	-4,4	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	-13,2	n.d.	0,7	-19,3	-10,6	0,0
	0,5	-8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	-26,3	n.d.	2,0	-38,5	-19,4	0,3
Ont.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-2,8	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
Qué.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,5	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-1,5	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-2,8	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
N.-B.	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,7	-0,1	0,3	0,1	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,4	-0,3	0,3	0,1	n.d.	0,0	0,0
I.-P.É.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	-0,2	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	-0,6	0,2	0,1	n.d.	0,0	0,0
N.-É.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,2	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
T.-N.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
Canada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-4,2	n.d.	0,0	n.d.	n.d.	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-10,8	n.d.	0,2	n.d.	n.d.	0,0
	0,1	-0,7	0,0	0,0	0,0	0,1	-17,2	n.d.	0,4	n.d.	n.d.	0,0

Remarques : Résultats pour des taux d'adoption faibles

Résultats pour des taux d'adoption moyens

Résultats pour des taux d'adoption élevés

*Les résultats des émissions de GES pour le scénario du semis direct sont basés sur l'information tirée du recensement de 2001.

Tableau C.7 : Usage réduit de la mise en jachère : Variation en % selon les types de terres, les principaux types de bétail et les IAE pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

Province	Résultats du MARAC						Indicateurs environnementaux					
	Terres cultivées	Jachère	Terres à foin	Prairies artificielles	Bovins de boucherie	Truies de reproduction	GES	IRCEA	ARS	RÉE	RÉH	DH
C.-B.	a	5,3	-25,0	-0,7	0,0	-1,0	0,0	n.d.	0,4	n.d.	-0,6	0,2
	b	7,7	-50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,6	n.d.	-3,1	0,7
	c	12,4	-77,0	-0,2	0,0	-0,4	0,0	0,9	1,1	n.d.	-4,6	1,0
Alb.		2,3	-18,0	0,6	0,0	0,2	0,0	-1,3	-0,4	-4,7	-2,2	1,1
	5,1	-40,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,1	-3,7	-0,8	-11,3	-5,0	2,3
	7,7	-60,0	1,7	0,0	0,2	0,1	0,0	-5,7	-1,2	-16,8	-7,3	3,5
Sask.		2,8	-16,0	0,2	0,0	0,0	0,0	-6,7	-0,3	-5,0	-1,5	1,8
	6,5	-37,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-16,0	-1,0	-11,5	-3,3	4,1
	10,4	-59,0	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	-26,1	-1,6	-18,4	-5,1	6,5
Man.		1,4	-25,0	-0,2	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,2	-0,2	-1,1	0,6
	2,6	-50,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	-2,0	0,1	-1,4	-2,4	1,4
	3,9	-75,0	0,3	0,0	0,1	0,1	0,0	-3,2	0,1	-2,4	-3,7	2,0
Ont.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
Qué.	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
N.-B.	0,1	0,0	0,0	0,0	-0,4	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,2	0,0	0,0	0,2	n.d.	0,0	0,0
	-0,1	0,0	0,1	0,0	-0,8	0,6	-0,1	0,3	0,2	n.d.	0,0	0,0
Î.-P.-É.	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4	-0,1	0,0	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,8	0,7	0,0	0,2	0,3	n.d.	0,0	0,0
N.-É.	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	0,1	-0,1	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,4	0,0	0,0	0,1	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,7	0,5	-0,1	0,0	-0,7	n.d.	0,0	0,0
T.-N.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	n.d.	n.d.	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
Canada	2,2	-17,1	0,2	0,0	0,0	0,0	-1,7	n.d.	-0,1	n.d.	n.d.	1,1
	4,8	-38,6	0,5	0,0	0,0	0,0	-4,1	n.d.	-0,2	n.d.	n.d.	2,5
	7,6	-60,3	0,7	0,0	0,1	0,1	-6,6	n.d.	-0,3	n.d.	n.d.	3,9

Remarques : ^a Résultats pour des taux d'adoption faibles

^b Résultats pour des taux d'adoption moyens

^c Résultats pour des taux d'adoption élevés

Tableau C.8 : Couverture végétale permanente : Variation en % selon les types de terres, les principaux types de bétail et les IAE pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

Province	Résultats du MARAC						Indicateurs environnementaux					
	Terres cultivées	Jachère	Terres à foin	Prairies artificielles	Bovins de boucherie	Truies de reproduction	GES	IRCEA	ARS	RÉE	RÉH	DH
C.-B.	a	-7,6	-5,6	0,8	5,7	1,7	-0,3	n.d.	-2,8	n.d.	-3,6	1,4
	b	-11,4	-8,4	1,1	8,5	2,5	-0,4	n.d.	-4,2	n.d.	-5,3	2,1
	c	-19,0	-14,0	1,9	14,1	3,8	-0,7	n.d.	-7,1	n.d.	-8,9	3,6
Alb.		-1,3	-3,4	0,5	5,3	1,1	-0,5	n.d.	-0,7	-2,3	-1,4	1,2
		-1,9	-5,0	0,8	8,0	1,6	-0,8	n.d.	-1,1	-3,4	-2,0	1,9
		-3,2	-8,2	1,3	13,3	2,7	-1,3	n.d.	-1,8	-5,6	-3,4	3,1
Sask.		-1,0	-0,8	1,3	11,1	1,5	-0,2	n.d.	-0,6	-1,2	-0,9	1,1
		-1,6	-1,2	1,9	16,7	2,2	-0,2	n.d.	-0,9	-1,6	-1,3	1,7
		-2,6	-2,0	3,2	27,9	3,7	-0,2	n.d.	-1,5	-2,6	-2,2	2,8
Man.		-1,0	-0,8	0,7	9,2	2,4	-0,1	n.d.	-0,5	-1,1	-0,8	0,8
		-1,5	-1,2	1,1	13,8	3,7	-0,1	n.d.	-0,8	-1,6	-1,1	1,2
		-2,5	-1,9	1,9	23,0	6,1	-0,1	n.d.	-1,2	-2,6	-1,9	2,0
Ont.		-0,8	0,0	0,6	4,7	0,0	-0,3	-0,9	-0,9	n.d.	-0,8	0,5
		-1,2	0,0	0,9	7,0	0,0	-0,4	-1,2	-1,3	n.d.	-1,2	0,7
		-2,1	0,0	1,5	11,6	0,0	-0,5	-2,0	-2,1	n.d.	-2,0	1,1
Qué.		-1,1	0,0	0,4	3,9	0,3	-0,1	-0,5	-0,4	n.d.	-0,8	0,4
		-1,6	0,0	0,7	5,9	0,4	-0,2	-0,7	-0,6	n.d.	-1,1	0,6
		-2,7	0,0	1,1	9,8	0,8	-0,1	-1,1	-1,1	n.d.	-1,9	1,0
N.-B.		-1,8	0,0	0,4	3,9	0,6	-0,4	-0,6	-0,7	n.d.	-0,6	0,4
		-2,7	0,0	0,6	5,8	0,6	-0,4	-0,9	-0,7	n.d.	-0,8	0,5
		-4,4	0,0	1,1	9,7	0,7	-0,3	-1,5	-1,4	n.d.	-1,4	0,9
I.-P.-É.		-1,2	0,0	0,6	7,8	0,6	-0,4	-0,7	-1,0	n.d.	-0,4	0,5
		-1,7	0,0	0,9	11,7	0,6	-0,4	-1,0	-1,5	n.d.	-0,6	0,7
		-2,9	0,0	1,5	19,5	0,7	-0,7	-1,7	-2,4	n.d.	-1,0	1,1
N.-É.		-2,8	0,0	0,2	1,7	0,6	-0,2	-0,2	-0,4	-0,3	-0,4	0,2
		-4,2	0,0	0,3	2,7	0,6	-0,2	-0,4	-0,4	n.d.	-0,6	0,3
		-7,0	0,0	0,5	4,4	0,6	-0,2	-0,6	-0,4	n.d.	-0,9	0,6
T.-N.		-3,9	0,0	-1,9	5,5	0,0	0,0	-0,1	-0,8	n.d.	n.d.	-0,1
		-3,9	0,0	-2,8	8,3	0,0	0,0	-0,2	-1,1	n.d.	n.d.	-0,2
		-5,9	0,0	-4,8	14,2	0,0	0,0	-0,4	-1,9	n.d.	n.d.	-0,4
Canada		-1,1	-1,5	0,7	7,2	1,3	-0,2	-0,7	n.d.	n.d.	n.d.	1,0
		-1,7	-2,3	1,1	10,8	1,9	-0,3	-1,0	-1,3	n.d.	n.d.	1,5
		-2,8	-3,7	1,8	18,1	3,2	-0,4	-1,6	-2,2	n.d.	n.d.	2,5

 Remarques : ^a Résultats pour des taux d'adoption faibles

^b Résultats pour des taux d'adoption moyens

^c Résultats pour des taux d'adoption élevés

Tableau C.9 : Usage accru des cultures fourragères en rotation : Variation en % selon les types de terres, les principaux types de bétail et les IAE pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

Province	Résultats du MARAC						Indicateurs environnementaux					
	Terres cultivées	Jachère	Terres à foin	Prairies artificielles	Bovins de boucherie	Truies de reproduction	GES	IRCEA	ARS	RÉE	RÉH	DH
C.-B.												
a	-1,9	-1,1	1,0	0,0	1,6	-0,6	-0,8	n.d.	-0,5	n.d.	-0,7	0,3
b	-1,9	-0,9	1,0	0,0	2,1	-1,3	-1,5	n.d.	-1,0	n.d.	-0,7	0,3
c	-3,9	-2,0	2,0	0,0	3,7	-1,8	-2,1	n.d.	-1,5	n.d.	-1,3	0,6
Alb.												
	-1,2	-2,0	4,6	0,0	4,5	-1,0	1,3	n.d.	-0,3	-1,8	-0,8	0,9
	-2,5	-3,7	9,2	0,0	9,0	-2,0	2,8	n.d.	-0,7	-3,5	-1,5	1,9
	-3,7	-5,5	13,6	0,0	13,4	-2,9	4,2	n.d.	-1,0	-5,1	-2,2	2,8
Sask.												
	-1,5	-0,7	15,4	0,0	16,4	-0,2	7,6	n.d.	-0,7	-1,1	-0,7	1,4
	-2,9	-1,4	30,6	0,0	26,9	-0,3	11,5	n.d.	-1,6	-2,3	-1,4	2,9
	-4,4	-2,3	46,2	0,0	40,6	-1,6	17,4	n.d.	-2,8	-3,7	-2,2	4,3
Man.												
	-0,7	-0,5	3,6	0,0	3,9	-0,1	0,0	n.d.	-1,1	-0,7	-0,4	0,6
	-1,5	-1,0	7,1	0,0	7,8	-0,1	0,1	n.d.	-2,1	-1,4	-0,7	1,2
	-2,2	-2,0	10,6	0,0	11,8	-0,6	0,1	n.d.	-3,3	-2,3	-1,2	1,8
Ont.												
	-0,8	0,0	2,0	0,0	1,0	-0,1	-0,7	-0,2	-0,2	-0,2	-0,8	0,6
	-1,6	0,0	4,0	0,0	2,1	-0,3	-1,3	-0,3	-0,3	n.d.	-1,6	1,1
	-2,8	0,0	7,0	0,0	3,5	-0,6	-1,8	-0,4	-0,5	n.d.	-2,9	2,0
Qué.												
	-0,8	0,0	1,0	0,0	1,0	-0,1	-0,3	-0,2	-0,2	n.d.	-0,5	0,4
	-1,6	0,0	2,0	0,0	2,0	-0,2	-0,6	-0,4	-0,4	n.d.	-0,9	0,7
	-1,6	0,0	2,0	0,0	2,1	-0,9	-0,8	-0,4	-0,4	n.d.	-1,0	0,7
N.-B.												
	-1,3	0,0	1,0	0,0	0,9	-0,3	-0,3	-0,3	-0,6	n.d.	-0,1	0,4
	-1,3	0,0	1,0	0,0	1,0	-0,5	-0,4	-0,7	-0,9	n.d.	-0,3	0,4
	-2,7	0,0	2,0	0,0	2,0	-2,2	-0,9	-1,4	-1,6	n.d.	-0,7	0,8
I.-P.-É.												
	-0,5	0,0	1,0	0,0	1,0	-0,3	-0,1	-1,0	-1,0	n.d.	0,0	0,3
	-1,6	0,0	3,0	0,0	3,1	-0,6	-0,2	-2,2	-2,2	n.d.	0,1	0,9
	-2,1	0,0	4,0	0,0	4,0	-2,5	-0,5	-3,1	-3,2	n.d.	0,0	1,2
N.-É.												
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	-0,4	-0,3	n.d.	0,0	0,0
	-3,8	0,0	1,0	0,0	1,0	-0,4	-0,3	-0,7	-0,8	n.d.	-0,1	0,4
	-3,8	0,0	1,0	0,0	1,0	-1,7	-0,6	-1,5	-1,3	n.d.	-0,2	0,4
T.-N.												
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,2	n.d.	n.d.	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	-0,3	n.d.	n.d.	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,8	0,0	-0,5	-0,5	n.d.	n.d.	0,0
Canada												
	-1,2	-1,0	5,7	0,0	7,0	-0,2	1,5	n.d.	-0,4	n.d.	n.d.	1,0
	-2,5	-2,0	11,2	0,0	12,4	-0,5	2,4	n.d.	-0,9	n.d.	n.d.	2,0
	-3,7	-3,1	16,9	0,0	18,6	-1,1	3,7	n.d.	-1,5	n.d.	n.d.	3,0

Remarques : ^a Résultats pour des taux d'adoption faibles

^b Résultats pour des taux d'adoption moyens

^c Résultats pour des taux d'adoption élevés

Tableau C.10 : Gestion des pâturages : Variation en % selon les types de terres, les principaux types de bétail et les IAE pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

Province	Résultats du MARAC						Indicateurs environnementaux					
	Terres cultivées	Jachère	Terres à foin	Prairies artificielles	Bovins de boucherie	Truies de reproduction	GES	IRCEA	ARS	RÉE	RÉH	DH
C.-B.	a	-3,8	-2,9	-1,6	6,1	1,1	0,0	n.d.	-2,3	n.d.	-2,3	0,8
	b	-7,8	-6,0	-2,8	12,0	1,9	0,0	-3,1	-4,3	n.d.	-4,7	1,6
	c	-15,1	-11,6	-5,9	24,0	4,1	-0,3	-6,2	-8,6	n.d.	-9,3	3,2
Alb.	a	-0,3	-0,2	-1,0	2,3	0,2	-0,1	-0,5	-0,2	n.d.	-0,4	0,2
	b	-0,9	-1,2	-1,2	4,6	0,3	-0,3	-1,3	-0,6	n.d.	-0,9	0,5
	c	-1,9	-1,6	-1,7	9,2	0,4	-0,6	-2,9	-1,2	-1,5	-1,7	1,1
Sask.	a	-0,2	-0,1	0,0	1,7	0,3	0,0	-0,6	-0,1	n.d.	-0,1	0,1
	b	-0,3	-0,1	-0,1	3,6	0,4	0,0	-1,3	-0,2	n.d.	-0,2	0,3
	c	-0,6	-0,2	-0,2	7,2	0,7	0,1	-2,7	-0,5	-0,3	-0,5	0,5
Man.	a	-0,2	-0,2	-1,7	6,1	0,5	0,0	-0,6	-0,2	n.d.	-0,3	0,2
	b	-0,4	-0,4	-3,5	12,1	0,9	0,0	-1,2	-0,4	n.d.	-0,6	0,3
	c	-0,7	-0,7	-7,2	24,2	1,7	0,0	-2,3	-0,8	-0,5	-1,1	0,5
Ont.	a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	0,0	n.d.	0,0	0,0
	b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-1,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	c	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	-1,9	0,0	n.d.	0,0	0,0
Qué.	a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	n.d.	0,0	0,0
	b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	0,0	n.d.	0,0	0,0
	c	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1	-0,9	0,0	n.d.	0,0	0,0
N.-B.	a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,2	-0,4	0,0	n.d.	0,0	0,0
	b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1	-0,7	-0,9	n.d.	0,0	0,0
	c	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	-0,3	-1,5	0,0	n.d.	0,0	0,0
Î.-P.-É.	a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
	c	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	-0,2	0,0	0,0	n.d.	0,0	0,0
N.-É.	a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,4	0,0	n.d.	0,0	0,0
	b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	-0,8	0,0	n.d.	0,0	0,0
	c	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	-1,6	0,0	n.d.	0,0	0,0
T.-N.	a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	0,0	n.d.	n.d.	0,0
	b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,6	0,0	n.d.	n.d.	0,0
	c	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,2	0,0	n.d.	n.d.	0,0
Canada	a	-0,2	-0,1	-0,6	2,4	0,3	0,0	-0,5	n.d.	n.d.	n.d.	0,1
	b	-0,5	-0,3	-1,0	4,7	0,4	-0,1	-1,2	-0,6	n.d.	n.d.	0,3
	c	-1,0	-0,7	-1,8	9,5	0,8	-0,1	-2,4	-1,2	n.d.	n.d.	0,6

 Remarques : ^a Résultats pour des taux d'adoption faibles

^b Résultats pour des taux d'adoption moyens

^c Résultats pour des taux d'adoption élevés

Tableau C.11 : Stratégies d'alimentation combinées : Variation en % selon les types de terres, les principaux types de bétail et les IAE pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

Province	CRAM Results										Environmental Indicators				
	Terres cultivées	Jachère	Terres à foin	Prairies artificielles	Bovins de boucherie	Truies de reproduction	GES	IRCEA	ARS	RÉE	RÉH	DH			
C.-B.	a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4	n.d.	-1,3	n.d.	0,0	0,0			
	b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,8	n.d.	-2,4	n.d.	0,0	0,0			
	c	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,2	n.d.	-3,7	n.d.	0,0	0,0			
Alb.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,9	-0,3	n.d.	-0,4	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,8	-0,5	n.d.	-0,7	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,7	-0,8	n.d.	-1,0	n.d.	0,0	0,0			
Sask.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	-0,3	n.d.	-0,1	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,1	-0,5	n.d.	-0,2	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-3,3	-0,7	n.d.	-0,3	n.d.	0,0	0,0			
Man.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4	-0,9	n.d.	-0,7	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,8	-1,7	n.d.	-1,4	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,2	-2,4	n.d.	-2,1	n.d.	0,0	0,0			
Ont.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,6	-1,0	n.d.	-0,9	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	-1,2	-1,9	n.d.	-1,7	n.d.	0,0	0,0			
	-0,1	0,0	0,2	0,0	0,1	-1,8	-2,8	n.d.	-2,6	n.d.	0,0	0,0			
Qué.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,6	-1,6	n.d.	-3,2	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,2	-2,9	n.d.	-6,2	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,7	-4,3	n.d.	-9,3	n.d.	0,0	0,0			
N.-B.	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-1,7	-1,1	n.d.	-3,7	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-3,2	-2,0	n.d.	-7,7	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-4,7	-2,9	n.d.	-11,9	n.d.	0,0	0,0			
I.-P.-É.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,9	-0,8	n.d.	-1,6	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-3,8	-1,6	n.d.	-3,2	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-5,6	-2,2	n.d.	-4,8	n.d.	0,0	0,0			
N.-É.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,2	-1,0	n.d.	-4,3	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,6	-1,8	n.d.	-8,5	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-3,8	-2,7	n.d.	-12,5	n.d.	0,0	0,0			
T.-N.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	n.d.	-2,3	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	-2,8	-0,5	n.d.	-4,7	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	-5,6	-0,7	n.d.	-7,1	n.d.	0,0	0,0			
Canada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,7	-0,7	n.d.	-1,5	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,3	-1,3	n.d.	-3,1	n.d.	0,0	0,0			
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,0	-1,9	n.d.	-4,6	n.d.	0,0	0,0			

Remarques : ^a Résultats pour des taux d'adoption faibles

^b Résultats pour des taux d'adoption moyens

^c Résultats pour des taux d'adoption élevés

Tableau C.12 : Boisement : Variation en % selon les types de terres, les principaux types de bétail et les IAE pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

Province	Résultats du MARAC							Indicateurs environnementaux						
	Terres cultivées	Jachère	Terres à foin	Prairies artificielles	Bovins de boucherie	Truies de reproduction	GES	IRCEA	ARS	RÉE	RÉH	DH		
C.-B.	a	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,8	0,1	-4,2	n.d.	-0,9	n.d.	-0,3	1,3	
	b	-1,4	-1,5	-1,6	-1,5	-2,1	0,0	-10,6	n.d.	-2,3	n.d.	-0,7	3,2	
	c	-2,9	-3,0	-3,1	-3,0	-4,2	0,0	-21,3	n.d.	-4,5	n.d.	-1,4	6,6	
Alb.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	n.d.	0,0	0,0	0,0	0,1		
	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,7	n.d.	-0,1	0,0	0,0	0,1		
	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	-1,3	n.d.	-0,1	0,0	0,0	0,3		
Sask.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,9	n.d.	-0,1	0,0	0,0	0,1		
	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,2	-2,2	n.d.	-0,1	0,0	0,0	0,3		
	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-4,5	n.d.	-0,2	0,0	0,0	0,5		
Man.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4	n.d.	-0,1	0,0	0,0	0,1		
	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,9	n.d.	-0,1	0,0	0,0	0,3		
	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	0,0	-1,9	n.d.	-0,3	0,0	0,0	0,5		
Ont.	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,5	-0,1	-0,1	n.d.	0,0	0,0		
	-0,2	0,0	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2	-1,3	-0,2	-0,2	n.d.	0,0	0,0		
	-0,3	0,0	-0,3	-0,3	-0,1	-0,2	-2,6	-0,5	-0,5	n.d.	0,0	0,0		
Qué.	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,7	-0,2	-0,2	n.d.	0,0	0,0		
	-0,3	0,0	-0,3	-0,3	-0,1	-0,1	-1,6	-0,3	-0,3	n.d.	0,0	0,0		
	-0,7	0,0	-0,7	-0,7	-0,3	0,0	-3,2	-0,6	-0,6	n.d.	0,0	0,0		
N.-B.	-0,2	0,0	-0,2	-0,2	-0,2	-0,4	-1,4	0,0	-0,1	n.d.	0,0	0,5		
	-0,5	0,0	-0,5	-0,5	-0,4	0,0	-3,4	-0,2	-0,2	n.d.	0,0	1,2		
	-1,1	0,0	-1,1	-1,0	-0,7	-0,1	-6,7	-0,3	-0,3	n.d.	0,1	2,5		
I.-P.-É.	-0,2	0,0	-0,2	-0,3	-0,1	-0,7	-1,6	-0,5	-0,5	n.d.	0,0	0,6		
	-0,5	0,0	-0,5	-0,5	-0,3	0,0	-3,8	-1,1	-1,0	n.d.	0,1	1,5		
	-1,1	0,0	-1,1	-1,1	-0,6	0,0	-7,7	-2,1	-2,1	n.d.	0,2	3,0		
N.-É.	-0,2	0,0	-0,2	-0,2	-0,1	-0,3	-1,0	-0,4	-0,3	n.d.	0,0	0,4		
	-0,5	0,0	-0,5	-0,5	-0,4	0,0	-2,3	-0,4	-0,4	n.d.	0,1	1,1		
	-1,0	0,0	-1,1	-1,0	-0,7	0,0	-4,7	-0,8	-0,8	n.d.	0,1	2,2		
T.-N.	0,0	0,0	-0,1	-0,4	-1,9	0,0	-0,3	-0,1	-0,1	n.d.	n.d.	0,3		
	0,0	0,0	-0,6	-0,4	-5,7	0,0	-0,7	-0,4	-0,4	n.d.	n.d.	0,7		
	-2,0	0,0	-1,0	-1,2	-9,4	0,0	-1,3	-0,7	-0,8	n.d.	n.d.	1,7		
Canada	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,7	n.d.	-0,2	n.d.	n.d.	0,1		
	-0,1	0,0	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1	-1,7	n.d.	-0,4	n.d.	n.d.	0,2		
	-0,2	-0,1	-0,4	-0,3	-0,3	0,0	-3,4	n.d.	-0,9	n.d.	n.d.	0,5		

 Remarques : ^a Résultats pour des taux d'adoption faibles

^b Résultats pour des taux d'adoption moyens

^c Résultats pour des taux d'adoption élevés

Tableau C.13 : Scénario combiné : Variation en % selon les types de terres, les principaux types de bétail et les IAE pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

Province	Résultats du MARAC						Indicateurs environnementaux					
	Terres cultivées	Jachère	Terres à foin	Prairies artificielles	Bovins de boucherie	Truies de reproduction	GES	IRCEA	ARS	RÉE	RÉH	DH
C.-B.	a	-14,3	-36,0	1,8	11,1	3,8	-0,7	n.d.	-6,9	n.d.	-9,8	4,8
	b	-24,3	-62,0	2,1	18,6	7,1	-1,2	-17,1	-12,2	n.d.	-16,7	9,3
	c	-47,3	-90,0	3,1	33,9	12,9	-1,8	-31,9	-18,0	n.d.	-29,1	17,3
Alb.		-0,6	-23,7	4,8	7,6	6,7	-1,1	-6,2	-5,0	-18,2	-8,7	3,5
		0,0	-50,0	9,4	12,5	10,6	-1,9	-15,9	-10,7	-40,4	-18,9	6,6
		-0,7	-77,0	13,4	22,3	18,2	-2,8	-26,3	-15,6	-57,7	-29,7	10,5
Sask.		0,2	-17,7	15,7	12,8	16,3	-1,3	-21,3	-7,3	-13,8	-7,1	4,5
		1,8	-40,0	31,2	20,2	32,8	-2,4	-50,4	-13,9	-31,0	-15,1	9,0
		2,9	-64,0	46,9	34,9	45,9	-3,5	-77,8	-20,8	-44,0	-21,1	14,4
Man.		-0,9	-27,0	4,0	15,3	8,2	-0,5	-9,8	-6,9	-10,5	-7,1	2,5
		-1,3	-54,0	7,7	25,7	15,3	-0,9	-21,9	-11,7	-24,4	-15,7	4,7
		-2,3	-90,0	11,1	46,6	25,3	-1,3	-41,2	-16,9	-47,2	-29,0	7,9
Ont.		-1,5	0,0	2,0	4,6	0,3	-1,2	-4,8	-6,8	n.d.	-1,4	0,9
		-2,7	0,0	4,0	6,8	1,6	-1,8	-8,8	-13,7	n.d.	-2,5	1,6
		-4,7	0,0	7,0	11,3	2,9	-2,8	-14,8	-14,8	n.d.	-4,3	2,8
Qué.		-1,8	0,0	1,0	3,8	0,6	-0,7	-4,7	-7,8	n.d.	-1,0	0,7
		-3,3	0,0	2,0	5,5	1,8	-1,4	-9,0	-15,3	n.d.	-1,9	1,2
		-4,7	0,0	2,0	9,1	1,8	-2,0	-14,2	-18,4	n.d.	-2,6	1,6
N.-B.		-3,3	0,0	1,2	3,7	0,1	-1,9	-4,8	-8,1	-8,3	-0,6	1,2
		-4,4	0,0	1,0	5,3	5,6	-3,7	-8,3	-14,1	-14,7	-1,2	2,1
		-8,2	0,0	2,0	8,6	10,0	-5,2	-13,8	-19,5	-20,0	-2,2	4,2
Î.-P.-É.		-1,8	0,0	1,2	7,5	0,6	-2,5	-4,7	-12,1	-11,9	-0,2	1,3
		-3,6	0,0	3,0	11,2	4,8	-4,1	-9,3	-19,3	-19,0	-0,4	2,9
		-5,8	0,0	4,0	18,4	6,1	-6,1	-15,1	-21,7	-21,5	-0,7	5,2
N.É.		-3,0	0,0	0,0	1,5	0,1	-1,6	-2,8	-4,7	-4,7	-0,4	0,7
		-9,3	0,0	1,0	2,1	3,2	-2,9	-5,3	-9,1	-9,0	-0,7	1,9
		-13,8	0,0	1,0	3,4	4,4	-4,2	-9,5	-13,5	-13,3	-1,2	3,4
T.-N.		-31,4	0,0	0,0	5,1	0,0	-2,8	-1,0	-2,5	-2,5	n.d.	1,6
		-51,0	0,0	0,0	7,9	0,0	-2,8	-2,0	-5,0	-5,0	n.d.	2,9
		-86,3	0,0	0,0	13,0	0,0	-5,6	-3,6	-7,4	-7,4	n.d.	5,0
Canada		-0,5	-20,0	5,9	9,5	8,5	-0,9	-8,9	-5,9	n.d.	n.d.	3,3
		0,2	-43,6	11,6	15,4	15,9	-1,6	-20,3	-11,2	n.d.	n.d.	6,5
		0,1	-69,1	17,1	27,1	24,4	-2,3	-33,4	-15,6	n.d.	n.d.	10,5

Remarques : ^a Résultats pour des taux d'adoption faibles

^b Résultats pour des taux d'adoption moyens

^c Résultats pour des taux d'adoption élevés

ANNEXE D

RÉSUMÉS PAR PROVINCE

Colombie-Britannique

Les résultats de la présente analyse montrent que le groupe des scénarios de gestion de l'environnement a un impact désirable sur tous les IAE en Colombie-Britannique. Ces résultats sont produits par des variations de l'utilisation des terres et de l'élevage de bovins et sont résumés sur la figure D.1. En Colombie-Britannique, on note un mouvement de remplacement des terres labourables et en jachère par des terres à foin et des prairies artificielles. Pour des taux d'adoption moyens, les terres labourables décroissent de 47 000 ha et les terres en jachère de 18 000 ha. Les superficies consacrées à la culture du foin et aux prairies artificielles augmentent respectivement de 9 000 ha et de 43 000 ha. Les 13 000 hectares restants sont convertis au boisement.

La figure D.2 présente un résumé de la variation en pourcentage des IAE pour la Colombie-Britannique. La ligne verticale associée à chaque indicateur représente la plage d'impact pour des taux d'adoption allant de faibles à élevés (voir l'annexe A). Le marqueur noir représente l'impact pour des taux d'adoption moyens. L'indicateur DH n'est pas inclus dans la figure ci-dessous puisqu'il est représenté par une variation positive par rapport à la référence (de 9 % pour des taux d'adoption moyens et une plage de 5 % à 17 % pour des taux d'adoption faibles et élevés).

Le plus grand pourcentage de variation des IAE est reflété par les indicateurs GES et RÉH, qui affichent une réduction de 17 % pour des taux d'adoption moyens. Les causes principales de ces résultats sont les scénarios de boisement, de gestion des pâturages et de couverture végétale permanente. La large plage des répercussions suggère que ces indicateurs sont sensibles au niveau d'adoption. Il est important de noter

Figure D.1 : Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail en Colombie-Britannique pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

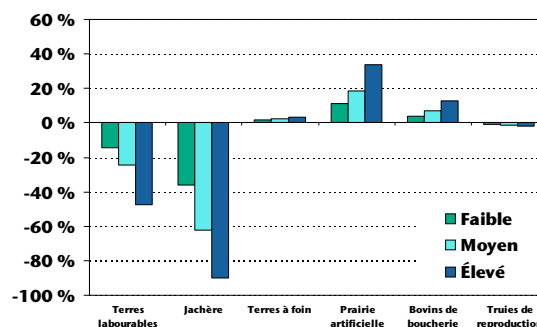


Figure D.2 : Résumé des variations en % des IAE en Colombie-Britannique pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés



que la réduction de l'indicateur RÉH est probablement sous-évaluée puisque les modèles actuels ne tiennent pas compte des différences entre les types de labour pour les provinces autres que celles des Prairies. Il faudra modifier les modèles nécessaires pour tenir compte des différentes méthodes de labours.

Alberta

Les résultats de la présente analyse montrent que le groupe des scénarios de gestion de l'environnement a un impact désirable sur tous les IAE en Alberta. Ces résultats sont produits par les changements des niveaux de l'utilisation des terres et de l'élevage de bovins. La figure D.3 présente la variation en pourcentage de l'utilisation des terres et de l'élevage de bovins en Alberta. De nombreuses terres labourables et en jachère ont été remplacées par des terres à foin et des prairies artificielles. Pour des taux d'adoption moyens, la surface des terres cultivables diminue de 3 000 ha et les terres en jachère de 514 000 ha. Les superficies des terres à foin et des prairies artificielles augmentent respectivement de 232 000 ha et 278 000 ha, la surface restante étant boisée. L'augmentation des superficies consacrées à la culture du foin et aux prairies artificielles s'accompagne d'un accroissement du cheptel de bovins de boucherie.

La figure D.4 résume l'importance de l'impact des scénarios combinés sur les IAE. La ligne verticale associée à chaque indicateur représente la plage d'impact pour des taux d'adoption allant de faibles à élevés (voir l'annexe A). Le marqueur noir représente l'impact pour des taux d'adoption moyens. L'indicateur DH n'est pas inclus sur cette Figure puisqu'il est représenté par un changement positif par rapport à la référence. Il augmente de 7 % pour des taux d'adoption moyens et de 3 % à 11 % pour des taux faibles et élevés, respectivement.

En Alberta, l'impact le plus important affecte l'indicateur RÉÉ. Les scénarios de mise en jachère et de semis direct sont les principaux responsables de ce résultat.

Globalement, les scénarios qui produisent l'impact le plus favorable en Alberta sont une meilleure adaptation de la quantité d'azote, l'augmentation du semis direct et la réduction de la mise en jachère.

Saskatchewan

Le groupe des scénarios de gestion a un impact désirable sur tous les IAE. Ces résultats sont produits par les changements des niveaux de l'utilisation des terres et de l'élevage de bovins. En Saskatchewan, l'impact global des scénarios sur l'utilisation des terres prend la forme d'un remplacement des terres labourables et en jachère par des terres à foin et des prairies artificielles (Figure D.5). Pour des taux d'adoption moyens, les terres labourables augmentent de 267 000 ha et les terres en jachère diminuent de 1 million d'hectares. Les superficies des terres à foin et des prairies artificielles augmentent respectivement de 479 000 ha et de 285 000 ha, la surface restante étant boisée. L'augmentation des superficies consacrées à la culture du foin et aux prairies artificielles s'accompagne d'un accroissement du cheptel de bovins de boucherie. L'augmentation des terres cultivées provient du fait que la superficie convertie en terres cultivées dans le scénario de la réduction de la mise en jachère est supérieure à la superficie totale

Figure D.3 : Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail en Alberta pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

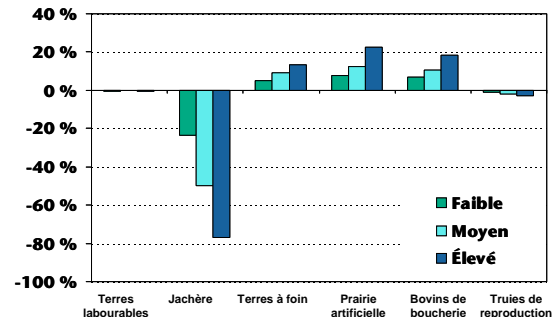
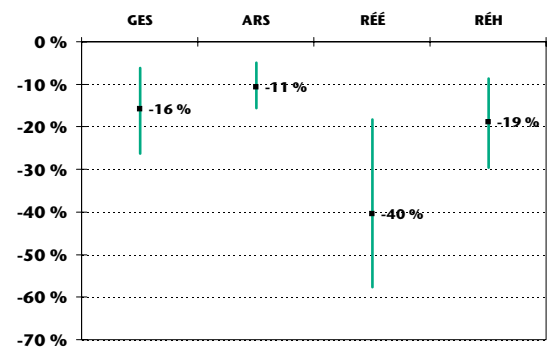


Figure D.4 : Résumé des variations en % des IAE en Alberta pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés



de ce type de terres convertie en cultures fourragères et en boisement dans l'ensemble des autres scénarios.

L'impact des scénarios sur les IAE est présenté sur la figure D.6. La ligne verticale représente la plage des répercussions pour des taux d'adoption allant de faibles à élevés (voir l'annexe A). Le marqueur noir représente l'impact pour des taux d'adoption moyens. L'indicateur DH n'est pas inclus sur cette Figure puisqu'il est représenté par une variation positive par rapport à la référence. Il augmente de 9 % pour des taux d'adoption moyens et de 4 % et 14 % pour des taux faibles et élevés, respectivement.

Les scénarios qui ont produit l'impact le plus important en Saskatchewan sont une meilleure adaptation de la quantité d'azote, le semis direct et la réduction de la mise en jachère. Ces scénarios sont les principales causes de la variation des indicateurs GES et RÉÉ. L'usage accru des cultures fourragères en rotation entraîne une augmentation relativement importante des émissions de GES (12 %) causée par l'accroissement du cheptel bovin. Cependant, l'effet global combiné des scénarios est une réduction des émissions.

En Saskatchewan, c'est sur l'indicateur GES que le groupe des scénarios de gestion produit l'impact le plus important. Les émissions de GES sont réduites de 50 % (5,1 Mt d'équivalent CO₂), ce qui représente 42 % des réductions de l'ensemble des émissions à l'échelle nationale.

Manitoba

Les résultats montrent que le groupe des scénarios de gestion de l'environnement a un impact désirable sur tous les IAE. Ces résultats sont produits par les changements des niveaux de l'utilisation des terres et de l'élevage de bovins. Au Manitoba, on note un remplacement des terres labourables et en jachère par des terres à foin et des prairies artificielles (Figure D.7). Les superficies des terres cultivées et en jachère diminuent respectivement de 54 000 ha et de 115 000 ha. Les surfaces des terres à foin augmentent de 66 000 ha et celles des prairies artificielles de 98 000 ha. Le nombre de bovins de boucherie augmente, alors que la quantité de truies de reproduction diminue légèrement.

Les plus grandes variations en pourcentage affectent les indicateurs RÉÉ et GES. La figure D.8 présente l'impact global des scénarios sur chacun des indicateurs. La ligne verticale associée à chaque indicateur représente la plage des répercussions pour une adoption allant de faible à élevée (voir l'annexe A). Le mar-

Figure D.5 : Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail en Saskatchewan pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

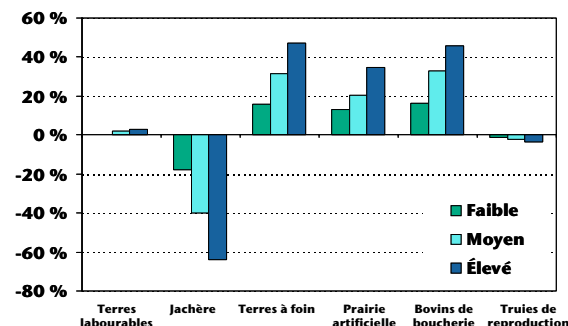


Figure D.6 : Résumé des variations en % des IAE en Saskatchewan pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

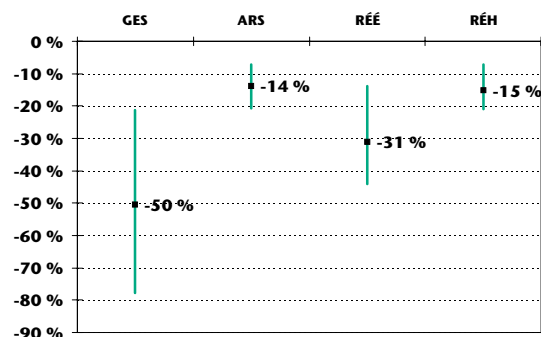
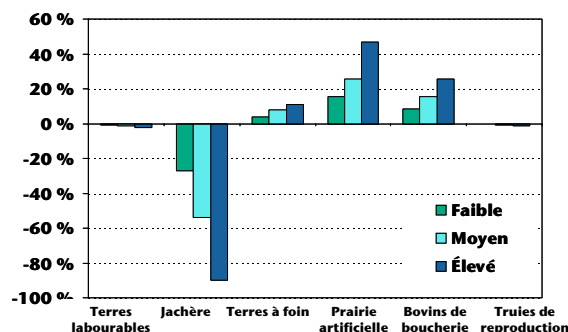


Figure D.7 : Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail au Manitoba pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés



queur noir représente l'impact pour des taux d'adoption moyens. L'indicateur DH n'est pas inclus dans la figure ci-dessous puisqu'il est représenté par une variation positive par rapport à la référence. Pour des taux d'adoption moyens, il augmente de 5 %. Les résultats pour des taux d'adoption faibles et élevés sont respectivement de 3 % et de 8 %.

Les scénarios qui produisent l'impact le plus important sur les IAE au Manitoba sont une meilleure adaptation de la quantité d'azote, le semis direct et la réduction de la mise en jachère.

Il faut noter que l'estimation du MSQ 2008 dans le cas de l'ARS est beaucoup plus élevée au Manitoba que dans les autres provinces. En effet, les ventes d'engrais azotés (par hectare), une des principales variables du modèle, sont plus élevées au Manitoba.

Ontario

En Ontario, les scénarios de gestion de l'environnement provoquent une variation des IAE qui suggère une amélioration de la qualité de l'air, des sols et de l'eau et de la biodiversité. Ces résultats sont principalement produits par les changements de l'utilisation des terres et de l'élevage de bovins (Figure D.9). Pour des taux d'adoption moyens, la surface de terres cultivées diminue de 69 000 ha alors que les superficies des terres à foin et des prairies artificielles augmentent respectivement de 42 000 et de 21 000 ha. L'augmentation des cultures fourragères s'accompagne d'une augmentation du nombre de bovins de boucherie et d'une diminution du nombre de truies de reproduction.

La figure D.10 présente l'impact global des scénarios pour chaque indicateur en Ontario. La ligne verticale associée à chaque indicateur représente la plage des répercussions pour une adoption allant de faible à élevée (voir l'annexe A). Le marqueur noir représente l'impact pour des taux d'adoption moyens. L'indicateur DH n'est pas inclus dans la figure ci-dessous puisqu'il est représenté par une variation positive par rapport à la référence. Pour des taux d'adoption moyens, il augmente de 2 %. Les résultats pour une adoption faible et élevée sont respectivement de 1 % et de 3 %.

Les indicateurs IRCEA et ARS affichent une réduction relativement importante (14 %), due au scénario d'adaptation améliorée de la quantité d'azote, qui présume une réduction de l'excès d'azote dans les cultures de maïs en Ontario. Il est important de noter que la baisse de l'indicateur RÉH est probablement sous-estimée puisque les modèles actuels ne tiennent pas compte des différences des types de travail du sol dans les provinces autres que celles des Prairies. Il faudra

Figure D.8 : Résumé des variations en % des IAE au Manitoba pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

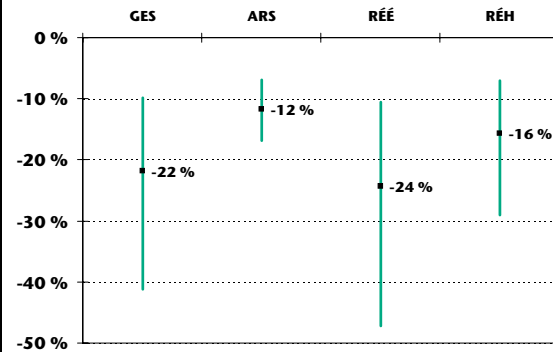


Figure D.9 : Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail en Ontario pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

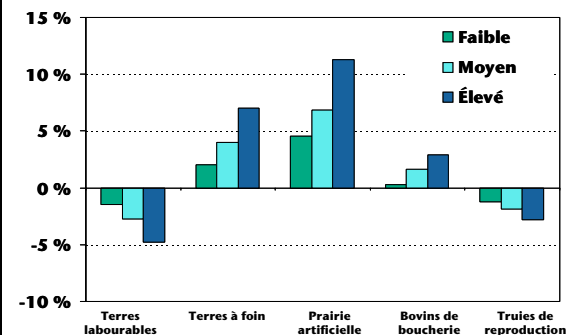
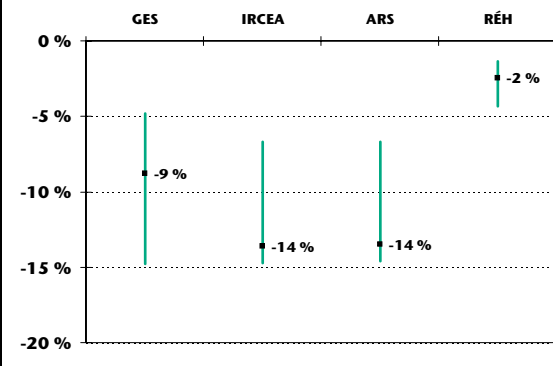


Figure D.10 : Résumé des variations en % des IAE en Ontario pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés



modifier les modèles de façon à ce qu'ils tiennent compte de ces différences.

Québec

Les résultats des scénarios combinés pour le Québec montrent que tous les indicateurs évoluent dans la direction voulue. Ces résultats sont principalement produits par des changements de l'utilisation des terres et du cheptel bovin. Le résumé de ces changements au Québec est présenté sur la figure D.11. Le groupe de scénarios de gestion entraîne un remplacement des terres cultivées (33 000 ha) par la culture du foin (16 000 ha) et l'extension des prairies artificielles (10 000 ha), le restant des terres étant boisé. Le nombre des bovins de boucherie augmente légèrement en raison de l'augmentation des cultures fourragères, alors que celui des truies de reproduction diminue de façon marginale.

La figure D.12 présente un résumé de l'impact global subi par chaque indicateur. La ligne verticale associée à chaque indicateur représente la plage des impacts pour une adoption allant de faible à élevée (voir l'annexe A). Le marqueur noir représente l'impact pour des taux d'adoption moyens. L'indicateur DH n'est pas inclus dans la figure ci-dessous puisqu'il est représenté par une variation positive par rapport à la référence. Il augmente de 1 % pour des taux d'adoption moyens, et de 1 % et 2 % respectivement pour des taux d'adoption faibles et élevés.

C'est sur les indicateurs IRCEA et ARS que le groupe des scénarios produit l'impact le plus important. Une réduction de 15 % des indicateurs de l'azote suggère une amélioration de la qualité de l'air et des sols. Les scénarios qui produisent l'impact le plus important au Québec sont : 1) une meilleure adaptation de la quantité d'azote, qui agit sur l'IRCEA et l'ARS, 2) l'alimentation combinée qui agit sur l'IRCEA, l'ARS et le GES. Il est important de remarquer que la réduction globale des indicateurs est probablement sous-estimée puisque les modèles actuels ne tiennent pas compte des différences des types de travail du sol pour les provinces autres que les celles des Prairies. Il faudra modifier les modèles de façon à ce qu'ils tiennent compte de ces différences.

Nouveau-Brunswick

Au Nouveau-Brunswick, les scénarios de gestion de l'environnement ont, dans l'ensemble, un effet désirable sur les IAE. Ces résultats sont principalement produits par les changements des niveaux de l'utilisation des terres et de l'élevage de bovins. Les remplacements de terres sont faibles : environ 1 800 ha (adoption moyenne) de terres cultivées sont remplacés par des terres à foin et des prairies artificielles (Figure

Figure D.11 : Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail au Québec pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

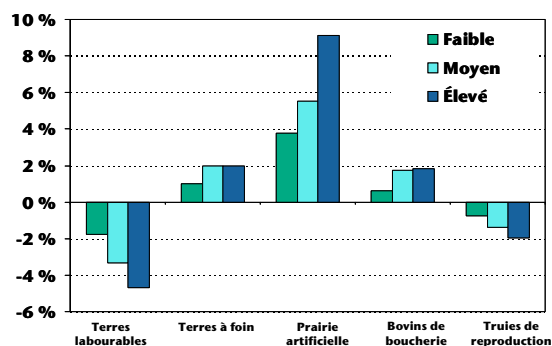


Figure D.12 : Résumé des variations en % des IAE au Québec pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

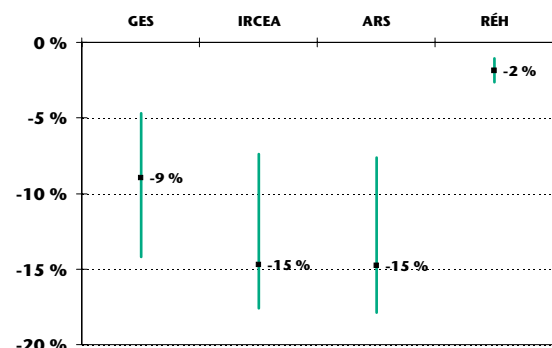
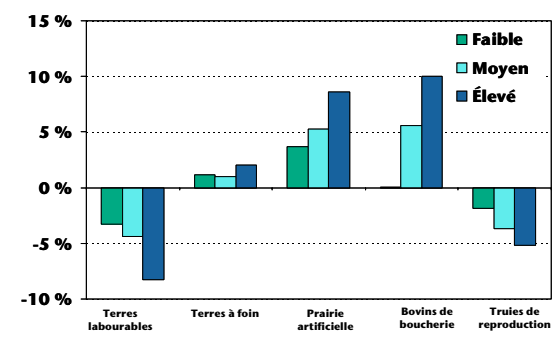


Figure D.13 : Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail au Nouveau-Brunswick pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés



D.13) et 800 ha sont transformés en boisement. Le nombre des truies de reproduction diminue d'environ 4 % (adoption moyenne) et celui des bovins de boucherie augmente de 6 %.

La figure D.14 résume l'incidence produite sur les IAE. La ligne verticale associée à chaque indicateur représente la plage des répercussions pour une adoption allant de faible à élevée (voir l'annexe A). Le marqueur noir représente l'impact pour des taux d'adoption moyens. L'indicateur DH n'est pas inclus dans la figure ci-dessous puisqu'il est représenté par une variation positive par rapport à la référence. Il augmente de 2 % pour des taux d'adoption moyens et de 1 % et 4 % respectivement pour des taux d'adoption faibles et élevés.

La variation la plus importante en pourcentage par rapport à la référence affecte les indicateurs IRCEA et ARS. Les variations de l'IRCEA et de l'ARS résultent principalement du scénario d'une meilleure adaptation de la quantité d'azote (application réduite d'engrais azotés sur les pommes de terre) et du scénario d'alimentation combinée.

Île-du-Prince-Édouard

Les scénarios de gestion de l'environnement ont un impact désirable sur tous les indicateurs sur l'Île-du-Prince-Édouard. Ces résultats sont produits par les changements de l'utilisation des terres et du cheptel bovin. La figure D.15 présente la variation en pourcentage de l'utilisation des terres et de l'élevage de bovins sur l'Île-du-Prince-Édouard. La surface des terres labourables est diminuée de 4 100 ha, les terres à foin et la prairie artificielle augmentent respectivement de 1 800 ha et de 1 300 ha, la surface restante étant convertie en boisement.

La figure D.16 présente les variations en pourcentage des IAE par rapport à la référence. La ligne verticale associée à chaque indicateur représente la plage des impacts pour une adoption allant de faible à élevée (voir l'annexe A). Le marqueur noir représente l'impact pour des taux d'adoption moyens. L'indicateur DH n'est pas inclus dans la figure ci-dessous puisqu'il est représenté par une variation positive par rapport à la référence. Il augmente de 3 % pour des taux d'adoption moyens, et respectivement de 1 % et 5 % pour des taux d'adoption faibles et élevés.

Les fortes variations de l'IRCEA et de l'ARS résultent principalement du scénario d'adaptation améliorée de la quantité d'azote (application réduite d'engrais azotés sur les pommes de terre). Le scénario d'alimentation combinée produit un effet moindre.

Figure D.14 : Résumé des variations en % des IAE au Nouveau-Brunswick pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

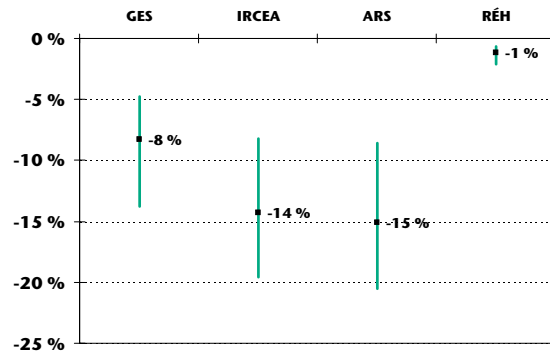


Figure D.15 : Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail sur l'Île-du-Prince-Édouard pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

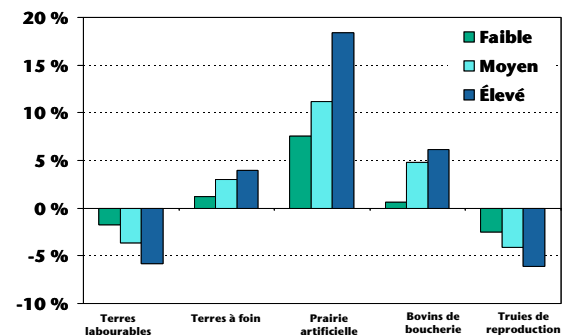
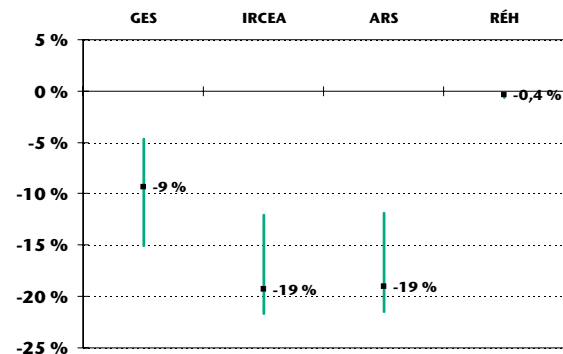


Figure D.16 : Résumé des variations en % des IAE sur l'Île-du-Prince-Édouard pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés



Nouvelle-Écosse

Les résultats de l'analyse montrent que les scénarios combinés de gestion de l'environnement ont un impact désirable sur tous les indicateurs en Nouvelle-Écosse. Ces résultats sont produits par les changements des niveaux de l'utilisation des terres et de l'élevage de bovins. La figure D.17 présente la variation en pourcentage de l'utilisation des terres et de l'élevage de bovins en Nouvelle-Écosse. La surface des terres labourables diminue de 1 900 ha, celles des terres à foin et des prairies artificielles augmentent respectivement de 760 ha et de 490 ha, la surface restante étant convertie en boisement.

La variation en pourcentage des IAE par rapport à la référence est présentée sur la figure D.18. La ligne verticale associée à chaque indicateur représente la plage des impacts pour une adoption allant de faible à élevée (voir l'annexe A). Le marqueur noir représente l'impact pour des taux d'adoption moyens. L'indicateur DH n'est pas inclus dans la figure ci-dessous puisqu'il est représenté par une variation positive par rapport à la référence. Il augmente de 2 % pour des taux d'adoption moyens et de 1 % et de 3 % respectivement pour des taux d'adoption faibles et élevés.

Les réductions de l'indicateur GES proviennent principalement des scénarios d'alimentation combinée et de boisement. La baisse de l'IRCEA et de l'ARS provient du scénario d'alimentation combinée.

Terre-Neuve

À Terre-Neuve, les scénarios de gestion de l'environnement ont un impact désirable sur les IAE. Ces résultats viennent principalement des variations de l'utilisation des terres et du cheptel bovin. Les variations de l'utilisation des terres sont très faibles en raison de la superficie limitée de terres agricoles dans la province. Une partie des terres labourables (260 ha) est remplacée par des prairies artificielles et du boisement dans les scénarios combinés (Figure D.19). Le nombre des truies de reproduction diminue d'environ 3 % (adoption moyenne) en raison de l'augmentation des coûts locaux des céréales fourragères résultant de la réduction de la production dans les autres provinces. Le nombre des bovins de boucherie demeure le même.

Figure D.17 : Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail en Nouvelle-Écosse pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

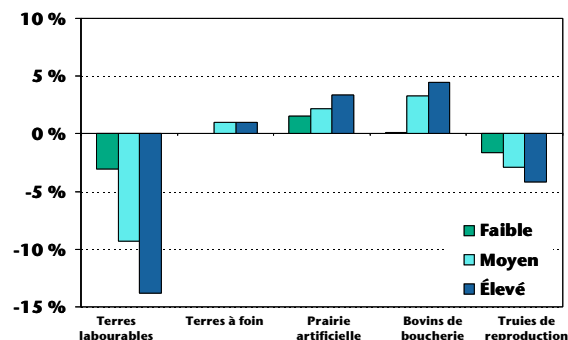


Figure D.18 : Résumé des variations en % des IAE en Nouvelle-Écosse pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés

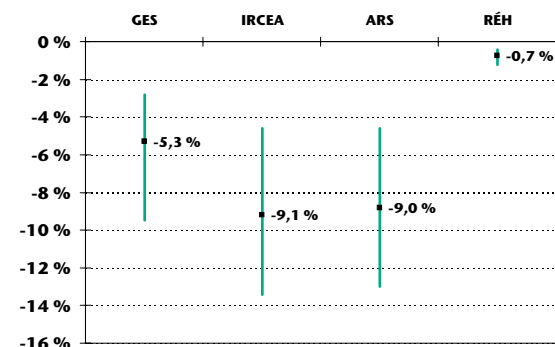
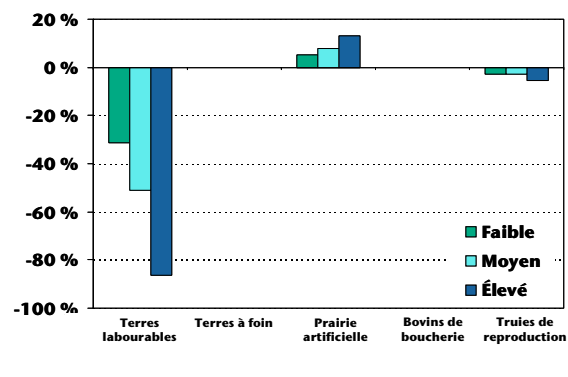


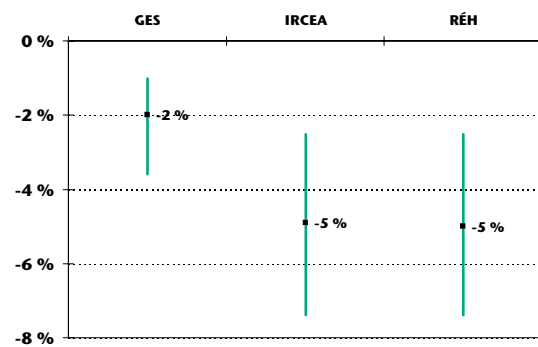
Figure D.19 : Résumé des variations en % des types d'utilisation des terres et des principaux types de bétail à Terre-Neuve pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés



La figure D.20 résume l'impact produit sur les IAE. La ligne verticale associée à chaque indicateur représente la plage des répercussions pour une adoption allant de faible à élevée (voir l'annexe A). Le marqueur noir représente l'impact pour des taux d'adoption moyens. L'indicateur DH n'est pas inclus dans la figure ci-dessous puisqu'il est représenté par une variation positive par rapport à la référence. Il augmente de 3 % pour des taux d'adoption moyens et de 2 % et 5 % respectivement pour des taux d'adoption faibles et élevés.

Le scénario ayant eu l'impact le plus important sur les indicateurs agroenvironnementaux à Terre-Neuve est la stratégie d'alimentation combinée, qui a agi sur le GES, l'IRCEA et l'ARS. En raison de la superficie relativement limitée des terres propres à la production agricole et de la grande échelle des modèles utilisés dans cette analyse, les résultats produits pour Terre-Neuve présentent une utilité limitée pour l'élaboration de cibles.

Figure D.20 : Résumé des variations en % des IAE à Terre-Neuve pour des taux d'adoption faibles, moyens et élevés



R É F É R E N C E S

- Cao, Y.Z., D.R. Coote, H.W. Rees, C. Wang and T.L. Chow. 1994. *Effects of intensive potato production on soil quality and yield at a benchmark site in Nouveau-Brunswick*. Soil & Tillage Research 29:23-34.
- Horner, G.L., J. Corman, R.E. Howitt, C.A. Carter and R.J. MacGregor. 1992. *The Canadian Regional Agriculture Model : Structure, Operation and Development*. Policy Branch, Agriculture Canada, Technical Report 1/92).
- Janzen, H.H., C.A. Campbell, R.C. Izaurralde, B.H. Ellert, N. Juma, W.B. McGill and R.P. Zentner. 1998. *Management effects on soil C storage on the Canadian Prairies*. Soil and Tillage Research 47:181-195.
- Kulshreshtha, S.N., R. Gill, B. Junkins, R. Desjardins, M. Boehm and M. Bonneau. 2002. *Canadian Economic and Emissions Model for Agriculture (CEEMA 2.0): Technical Documentation*, CSALE Working Paper # 12, University of Saskatchewan, Saskatoon.
- McConkey, B.G., B.C. Liang, and C.A. Campbell. 1999. Estimating gains of soil carbon over a 15-year period due to changes in fallow frequency, tillage system, and fertilization practices for the Canadian Prairies (An Expert Opinion). Misc. Publication #379M0209, Swift Current Semiarid Prairie Agricultural Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada.
- McRae, T., C.A.S. Smith and L.J. Gregorich (eds). 2000. *Environmental Sustainability of Canadian Agriculture: Report of the Agri-Environmental Indicator Project*. Research Branch, Policy Branch, Prairie Farm Rehabilitation Administration, Agriculture and Agri-Food Canada. Ottawa, Ont.
- Rees, H.W. 2002. Personal communication. Agriculture and Agri-Food Canada, Potato Research Center.
- Smith, W.N., R.L. Desjardins and B. Grant. 2000. *Estimated changes in soil carbon associated with agricultural practices in Canada*. Canadian Journal of Soil Science. (submitted)

